

UNIVERSIDAD DE BURGOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
Departamento de Didácticas Específicas



**La enseñanza/aprendizaje del concepto de Reología en
estudiantes de Química Farmacéutica de la Universidad
de Antioquía, a partir de una metodología activa.**

TESIS DOCTORAL

Rosendo Ricardo Archbold Joseph

Burgos

UNIVERSIDAD DE BURGOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
Departamento de Didácticas Específicas



UNIVERSIDADE DE BURGOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL

Rosendo Ricardo Archbold Joseph

Tesis Doctoral realizada por **Rosendo Ricardo Archbold Joseph**, para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Burgos, bajo la dirección de la **Dra. Concesa Caballero Sahelices** y la codirección del **Dr. Jesus Angel Meneses Villagra**.

Burgos

Las sustancias Químicas que conforman los medicamentos son sometidas a fuerza de compresión, que pueden hacer fracasar la acción de estos fármacos, cuando son administradas a los pacientes, si no se toman en cuenta en su producción.

Rosendo Archbold Joseph

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Concesa Caballero Sahelices de quien siempre recibí una palabra de aliento y una oportuna atención en la dirección de mi trabajo de investigación.

Al Dr. Marco Antonio Moreira quien con sus opiniones y aclaraciones me guiaron en la culminación de este proyecto.

A la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia; en especial al Departamento de Farmacia, por el apoyo recibido de mis compañeros docentes.

Al Dr. Wiston W. Quiñones de quien recibí toda la asesoría y la ayuda que hiciese posible el desarrollo de la tesis.

A los investigadores del Grupo de Síntesis Orgánica de Producto Naturales: Luis Fernando Echeverri López, Luis Fernando Torres Roldan, Gustavo Escobar por sus opiniones, sugerencias y aportes.

A mis exalumnos de los distintos grupos de Farmacotecnia I (2008, 2009-1, 2009-2 2010-1 y 2011-1), por su colaboración, alegría y buena disposición.

Hago extensivo también mis agradecimientos a los docentes de la Universidad Nacional sede de Bogotá, Universidad de Cartagena, Universidad del Atlántico, Universidad ICESI y a la Universidad de Antioquia, por su colaboración y aportaciones que me permitieron llevar a cabo este trabajo

Al Dr. Jesus Angel Meneses Villagra quien con sus concejos y opiniones me guiaron en la culminación de este proyecto.

Gracias a todos.

RESUMEN

La educación contemporánea universitaria está efectuando todo lo posible para que sus egresados sean propositivos, creativos y preocupados por una formación continua y permanente. De ahí, y centrado en el marco teórico de esta investigación que se encuentra vinculado a la línea del Aprendizaje Significativo de Ausubel, al Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira y al trabajo con acompañamiento, apoyado en el concepto de ZDP de Vygotsky. En todo caso, nuestra propuesta toma algunas ideas fundamentales de estas teorías tratando de integrarlas como eje del proceso de aprendizaje. Para ello, en esta tesis se ha propuesto una metodología de enseñanza aprendizaje, aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, implementada durante los cuatro estudios desarrollados en la investigación, la cual, fue realizada a través de dos fases, la primera efectuada en la Suficiencia Investigadora (Archbold, 2009), en la cual, se indaga a los profesores del área de Tecnología Farmacéutica sobre la importancia y la utilización del concepto reología en los procesos de elaboración de medicamentos sólidos, y a los estudiantes de la asignatura Farmacotecnia I (2008-I) de la Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia, se les examino acerca de los conceptos físicos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, requeridos para entender apropiadamente el concepto reología y su aplicación, información utilizada en la segunda fase en la cual se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activa, en los cuatro estudios que conformaron la tesis doctoral.

Los resultados obtenidos en los cuatro estudios nos permitieron inferir, que los estudiantes lograron, un aprendizaje de los distintos temas tratados, como también, una buena utilización del concepto reología en los procesos de elaboración de formas farmacéuticas sólidas, así mismo, se identificó una predisposición positiva a realizar y participar en las actividades realizadas en el aula. Además, se registró en ellos, un cambio importante en su forma de analizar los diferentes casos planteados. Igualmente se percibió que los alumnos valoraron los materiales utilizados en el aula como pertinentes, comprensibles y apropiados.

ABSTRACT

Contemporary university education is making every effort so that its graduates are proactive, creative and concerned by ongoing training. Hence, and focused on the theoretical framework of this research it is linked to the line of Meaningful Learning of Ausubel, meaningful learning Critic of Moreira and accompanying work based on the concept of ZPD Vygotsky. In any case, our proposal takes some fundamental ideas of these theories trying to integrate them as the axis of the learning process. Therefore, in this thesis it has proposed a methodology of teaching and learning, applied to the development of solid dosage forms, implemented during the four studies conducted in the research, which was conducted through two phases, the first held in the Research sufficiency (Archbold, 2009), in which the professors of Pharmaceutical Technology of the importance and use of the concept rheology making processes of solid medicines, and students Farmacotecnia I subject I was investigated (2008 -I) of the University of Antioquia, Medellin, Colombia, were examined about the physical concepts of Newtonian dynamics and elasticity of Hooke, required to properly understand the concept of rheology and its application, information used in the second phase which the active learning teaching methodology was implemented in four studies that formed the doctoral thesis.

The results obtained in the four studies allowed us to infer that students achieved, learning the different topics covered, as well, a good use of the concept rheology in the process of preparing solid dosage forms, likewise, was also identified a positive predisposition to perform and participate in activities carried out in the classroom. In addition, it recorded in them, an important change in the way they analyze the different cases raised. In addition, it perceived that students valued the materials used in the classroom as appropriate, relevant and understandable.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1	24
INTRODUCCIÓN.....	24
1.1. Formulación del problema y su justificación.	35
1.2 Objetivo general.....	39
1.3 Objetivos específicos.....	39
1.4 Visión general de la tesis.....	40
Capítulo 2	44
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	44
2.1 Revisión del concepto “Reología” en los textos utilizados por los estudiantes y profesores en el campo de la Química Farmacéutica.....	46
2.2 Investigaciones relacionadas con el desarrollo y evolución del concepto reología	54
2.3 Investigaciones relacionadas con el concepto reología en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.....	58
2.4 La enseñanza de la Física desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo.	64
2.5 Inferencias acerca de las investigaciones sobre el concepto de “reología”.....	68
Capítulo 3	71
MARCO TEÓRICO.....	71
3.1 La Psicología Cognitiva	76
3.1.1. Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.....	78
3.1.2 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira.....	89
3.1.3 Teoría Sociocultural de Vygotsky.....	94
3.1.4 Metodologías activas de aprendizaje.....	96
3.2 Origen, evolución de la “Reología” y su aplicación en los sólidos pulverulentos.	98
Capítulo 4	110
METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	110
4.1 Metodológica de enseñanza-aprendizaje aplicada tradicionalmente en la asignatura Farmacotecnia I en la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia.	116
4.2 Metodología de enseñanza-aprendizaje activa, propuesta para la asignatura Farmacotecnia I en la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia	118
4.2.2 Distribución de la clase:	138
Capítulo 5	142
FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA	142
5.1 Metodología de la investigación.	144

5.1.1 Metodología cuantitativa.....	144
5.1.2 Metodología cualitativa.....	147
5.2 Fases de la investigación.....	157
5.2.1 Primera fase EXPLORATORIA.....	157
5.2.2 Segunda fase INTERVENCIÓN.....	158
5.3 Materiales e Instrumentos.....	159
5.3.1 Instrumentos utilizados en la fase exploratoria, correspondiente a la suficiencia investigadora.....	160
5.3.2 Instrumentos utilizados en la fase intervención o experimental, correspondiente al desarrollo de los cuatros estudios de la tesis doctoral.....	164
5.4 Actividades de enseñanza.....	169
5.5 Contexto de la investigación.....	170
Capítulo 6.....	176
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	176
6.1 Fase Exploratoria.....	180
6.1.1 Objetivos de la fase exploratoria.....	180
6.1.2 Contexto en que se llevo a cabo el estudio.....	181
6.1.3 Instrumentos para la recolección de la información aplicada a los Docentes.....	181
6.1.4 Instrumentos para la recolección de la información aplicada a los Estudiantes.....	195
6.1.5 Consideraciones finales de la fase Exploratoria.....	201
6.2 Fase de Intervención.....	208
6.2.1 Estudio I. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín Colombia.....	212
6.2.1.1 Objetivos específicos del primer estudio.....	212
6.2.1.2 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.....	212
6.2.1.3 Momentos del estudio.....	212
6.2.1.3.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología.....	215
6.2.1.4 Entrevista semi-estructurada-reología.....	216
6.2.1.5 Análisis y discusión de resultados.....	217
6.2.1.5.2 Discusión y análisis de los datos obtenidos en términos a la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades, propiciado por la metodología de enseñanza-aprendizaje.....	226
6.2.1.6 Concideraciones conclusivas de este primer estudio.....	230
6.2.2.1 Objetivos específicos del segundo estudio.....	236
6.2.2.2 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.....	236
6.2.2.3 Momentos del estudio.....	236

6.2.2.3.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología.	237
6.2.2.3.2 Propuesta didáctica.	237
6.2.2.3.3 Recolección de la información final2.	238
6.2.2.4 Entrevista semi-estructurada	238
6.2.2.5 Análisis y discusión de resultados.	238
6.2.2.5.1 Discusión y análisis de los datos obtenidos relacionados con la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades en la metodología de enseñanza-aprendizaje.	239
6.2.2.5.2 Discusión y análisis de los datos obtenidos en el instrumento Test-conceptual-reología.	242
6.2.2.6 Consideraciones conclusivas del segundo estudio.	249
6.2.3 Estudio 3.	254
6.2.3.1 Objetivos generales del tercer estudio.	254
6.2.3.2 Objetivos específicos u orientadores	254
6.2.3.3 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.	255
6.2.3.4 Momentos en los cuales se llevo a cabo el estudio tres.	255
6.2.3.4.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología.	257
6.2.3.4.2 Propuesta didáctica.	257
6.2.3.4.2.1 La primera actividad.	257
6.2.3.4.2.2 La segunda actividad.	258
6.2.3.4.2.3 La tercera actividad	259
6.2.3.4.2.4 La cuarta y quinta actividad	260
6.2.3.4.3 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología.	261
6.2.3.5 Entrevista semi-estructurada	261
6.2.3.6 Análisis y discusión de resultados.	262
6.2.3.6.1 Momento inicial.	262
6.2.3.6.3 Análisis de los datos foros realizados en el aula.	273
6.2.3.3 Consideraciones conclusivas del tercer estudio.	278
6.2.4 Estudio IV. Cohorte 2011-1. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín.	285
6.2.4. 1 Objetivos generales del cuarto estudio.	285
6.2.4. 2 Objetivos específicos u orientadores	285
6.2.4.3 Contexto en el cual se llevó a cabo el estudio.	286
6.2.4.4 Etapas en las cuales se llevó a cabo el cuarto estudio.	286
6.2.4.4.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología	288
6.2.4.4.2 Metodología de enseñanza aprendizaje activa.	289

6.2.4.4.2.1 La primera actividad.....	289
6.2.4.4.2.2 La segunda actividad.....	291
6.2.4.4.2.3 En la tercera actividad.....	291
6.2.4.4.2.4 La cuarta y quinta actividad.....	292
6.2.4.4.4 Entrevista semi-estructurada reologica.....	293
6.2.4.4.5 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología (An).....	294
6.2.4.4.5.1 Presentación de resultados del estudio cuatro.....	294
6.2.4.4.5.1.1 Análisis y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I (metodología enseñanza aprendizaje activa y metodología tradicional) en el momento inicial.....	295
6.2.4.4.5.1.2 Análisis y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I al finalizar las intervenciones.....	306
6.2.4.4.5.1.3 Análisis comparativo y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I en los dos momentos (al inicio y finalizada las intervenciones).....	317
6.2.4.4.5.1.4 Discusión y análisis de la información obtenida en el rendimiento académico del grupo intervenido con la propuesta didáctica y el grupo testigo en la cual, se continuó con la metodología tradicional.....	319
6.2.4.4.5.1.5 Discusión y análisis de la información obtenida en las entrevistas realizadas a los estudiantes escogidos al azar en los dos grupos (metodología de enseñanza aprendizaje activo y metodología tradicional), de acuerdo a los criterios mostrados en (p. 252).....	322
6.2.4.4.5.1.5.1 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología en el primer criterio: (Científicamente correcto y efectuaron la justificación correctamente).....	323
6.2.4.4.5.1.5.2 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología con el segundo criterio (Científicamente incorrecto y efectuaron la justificación correctamente). A los cuatro estudiantes, se les entrevistó de igual manera que a los anteriores:.....	327
6.2.4.4.5.1.5.3 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología con el tercer criterio (Científicamente correcto y efectuaron la justificación incorrecta). A los cuatro estudiantes, se les entrevistó de igual manera que a los anteriores, utilizando los mismos interrogantes.....	330
6.2.4.5 Consideraciones conclusivas del cuarto estudio.....	336
Capítulo 7.....	340
CONSIDERACIONES CONCLUSIVAS FINALES.....	340
7.1 Consideraciones finales de la fase Exploratoria.....	344
7.3 Aportes y aspectos originales.....	355
7.4 Perspectivas futuras.....	357
7.5 Recomendaciones.....	358
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	362

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-Diagnostico de profesores.	161
Tabla 2. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-evaluación-diagnostico-profesor.....	162
Tabla 3. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-evaluación-diagnostico-estudiantes.	164
Tabla 4. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-conceptual Reología – estudiantes.	165
Tabla 5. Resultados de los docentes al instrumento Test-Evaluación-reológica-diagnostica-profesores , número de profesores y porcentaje por universidad.	191
Tabla 6. Respuesta obtenida de los 45 estudiantes al Test-evaluación-diagnostico-estudiante, la sumatoria de los puntajes asignados y el promedio de cada ítem. .	196
Tabla 7. Respuesta de los estudiantes al primer dialogo de la entrevista semi-estructurada, a partir de las tres opciones propuestas y su frecuencia.....	198
Tabla 8. Respuesta de los estudiantes al segundo dialogo de la entrevista semi-estructurada, a partir de las cuatro opciones propuestas y su frecuencia.	199
Tabla 9. Respuesta de los estudiantes al tercer interrogante de la entrevista semi-estructurada, a partir de las cuatro opciones propuestas y su frecuencia.	200
Tabla 10. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PB) referentes al concepto de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.....	218
Tabla 11. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) referentes a los conceptos de dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.	221
Tabla 12. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) del Test-conceptual-reología , referente a los conceptos de dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.....	224
Tabla 13. Participación, calidad y número de intervenciones de los estudiantes en los foros programados.	227
Tabla 14. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad de acompañamiento.	229
Tabla 15. Participación, calidad y número de intervenciones de los estudiantes en los foros programados.	240
Tabla 16. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad de acompañamiento.	241
Tabla 17. Respuestas de los estudiantes al instrumento Test-conceptual-reología , en los distintos ítems de cada subgrupo y en los dos momentos: inicio y finalización de la intervención.	248
Tabla 18. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PB) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.	266
Tabla 19. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PMFF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.	266
Tabla 20. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (CRTF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.	266
Tabla 21. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PB) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.	272
Tabla 22. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PMFF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.....	272
Tabla 23. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (CRTF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.....	272

Tabla 24. Participación, calidad de las preguntas e intervenciones de los estudiantes en los foros.	275
Tabla 25. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad con acompañamiento.	277
Tabla 26. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).	297
Tabla 27. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de Manufactura del Test-conceptual-reología, en el primer momento, obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).	300
Tabla 28. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica del Test-conceptual-reología, en el primer momento por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).	303
Tabla 29. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje a los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).	309
Tabla 30. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de Manufactura del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje a los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).	312
Tabla 31. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje en los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).	316
Tabla 32. Puntajes resultantes de la aplicación del test-conceptual-reología en los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo), al inicio y al finalizar las intervenciones en la asignatura Farmacotecnia I.	318
Tabla 33. Notas obtenidas por los estudiantes en los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo) en la asignatura Farmacotecnia I al finalizar el proceso implementado en el aula	320

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Procesos de elaboración de formas farmacéuticas en las cuales el estudio de las propiedades reológicas es importante y crítico.	59
Figura 2. Proceso de asimilación.....	85
Figura 3. Principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.	90
Figura 4. Métodos para elaborar “granulados” y las etapas básicas en el proceso de manufactura de comprimidos u otras formas farmacéuticas sólidas	104
Figura 5. Metodología de enseñanza tradicional y las actividades desarrolladas en la asignatura Farmacotecnia I Archbold.....	116
Figura 6. Metodología de enseñanza aprendizaje y las actividades desarrolladas en el aula en la asignatura Farmacotecnia I Archbold	119
Figura 7. Triangulación de la información recogida en la entrevista por el autor).	322

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Trabajos realizados en el campo de Tecnología Farmacéutica en cuanto a procesos de elaboración de productos sólidos relacionados con la enseñanza-aprendizaje.....	61
Cuadro 2. Trabajos realizados en el campo de la Tecnología Farmacéutica relacionados con el mejoramiento de los componentes auxiliares de las formulaciones de los productos sólidos relacionados con la enseñanza-aprendizaje	62
Cuadro 3. Número de profesores y alumnos participantes Fase Exploratoria	172
Cuadro 4. Número de estudiantes participantes en los distintos estudios y semestre en el cual se efectuó la intervención.....	173
Cuadro 5. Instrumentos de recolección de datos utilizados en la fase Exploratoria, su agrupación, su descripción, objetivos, duración y población.	182
Cuadro 6. Respuestas de los docentes sobre la existencia de materiales didácticos sobre reología en el Test- diagnóstico-profesores al ítem 31.....	189
Cuadro 7. Momentos, actividades, instrumentos de recolección de datos objetivos y duración implementados en el estudio I.	214
Cuadro 8. Respuestas de un estudiante al subgrupo de ítems (PB) del Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).....	219
Cuadro 9. Respuestas de un estudiante al subgrupo (PMFF) Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).	222
Cuadro 10. Respuestas de un estudiante al subgrupo de ítems (CRTF) del Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).....	225
Cuadro 11. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo PB.	243
Cuadro 12. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo PMFF.	245
Cuadro 13. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo CRTF.	246
Cuadro 14. Momentos, actividades e instrumentos de recolección de datos implementados en el estudio tres.....	256
Cuadro 15. Actividades programadas en la propuesta de enseñanza-aprendizaje para la recolección de información relacionada con el principio programático De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.	258
Cuadro 16. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PB en el primer momento (pretest).	262
Cuadro 17. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PMFF en el primer momento (pretest). .	264
Cuadro 18. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo CRTF en el primer momento (pretest). .	265
Cuadro 19. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PB en el momento final (postest).	268
Cuadro 20. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del subgrupo PMFF al finalizar la intervención (postest).	269
Cuadro 21. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo CRTF al finalizar la intervención (postest).	271

Cuadro 22. Escala cualitativa para la valoración de las preguntas formuladas por los estudiantes en las diferentes actividades.	274
Cuadro 23. Etapas, actividades, instrumentos de recolección de datos implementados, objetivos y duración del estudio 4.	287
Cuadro 24. Actividades programadas en la propuesta de enseñanza-aprendizaje con relación al principio programático Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas del Aprendizaje Significativo Crítico.	290
Cuadro 25. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).	296
Cuadro 26. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de manufactura al Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).	299
Cuadro 27. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la tecnología farmacéutica al Test-conceptual-reología, en el primer momento por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).	302
Cuadro 28. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, al finalizar la intervención por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).	308
Cuadro 29. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de manufactura del Test-conceptual-reología, al finalizar la intervención de los dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).	311
Cuadro 30. Respuestas al subgrupo conceptos de la tecnología farmacéutica del Test-conceptual-reología, al finalizar la asignatura Farmacotecnia I, de los dos estudiantes tomado al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).....	314

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la participación de los estudiantes en las actividades programadas en el aula.....	183
Gráfica 2. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la motivación que el proceso de enseñanza aprendizaje propicia en los estudiantes a participar en las actividades en el aula.....	184
Gráfica 3. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la relación profesor-alumno.	185
Gráfica 4. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la dinámica establecidas en el aula de clase.....	186
Gráfica 5. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre el nivel de planificación que realizan para implementar las actividades en el aula de clase.	188
Gráfica 6. Respuestas de los docentes al Test-Evaluación-reológica-diagnostica-profesores relacionado con el concepto reología en término de porcentaje en las distintas universidades.....	191
Gráfica 7. Respuestas de los estudiantes al Test-evaluación-diagnostico-estudiante a partir de los promedios.	196
Gráfica 8. Respuesta de los estudiantes al primer punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las tres opciones planteadas.....	198
Gráfica 9. Respuesta de los estudiantes al segundo punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las cuatro opciones planteadas.....	199
Gráfica 10. Respuesta de los estudiantes al tercer punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las cuatro opciones planteadas.....	201
Gráfica 11. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PB) del Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).....	220
Gráfica 12. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) del Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).....	223
Gráfica 13. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (CRTF) del Test-conceptual-reología en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).....	226
Gráfica 14. Respuestas de los estudiantes al Test-conceptual-reología , a los distintos ítems de cada subgrupo, en los dos momentos: inicio y finalización de la intervención.	248
Gráfica 15. Respuestas de los estudiantes al test-conceptual-reología en los dos momentos (inicio y finalización de la intervención).	273
Gráfica 16. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) en los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología.	298
Gráfica 17. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) a los ítems que conformaron el subgrupo Procesos de manufactura al Test-conceptual-reología.	301
Gráfica 18. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) a los ítems que conformaron el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica al Test-conceptual-reología.....	304
Gráfica 19. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Propiedades básicas.....	310
Gráfica 20. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Proceso de manufactura.	313

Gráfica 21. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Conceptos de la tecnología farmacéutica. **316**

Capítulo 1
INTRODUCCIÓN

*Nuestra educación superior es eminentemente volcada
hacia el aprendizaje mecánico. Formamos aplicadores, no
generadores de conocimientos*
Moreira, 2005.

INTRODUCCIÓN

Las actuales investigaciones en el campo de la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias se orientan y fundamentan en una visión cognitivista, en la cual, se enfatiza la importancia de los conocimientos previos para el proceso de aprendizaje significativo, y donde el aprendiz, además, debe manifestar una predisposición para relacionar de manera no arbitraria y no literal el nuevo conocimiento con el adquirido previamente.

En el caso de esta investigación, en donde los conocimientos y las experiencias previas en el campo de la Física, son esenciales para la comprensión y la aplicación de la red de conceptos de Reología en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, es evidente la importancia de esta visión cognitiva. En este sentido, se ha revisado una serie de trabajos efectuados en el campo de la Ciencia y se ha encontrado que la enseñanza de la Física en las últimas décadas, ha generado una inquietud creciente en los investigadores. Adquiriendo esta línea de trabajos, cada vez más, una mayor relevancia (Moreira, 2004), concibiéndose como resultado de esta preocupación, una serie de propuestas didácticas enmarcadas en diferentes tópicos de investigación, que buscan promover el aprendizaje de conceptos físicos en el aula de clase. Sin embargo, dichas propuestas no relacionan los conceptos físicos con los procesos tecnológicos requeridos por los estudiantes de Química Farmacéutica en pro de un Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2002) y en los términos planteados por Moreira (2005), en la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico.

Muchas de esas propuestas, enfocadas desde diversos referentes teóricos, se quedan en una perspectiva abstracta y pocas veces son aplicadas a situaciones de enseñanza concretas; y cuando se logra su implementación en el aula, difícilmente consiguen generar actitudes reflexivas de los estudiantes en torno al conocimiento científico, a su construcción y evolución; impidiéndoles asumir posturas inquisidoras coherente no solo al conocimiento sino también frente al mundo que lo rodea. Sumando a esa dificultad el hecho de que, en las distintas investigaciones revisadas se ha visualizado que la mayoría de los estudiantes consideran la Física como una asignatura abstracta, difícil y árida (Viennot, 1996; McDermott, 2000; Guisasola et al., 2004; Aliberas et al., 1989; 1994; Fraser y Tobin, 1998).

Otros estudios consultados, como los realizados por el Consejo de Universidades de España (Madrid 1993, revisado en 1996), revelaron una serie de dificultades que tienen los alumnos en su rendimiento académico y por ende para alcanzar la titulación, mostrando que sólo el 20 % de ellos, logran terminarlos en el periodo de tiempo estimado, que un 40% lo obtienen con un retraso de un año o más y que una tasa del 40 % los abandonan por causa de la Física, coincidiendo con los resultados hallados por Thielemann A. M. et al., (2007), que reportó un alto porcentaje de fracaso en los estudiantes de Farmacia debido a la asignatura Física.

Además, se detectó en la revisión, que existe una preocupación creciente por la forma en que efectúan los docentes el proceso de enseñanza aprendizaje en los programas de Farmacia, situación que ha generado una serie de propuestas didácticas, como la presentada por Torres-Suárez, A. I., et al., (2007) en donde plantea el uso de nuevas metodologías para la enseñanza de la asignatura de Tecnología Farmacéutica, y Del Pino y Burgos, (2010) en el cual, presenta una metodología activa de enseñanza para el curso de Farmacotecnia.

De ahí, proviene nuestra preocupación en el ámbito de este estudio, por indagar sobre la formación del Químico Farmacéutico en Colombia y explorar si en las distintas asignaturas que poseen en su currículum, les permite acceder a los conceptos de la Física (Flujo, velocidad, movimiento y deformación) y como ha sido la enseñanza de estos conceptos, pues son fundamentales y necesarios en la comprensión de la red conceptual de reología aplicada a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

El resultado de la revisión del currículum del programa de Química Farmacéutica nos condujo a la ley 212 de 1995¹ y la Resolución 1964², que en su Artículo 2, dice:

“Artículo 2. Aspectos Curriculares. El programa de Farmacia de acuerdo con su enfoque debe ser coherente con la fundamentación teórica, práctica y metodológica de la Farmacia, y con las normas legales que regulan el ejercicio de la profesión. En la propuesta del programa deberá hacerse

¹ Ley 212 de octubre de 1995, por la cual se reglamenta la profesión del Químico Farmacéutico.

² Resolución 1964 del 9 de mayo del 2006, por la cual se definen las características específicas de calidad para la oferta y desarrollo del programa académico del nivel de formación profesional en Farmacia.

explicita la estructura y organización de los contenidos, el trabajo interdisciplinario, el desarrollo de la actividad científico-tecnológica, las estrategias pedagógicas, así como los contextos posibles de aprendizaje para el logro de dichos propósitos y el desarrollo de las características y las competencias esperadas”.

“El programa debe garantizar una formación integral, que le permita al Químico Farmacéutico desempeñarse en los correspondientes escenarios de las ciencias farmacéuticas con el nivel de competencia científica y profesional que las funciones propias de cada campo le señalen. El perfil de formación debe contemplar, al menos, el desarrollo de las competencias y destrezas profesionales de cada campo y las áreas de formación. Asimismo, el programa debe asegurar el desarrollo de competencias cognitivas y comunicativas en lengua materna y en una segunda lengua”.

En ella, se propende por una formación coherente, en donde prevalezca el aprendizaje de las competencias y habilidades que conlleven al desarrollo de productos farmacéuticos de buena calidad. Además, se observó, que este currículum ha permanecido sin cambios a través del tiempo, situación que la Asociación Colombiana de Facultades de Química Farmacéutica y Farmacia ha analizado con el objetivo de modificar e implementar nuevas propuestas de enseñanza, que logren generar profesionales que sean observadores, reflexivos, críticos, analíticos, creativos, sensibles, humildes y útiles, comprometidos con el bienestar y salud de la comunidad. En esa dirección el documento Rector³ (2009) de la reforma curricular, puntualiza. *“el currículo como modelo... incluye estrategias pedagógicas dirigidas hacia un aprendizaje significativo con diversos contextos y nuevas prácticas de evaluación La estructura del modelo curricular debe propiciar en el docente y los estudiantes el aprendizaje significativo”* (Ibíd., p. 4), advirtiéndose en la expresión anterior el término significativo, el cual, nos muestra y determina el sentido fundamental de cualquier reforma que se plantee para estos programas.

³ Reforma curricular del programa de Química Farmacéutica julio 2009.

De las directrices trazadas en el documento Rector (op. cit.), proviene la relevancia dada en esta investigación a la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1980), a las aportaciones efectuadas por Moreira (2000) y a la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005).

“El aprendizaje significativo es muy importante en el proceso educativo porque es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representadas por cualquier campo del conocimiento” (Ibíd., p. 9).

En la cita anterior, se esboza claramente las repercusiones del Aprendizaje Significativo en el ámbito de las actuaciones de los profesores, con relación al manejo del aula de clase. En este aspecto, si efectuamos unas cuantas visitas a los salones de clase, veremos rápidamente que los maestros tienen ideas muy distintas acerca de lo que constituye una clase bien concebida. También es posible encontrar otros problemas relacionados con la eficiencia en la conducción de la clase, debido a dificultades en la preparación de materiales de instrucción, el cuidado en el uso de las ayudas audiovisuales, la necesidad de elaborar un plan a seguir en el aula, como el empleo de los registros de los logros y el progreso del estudiante.

En ese sentido, y debido a que el concepto central del trabajo realizado en esta tesis, es la red conceptual **reología** aplicada a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, se requiere, que los alumnos tengan claro los conocimientos de una serie de temas de la Física, necesarios para entender los conceptos planteados por Bingham (1929) en su definición del concepto reología como *“Flujo y deformación del material”*.

Por lo anterior, en la primera fase de esta investigación (Archbold, 2009), nos propusimos revisar y analizar, la importancia que los docentes le confieren a la red de conceptos de **reología** en las actividades realizadas durante la acción de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Tecnología Farmacéutica y como era el dominio por parte de los estudiantes de los conceptos fuerza, movimiento y deformación necesarios para la comprensión de los procesos básicos requeridos en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas y una serie de principios esenciales que sustentan múltiples

pruebas de control de calidad, conocimientos primordiales y fundamentales en la formación del estudiante de Química Farmacéutica.

Asimismo, se ha encontrado que el concepto **reología** de los sólidos pulverulentos; ha tomado un papel predominante en el desarrollo de las formas farmacéuticas, sustentado por un creciente número de investigaciones. Rodríguez, B. y Paños, I. (2004), en el cual, estableció que la absorción percutánea de fármacos depende no sólo de factores fisiológicos, sino también de otros agentes inherentes a la propia formulación, como la naturaleza y el tipo de excipientes, así como las características reológicas del mismo, resaltando su influencia no sólo en la acción del preparado, sino también, en la aceptación del mismo por parte del paciente, en su facilidad de aplicación, extensibilidad y adherencia sobre la piel y demás, también esta relacionado con el tiempo de permanencia de la formulación sobre el lugar de aplicación, para lograr que ejerza su acción farmacológica. Vieira et al. (2009), quienes evaluaron el comportamiento reológico y la viscosidad de dispersiones acuosas de un polímero natural a diferentes concentraciones, y su estabilidad en función del tiempo; Calero, (2004; 2006), describió los efectos y la influencia que tienen los distintos componentes de las formulaciones y el tiempo de almacenamiento sobre las propiedades reológicas y la microestructura de los sistemas que la componen y Pérez et al., (2011) quienes analizaron el comportamiento reológico de una formulación semisólida y su poder de extensibilidad.

Adicionalmente, los textos en sus ediciones más recientes Aulton, (2004); Lozano et al., (2012) enfatizan “*comprender y controlar el comportamiento reológico de una sustancia pulverulenta puede ayudar a formular principios activos, a diseñar procesos más eficientes y, así, a conseguir la fabricación de productos de alta calidad, lo que es fundamental en la industria farmacéutica, en donde la mayoría de los principios activos se presentan como sólidos pulverulentos*” (Ibíd. p. 226). Resaltando su importancia y la necesidad de su incorporación en las distintas asignaturas que conforman el currículo del Químico Farmacéutico.

En consecuencia, el concepto **reología**, es básico en la conformación de los distintos temas de la asignatura Tecnología Farmacéutica y está presente en un amplio dominio de la disciplina. Desafortunadamente en la tecnología de productos farmacéuticos

líquidos, el concepto de viscosidad y su estudio en los cursos de física del nivel superior, se limita a diferenciar principalmente entre flujo laminar y turbulento, así como a presentar los perfiles de velocidad generados bajo ciertas condiciones particulares, considerando la idea newtoniana, en donde la viscosidad es una constante que depende principalmente de la temperatura y en una menor medida de la presión (Resnick R. et al., 2004; Sears F. W. et al., 2005). Por otra parte, en los laboratorios de física en la universidad, sólo se estudia el comportamiento viscoso de los líquidos en función de la temperatura y el estudiante adquiere la idea de que la viscosidad de un fluido sólo cambia con la temperatura. Otro problema que se afronta en el estudio reológico del material pulverulento, radica en que las características del flujo de los lechos particulados son menos conocidos y comprendidos (Vila Jato, 2001).

Como resultado de las dificultades encontradas en la revisión del concepto **reología** y su aplicación en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, se propuso y se implemento una metodología de enseñanza aprendizaje activa en la asignatura Farmacotecnia I, con la intencionalidad de favorecer la formación de alumnos con una visión crítica, coherente con las concepciones epistemológicas contemporáneas, en pos de lograr un aprendizaje significativo y critico.

Además, las actividades que conforman esta propuesta didáctica, serán realizadas en un contexto, que permitirá representar el mundo real del quehacer profesional del Químico Farmacéutico (Planta Piloto de elaboración de formas farmacéuticas sólidas), y así, fabricar medicamentos en condiciones reales, en busca de promover una actitud positiva de los estudiantes hacia el aprendizaje y su motivación (Johnson D. W. et al., 2000), incentivándolos a relacionar los conocimientos que poseen con los nuevos conocimientos recibidos y a construir su respuestas explícitas que se aproximen a los conceptos científicos aceptables, utilizables en el desarrollo de los productos farmacéuticos sólidos asignados. Articulados todas estas acciones con las teorías que sustentan el marco teórico de esta investigación, en la búsqueda de generar respuestas a las siguientes preguntas orientadoras.

1. ¿Qué importancia atribuyen los profesores de Tecnología Farmacéutica a los conceptos de Reología, en el desarrollo de las clases para la elaboración de Formas Farmacéuticas Sólidas?

2. ¿Qué conocimientos iniciales de Física poseen los estudiantes cuando se matriculan en la asignatura de Farmacotecnia I, como conceptos previos y una predisposición positiva para el uso de ellos, en el proceso enseñanza-aprendizaje del concepto de Reología y su aplicación para elaborar formas farmacéuticas sólidas?
3. ¿Cuál es la contribución de la metodología de enseñanza activa?
 - a. Al aprendizaje del concepto “reología” aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.
 - b. A la predisposición del estudiante para realizar las actividades programadas en la asignatura Farmacotecnia I.
4. ¿Cuál es la contribución de la metodología de enseñanza activa implementada en el aula de clase para desarrollar en el alumno una actitud reflexiva, analítica, sensible, crítica y capaz de formular preguntas pertinentes?
5. ¿Qué efecto tiene el uso de la metodología de enseñanza activa implementada sobre el rendimiento en la asignatura de Farmacotecnia I en los estudiantes del sexto semestre de Química Farmacéutica?

La segunda pregunta orientadora de esta investigación hace alusión directa a los conceptos de las leyes newtoniana, hookeriana y la mecánica de los sólidos deformables, conocimientos requeridos en la implementación de las distintas actividades del proceso de elaboración de tabletas (comprimidos). Conceptos que fueron abordados en la asignatura de Física recibida por los estudiantes en el semestre anterior, los cuales, son de suma importancia para la implementación de la reología a los procesos de la tecnología farmacéutica. También, hay que tener en cuenta, una serie de referencias (Hewson, 1990; Valente y Neto, 1992; Veit, et al., 2002; Tasar, 2006; Herrera, 2009; Covián y Celemín, 2008; Pérez de Landazábal et al., 2010; Wainmaier et al., 2011), donde dan cuenta de las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los temas contenidos en la Física.

Con ese panorama descrito a partir de las referencias revisados, se ha optado por emplear la metodología de enseñanza activa en los distintos estudios realizados en esta investigación, otorgando al estudiante el papel principal para que construya su conocimiento a partir de unas pautas, actividades o escenarios diseñados por el profesor, en la cual, el alumno se convierta en responsable de su propio aprendizaje, desarrollando habilidades de búsqueda, selección de análisis y evaluación de la información, asumiendo un rol activo en la construcción del conocimiento. Además, participe de las actividades que le permitan intercambiar experiencias y opiniones con sus compañeros, ¿reflexionando y cuestionándose sobre el cómo? el qué? y proponiendo acciones concretas para lograr los resultados

En ese sentido, Bordas, I. y Cabrera, F. (2001), y siguiendo las directrices del marco teórico, podemos parafrasear su planteamiento: *El conocimiento es algo que se construye. El aprendizaje es un proceso de creación de significados a partir de la nueva información y de los conocimientos previos: es un proceso de transformación de las estructuras cognitivas del estudiante como consecuencia de la incorporación de nuevos conocimientos, por lo tanto la evaluación debe: Promover acciones evaluativas que pongan en juego la significatividad (funcionalidad) de los nuevos aprendizajes a través de su uso en la resolución de problemas, aplicación a distintos contextos, en la construcción de nuevos conocimientos. Evitar los modelos memorísticos en los que sólo se pone de manifiesto la capacidad para reconocer o evocar. Promover actividades y tareas de evaluación que tengan sentido para el alumnado. Utilizar una gama variada de actividades de evaluación que ponga en funcionamiento los contenidos en contextos particulares diversos. Lo importante es contextualizar, es decir, variar tanto cuanto sea posible los marcos en los que se evalúa. Evaluar el mismo contenido con distintas técnicas: una actividad de evaluación es parcial en cuanto a la naturaleza y amplitud de relaciones del significado que explora (Ibíd., p. 4).*

De cualquier manera, consideramos que la metodología de enseñanza aprendizaje activa (Smutny, J.F. 2000; Kitano, M. K. y Perdensen, K. S. 2002), con la incorporación de los conceptos de “reología” para la elaboración de formas farmacéuticas sólidas en las actividades de aula, no sólo permiten una mejor aprehensión de los estudiantes de los conceptos involucrados, sino que además favorece la comprensión del proceso de

fabricación de los productos, haciéndolos participes del proceso de construcción de conocimientos

En la siguiente sección formularemos el problema y su justificación que nos condujo a realizar este trabajo.

1.1. Formulación del problema y su justificación.

La opción de trabajar a partir de la enseñanza de los conceptos de la física involucrados en la fabricación de medicamentos sólidos, surge a lo largo de la experiencia como docente y después de conocer los problemas que afrontaban los estudiantes para integrar conocimientos, solucionar problemas y hacer transferencias de conceptos dentro de una misma ciencia o entre diferentes ciencias⁴, y a la necesidad de articular una serie de inquietudes e interrogantes relacionados con los conocimientos impartidos en la asignatura de Física, (el flujo y la deformación de los materiales), para acceder a los conceptos como: flujo de granulado en la tableteadora y la dureza de los comprimidos (resistencia a la fractura) obtenidos en el proceso de elaboración de las formas farmacéuticas sólidas. Y teniendo en cuenta la importancia de la reología en el diseño, evaluación de la estabilidad y desarrollo de estos productos, así como, su acondicionamiento, y en definitiva la determinación de la calidad del medicamento terminado, unido a lo planteado por (Gil, 1986; García, 2011) donde han puesto en evidencia la escasa efectividad de una enseñanza de las ciencias incapaz de lograr la comprensión de conceptos fundamentales de la Física, reiteradamente enseñados (Pozo, 2002; Martin y Solbes, 2001).

Además, se ha observado que el aprendizaje muchas veces se queda en lo concreto, y que el pensamiento abstracto no se manifiesta. Esas percepciones están avaladas por resultados de otros investigadores (Hederich, 1989; Carrasco, 1989; De Vasco, 1989), quienes han investigado acerca de las aptitudes y desarrollo cognoscitivo en estudiantes colombianos. En el mismo sentido se expresaron los resultados sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales (Nylon y Linn ,1988; Chadwick, 1981; Baena, 2000). También

⁴ **Isomorfismo de la ciencia** (Usar los mismos términos y conceptos para describir rasgos esenciales de sistemas reales muy diferentes; y encontrar leyes generales aplicables a la comprensión de su dinámica).

se compartieron las opiniones de Ospina, et al., (2008), acerca de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia y el rol del profesor en el proceso de enseñanza aprendizaje. La importancia de prestar atención a la visión histórica y epistemología de las ciencias se sostiene en aportaciones como las de Colombo de C. L. y Salinas de S. (2004). Los interrogantes e inquietudes apoyados en estas investigaciones, obedecen a dos situaciones:

- A que los estudiantes que llegan a las universidades en un gran porcentaje no han desarrollado las habilidades del pensamiento superior y, por lo tanto, su aprendizaje no les permite integrar conceptos y transferir aprendizajes a situaciones de la vida diaria; es decir, que no tienen la capacidad de efectuar procesos de abstracción.
- A que las estrategias y los métodos de enseñanza utilizados por los profesores de estas asignaturas, en general, no son los más indicados para la enseñanza de las ciencias naturales ni para desarrollar destrezas y habilidades en los alumnos.

Esto se ve agravado por el gran cúmulo de información que aparece día a día, en el campo de las Ciencias Farmacéuticas, la cual es imposible de retener en la memoria, por lo tanto, requiere de un aprendizaje significativo y de un desarrollo de las habilidades cognoscitivas que le permitan al estudiante discriminar la información necesaria para un determinado tópico, analizarla y utilizarla en la solución de problemas.

¿Por qué ahora? No es posible dar una respuesta a este interrogante sin reflexionar previamente sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje que se realiza en los recintos universitarios, el cual, demanda un conocimiento profundo del contenido disciplinar, como también, de una serie de actitudes para transmitir, asesorar y motivar a los alumnos.

Estas inquietudes se fueron acrecentando a lo largo de la formación doctoral impulsada por la adquisición de una visión más amplia de la compleja labor del docente, generando todavía más interrogantes sobre la necesidad de prestar atención a la enseñanza y a las metodologías orientadas al aprendizaje significativo de los estudiantes, no solo con la pretensión de que adquieran conocimientos y habilidades, sino también de aproximarlos a los desarrollos tecnológicos que requiere la producción

de medicamentos cada día más cuestionados y necesarios, con el propósito de estimular en ellos tanto una actitud científica y tecnológica, como la función social y el desarrollo profesional.

Además, como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos alumnos presentan incluso problema para razonar de manera eficaz y al terminar su etapa universitaria, en muchos casos, presentan dificultades para cumplir con actividades propias de su profesión y/o labor que desempeñan (Sánchez, 2005). Encontrándose dentro de este proceso la enseñanza tradicional, que por lo general se programa en función de la acumulación de información y no en la construcción del concepto. Haciéndose énfasis en procesos elementales como: entender, reconocer, retener, reproducir, entre otros. De ese panorama gris, se ve claramente la necesidad urgente de realizar una renovación en la metodología de enseñanza aprendizaje, en las instituciones de educación superior, en las que se haga énfasis en una mayor interacción entre profesor-alumno.

En este aspecto, Aparicio, F. y González, R. (1994, p. 116), sugiere tener en cuenta al plantear una renovación metodológica lo siguiente:

- *Perfeccionar las técnicas expositivas para ampliar la eficacia de la presentación de contenidos.*
- *Dedicar más tiempo a la discusión de conceptos y problemas, así como al trabajo grupal e individual de los estudiantes.*
- *Generar procesos de autoevaluación del aprendizaje de los estudiantes para buscar medidas que generen mejoramiento continuo.*

Asimismo, debido a la naturaleza particular y compleja de la realidad de las aulas universitarias en Colombia (Ley 212, Resolución 1964), que marcan pautas a seguir en la toma de decisiones a la hora de diseñar las distintas propuestas didácticas relacionadas con la formulación, la producción, y la entrega de medicamentos, y consecuentemente con las sugerencias de los pares académicos designados por el Consejo Nacional de Acreditación – CNA- para evaluar el programa de Química

Farmacéutica con el fin de obtener la acreditación de alta calidad (Resolución Ministerio de Educación Nacional-MEN-364 de febrero de 1999) y posterior renovación (Resolución MEN 3320 del 4 de junio de 2008).

De acuerdo a estas orientaciones, el Comité de Carrera de Química Farmacéutica emprendió un proceso de transformación curricular encaminado a lograr un plan de estudio flexible y pertinente, en el cual, se involucraran estrategias metodológicas participativas, que generasen un profesional del área de la salud que fuera observador, reflexivo, crítico, analítico, creativo, sensible y comprometido con el bienestar del paciente y de la comunidad en todos los aspectos relacionados con la elaboración, evaluación, dispensación y utilización correcta de los medicamentos y productos afines.

De igual manera, a partir de lo establecidos por el Comité de Carrera del programa de Química Farmacéutica, se generó la propuesta de enseñanza-aprendizaje activa implementada en esta tesis, orientada a promover aprendizaje significativo y a la vez crítico en los alumnos, con la firme intención de posibilitar la transferencia de conocimiento en las distintas áreas del programa, cuando se elaboran medicamentos. Además de formar profesionales y ciudadanos cultos, en aras de asumir el nuevo reto de las universidades hoy día, de integrarse con el entorno y propiciar comportamientos saludables para la sociedad en general.

Dando como consecuencia la creación de un nuevo programa educativo en la Facultad de Química Farmacéutica, dentro del cual, los profesores se vieron abocados a desarrollar una serie de tareas, encaminadas a realizar una buena programación de los contenidos de sus asignaturas como requisito básico para el desarrollo de las actividades en el aula y su proceso de evaluación. En este sentido, se realizaron cambios en la asignatura Farmacotecnia I, con el propósito de mejorar su contenido con respecto al concepto **reología** y a sus implicaciones en la elaboración de las formas farmacéuticas sólidas.

En esta búsqueda de mejoras en el programa educativo emprendido por la Facultad de Química Farmacéutica se planteó esta propuesta metodológica de enseñanza aprendizaje activa, con la finalidad de que el alumno tome las riendas de su aprendizaje, transformándose en un ente activo y el profesor este alerta a cualquier complicación

donde interviene dando su asesoría o su guía para lograr el objetivo final, lograr aprendizaje significativo y además que sea crítico con sus estudiantes que le permita desenvolverse en el mundo de hoy. Dicha propuesta se puede definir como “*el conjunto de oportunidades y condiciones que se ofrecen a los estudiantes, organizados de manera sistemática e intencional que, aunque no promueven directamente el aprendizaje, existe alta probabilidad de que esto ocurra*” (Fernández, M. A. 2006, p. 41).

Por tanto, en esta investigación se implementó y se puso en práctica una metodología de enseñanza activa, con la intención de tener la experiencia y poder ofrecer en un futuro al profesorado de la Facultad una herramienta útil de trabajo, explicitándoles los elementos que las configuran, los procesos de trabajo que implican (planificación, desarrollo y evaluación), con la esperanza de que los docentes investiguen, reflexionen sobre su propio quehacer en el aula y a través de este proceso mejoren su actuación como profesor y configure de un modo personal ésta, para que desde su experiencia profesional la adapte a su contexto de trabajo.

En la próxima sección se presenta los objetivos que pretendemos lograr a través de las distintas fases que componen este trabajo.

1.2 Objetivo general

- ✓ Elaborar e implementar una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del concepto reología, en la asignatura Farmacotecnia I, bajo los principios programáticos de las Teorías del Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico y la mediación a partir de la idea de ZDP de Vygotsky.

1.3 Objetivos específicos

El presente trabajo de tesis está orientado a responder las situaciones planteadas con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Conocer, identificar y describir la importancia que los docentes otorgan al concepto **Reología**, en sus asignaturas y sus implicaciones en la elaboración de los

comprimidos, en las universidades de Colombia (programas de Química Farmacéutica).

- ✓ Diseñar y elaborar actividades reológicas que faciliten a los estudiantes la solución significativa de problemas referentes a la producción de formas farmacéuticas solidas.
- ✓ Diseñar e implementar actividades en el aula que promuevan aprendizaje significativo y crítico de los elementos básicos de la tecnología farmacéutica.
- ✓ Motivar a los estudiantes para que participen activamente en las distintas acciones implementadas en la propuesta didáctica con el fin de desarrollar su sentido lógico y su comprensión del tema.
- ✓ Utilizar materiales potencialmente significativos de acuerdo con la teoría ausubeliana y en concreto, los relacionados con el concepto de **Reología** para su implementación en el aula de clase.
- ✓ Implementar la propuesta de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa en cuatro estudios, para analizar y describir los resultados en el aprendizaje de los conceptos involucrados en la asignatura Farmacotecnia I.
- ✓ Evaluar el rendimiento académico logrado en la asignatura Farmacotecnia I con la implementación de la metodología activa versus y el rendimiento logrado en la misma asignatura por un grupo testigo, donde el proceso de enseñanza se efectuó con la metodología tradicional.

1.4 Visión general de la tesis.

El contenido del documento de la tesis doctoral se ha estructurado en capítulos, organizados de manera tal, que aporten al lector una visión coherente del trabajo realizado.

En el primer capítulo se incluye una introducción, el problema que a nuestro juicio tiene el currículo del programa de Química Farmacéutica, su justificación y la motivación que

nos impulsó a su realización. En él, se ha efectuado una revisión de los trabajos de varios autores, en los cuales, se muestran las preocupaciones de éstos, por las dificultades que tienen los alumnos en la comprensión de los temas tratados en la Física, además se indaga acerca de la forma cómo se presenta el concepto de **reología** a los estudiantes por parte de los profesores. Asimismo, se incluyen las preguntas que guiaron el proceso de la tesis, discriminando sus objetivos. Finalizando este capítulo con una visión general de la tesis.

En el segundo capítulo se presenta la literatura examinada, abordando como eje central: la red conceptual **Reología**; revisando en primera instancia, los textos utilizados por los profesores del área de Tecnología Farmacéutica, para luego seguir con los trabajos realizados en este campo antes y después de que Bingham (1929) acuñara el concepto y se concluye con un estudio de los trabajos realizados en el campo de la Tecnología Farmacéutica utilizando el concepto **reología**.

En el tercer capítulo se incluyó el marco conceptual o marco teórico referencial. En él se contempla el enfoque constructivista como idea compartida universalmente en el ámbito educativo, al menos a nivel de pensamiento, aunque no ocurre lo mismo en la práctica docente, tomando como punto de partida el presupuesto de que el proceso de “enseñanza – aprendizaje”, es entendido desde una visión cognitiva y que dentro de las teorías que explican qué es y cómo ocurren esos procesos, centrándonos en la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1968; 1978; 1980; 2002) y la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005) y la noción de acompañamiento a partir del concepto ZDP de Vygotsky (1931, 1988).

El cuarto capítulo contiene la metodología de enseñanza que se utilizó para llevar a cabo las actividades en el aula, donde se incluyen, las distintas unidades temáticas que componen los capítulos de la asignatura Farmacotecnia I implementado durante los distintos estudios realizados en el desarrollo de la investigación. Es importante resaltar, que el contenido del curso Farmacotecnia I, forma parte del currículo básico por el que se regulan las enseñanzas a los estudiantes de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia en lo referente a la tecnología de producción de medicamentos sólidos, conocimientos claves en la formación del profesional de acuerdo a la ley 212 (Diario Oficial, Congreso de la República, 1995) y las estrategias didácticas implementadas.

Se ha reservado el capítulo quinto para el marco metodológica o diseño de la investigación, el cual, corresponde a un estudio de tipo descriptivo e interpretativo. Además, se relata en este capítulo en forma concisa algunos conceptos fundamentales de los paradigmas de la metodología tanto cualitativa como la cuantitativa y se concluye con una reseña de los distintos instrumentos utilizados para la recolección de los datos en los distintos estudios realizados.

El sexto capítulo se ocupa de la presentación, discusión de los datos obtenidos en los distintos estudios realizados a través de la investigación con la implementación de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa como una alternativa a la enseñanza tradicional, mostrando a su vez, la evolución, los logros y los retrocesos obtenidos por los estudiantes en las distintas actividades realizadas. También se presenta en este apartado, el análisis comparativo de los datos obtenidos, sistematizados en tablas y cuadros ilustrados con gráficos, que nos permitió encontrar diferencias y semejanzas desde las cuales se fundamentó el juicio valorativo que se presenta en torno a la efectividad al aplicar la estrategia de enseñanza en el aula, en busca del aprendizaje de los estudiantes.

En el séptimo y último capítulo de la tesis se presentan las consideraciones finales haciendo una síntesis de los cuatro estudios realizado en la fase experimental o intervención y estableciendo una comparación entre ellos en términos de similitudes y diferencias. Planteando, además, algunas perspectivas futuras en este campo de investigación.

Para finalizar, presentamos las referencias bibliográficas que orientaron este trabajo, así como los anexos correspondientes a los documentos o materiales utilizados en el desarrollo de esta investigación.

En el próximo capítulo describimos los distintos trabajos realizados en el campo de la Física, la Reología y la Tecnología Farmacéutica con el fin de soportar los conceptos que emplearemos para desarrollar la metodología de enseñanza-aprendizaje activa implementada en los distintos estudios realizados durante la tesis.

Capítulo 2
REVISIÓN DE LA LITERATURA

REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión de la literatura, estructurada de acuerdo a los criterios que se comentan a continuación en los siguientes apartados.

En primer término, se analizaron los libros de tecnología utilizados por los docentes de las Universidades del país que ofrecen el programa de Química Farmacéutica, indagando en ellos, el concepto de “reología”, para continuar luego con una serie de investigaciones previas y posteriores a que Bingham (1929) acuñará el concepto. Por último, se revisaron algunos trabajos realizados en el campo de la Física y la Tecnología Farmacéutica que involucran el concepto desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Exploración que aportó información relevante para el diseño y ejecución de la presente tesis.

Para esta revisión, se tuvo en cuenta libros e investigaciones realizados entre los años 1970 y 2014, además, se utilizó el trabajo realizado por Moreno (2006), para conocer la evolución del concepto “reología” a través del tiempo.

En la siguiente sección, iniciaremos presentando el análisis realizado a los libros de Tecnología Farmacéutica utilizados por los docentes en la asignatura Farmacotecnia I, el cual, fue efectuado teniendo en cuenta la forma en la cual es abordado el concepto “Reología” para su enseñanza en el aula.

2.1 Revisión del concepto “Reología” en los textos utilizados por los estudiantes y profesores en el campo de la Química Farmacéutica

En este apartado se analizarán cuatro textos, seleccionados siguiendo las referencias bibliográficas dada por los profesores de Tecnología Farmacéutica de las Universidades del país en las que se realizó la fase exploratoria de la investigación (Archbold, 2009). Antes de realizar el análisis, se efectuó una exploración acerca de los principios y propuestas existentes para la utilización de éstos y su implicación en la enseñanza.

Para ello, se tuvo en cuenta y se resaltó lo que nos manifiesta Moreira (2005), en uno de los principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, con respecto a la utilización de texto guía: “*principio de la no centralización en el libro de*

texto. *Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de material educativos*” (Ibíd., p. 21). Sin embargo, hoy día, el texto, tiene la acepción de herramienta usada en la sala de clases, tanto para los estudiantes como para los docentes, y como material en donde se encuentran y se desarrollan no sólo contenidos, sino también propuestas y actividades concretas para que los alumnos realicen en el salón u otros ámbitos (Manzini, 2004). También es sabido, como lo manifiesta Gómez (2010), que la inmensa mayoría de los profesores siguen siendo incapaces de imaginarse el desarrollo de la enseñanza sin apoyarse en materiales con soporte de papel. Area (2007) y Mc Clintock, (1993), enfatizan que estos se han convertido en mediadores del aprendizaje del estudiante. Adicionalmente, Area (2002), nos indica que, si son utilizados sistemáticamente y con criterios prefijados, estos facilitan la tarea del maestro, tanto en lo que se refiere a la planificación, como al desarrollo y la evaluación del proceso de enseñanza - aprendizaje. Sin embargo, esta opinión ha venido cambiando con las experiencias educativas exitosas que sugieren no utilizar libros como texto guía, soportados en los trabajos de Freinet, (1980); Freire, (1970); Neill, (1960); Kilpatrick; (1951); Dewey, (1926) y Moreira (2005), que propugnan por una enseñanza basada en la actividad y la construcción del conocimiento por parte del estudiante, más que en la reproducción y el aprendizaje memorístico basado en los libros de texto.

En este sentido, Marqués (2001)⁵, nos hace un interesante planeamiento sobre la selección del material didáctico, al manifestar: *Cuando seleccionamos recursos educativos para utilizar en nuestra labor docente, además de su calidad objetiva hemos de considerar en qué medida sus características específicas están en consonancia con determinados aspectos curriculares de nuestro contexto educativo. Y a la vez, nos propone (Ibíd.) tener en cuenta las siguientes consideraciones para su evaluación:*

- Los objetivos educativos que pretendemos lograr (como nos puede ayudar estos materiales para alcanzarlos).
- Los contenidos (su sintonía con los contenidos de la asignatura Farmacotecnia I que estamos trabajando con nuestros alumnos).

⁵ Marqués Graells (2001). La selección de materiales didácticos, los 3 apoyos clave para un buen uso de los medios, diseño de intervenciones educativas, esquema para un programa de formación continua, fuentes de información. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. Consultado en la Red el 15 de marzo de 2014, desde: <http://www.pangea.org/peremarques/orienta.htm>

- Las características de los estudiantes que los utilizarán: capacidades, estilos cognitivos, intereses, conocimientos previos, experiencia y habilidades requeridas para el uso de estos materiales.
- Las características del contexto (físico, curricular) en la Universidad de Antioquia-Colombia.

A las consideraciones trazadas por Márquez, G. (2001), se les han adicionado los aportes de Guerrero, Z y Flores, H. (2009), en cuanto a las características que los materiales didácticos deben poseer para que cumplan su labor en el proceso de enseñanza-aprendizaje, mencionados a continuación:

- ✓ Facilidad de uso. Si es controlable o no por los profesores y alumnos, si se necesita personal especializado.
- ✓ Uso individual o colectivo. Si se puede utilizar a nivel individual, pequeños grupos o en un gran grupo.
- ✓ Versatilidad. Adaptación a diversos contextos: entornos, estrategias didácticas, alumnos.
- ✓ Abiertos, si permiten ser modificados los contenidos a tratar.
- ✓ Capacidad de motivación. Para motivar al alumno/a, los materiales deben despertar y mantener la curiosidad y el interés hacia su utilización, sin provocar ansiedad y evitando que los elementos lúdicos interfieran negativamente en los aprendizajes.
- ✓ Esfuerzo cognitivo. Los materiales de clase deben facilitar aprendizajes significativos y trasferibles a otras situaciones mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden.
- ✓ Disponibilidad. Si son de fácil disponibilidad en el momento en que se los necesita.

Además, Roquet, G. y Gil, R. (2006), nos recomienda que cuando se tiene en mente la elaboración o utilización de material didáctico, se debe partir de una o varias concepciones teóricas del aprendizaje, es decir, corrientes o teorías del aprendizaje que representan la concepción de cómo los estudiantes aprenden (cognoscitivismo, constructivismo). En este caso, pretendemos que el material didáctico produzca aprendizaje significativo, lo que requiere que su contenido promueva experiencias nuevas a partir de las previas que posee el estudiante, por lo tanto, el vocabulario debe ir

progresando de acuerdo al tipo de estudiante al que está dirigido, para que de esta manera gradualmente vaya encontrando e incorporando elementos significativos.

Con todos estos referentes, se efectuó el análisis a los textos escogidos de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión:

- El primero tiene que ver con los programas de Química Farmacéutica en las cuatro universidades (Universidad Nacional, Universidad de Cartagena, Universidad del Atlántico y Universidad de Antioquia), en las cuales se efectuó la consulta a sus docentes, donde se encontró que las referencias bibliográficas de estos cursos (Farmacotecnia o Tecnología Farmacéutica), planteaban el uso de estos libros.
- El segundo motivo por el cual se seleccionaron estos textos, fue el acceso de los estudiantes a ellos, para lo cual, se realizó una revisión de los libros que tenían las bibliotecas de las cuatro ciudades donde se localizan las Universidades (Bogotá, Cartagena, Barranquilla y Medellín), estos textos eran los que los estudiantes consultaban para efectuar los trabajos asignados por los profesores.
- El tercero y último criterio es el desarrollo del concepto “reología” en estos libros y su aplicación en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos para su evaluación:

- ❖ Los contenidos.
- ❖ Los aspectos técnico-estéticos.
- ❖ Los aspectos físicos y ergonómicos del medio.
- ❖ La organización interna de la información.
- ❖ Los receptores.
- ❖ La utilización por parte del estudiante: nivel de interactividad.
- ❖ La adaptabilidad de los materiales y medios.
- ❖ Los aspectos éticos y morales.
- ❖ La estructura didáctica de la información.
- ❖ La organización del contenido en forma lógica.
- ❖ La motivación para el aprendizaje.

Es claro reiterar, que el interés de este análisis no es descalificar ningún texto, sino el de confrontar el contenido propuesto en el documento con las exigencias requeridas para el proceso enseñanza-aprendizaje en la teoría del Aprendizaje Significativo, Ausubel (2002) y, con respecto al uso del material didáctico, para ello, se establecieron las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Plantea el uso de lenguaje científico, de modo adecuado y asequible para el estudiante?,
- ✓ ¿Cómo están los temas jerarquizados, si los conceptos se plantean de lo general hacia lo específico?
- ✓ ¿Están los conceptos complementados con desarrollos matemáticos que no abrumen al estudiante?

Siguiendo todos los criterios trazados se llevo a cabo el análisis, el cual, nos suministró los siguientes resultados:

- El texto Tratado de Tecnología Farmacéutica de R. Voigt and M. Bornschein Ed. Acribia 1982.
 - ✓ En la sección 2.9 (p. 111), aborda el tema a partir de su definición empleando los conceptos en un lenguaje científico apropiado para el nivel universitario con un nivel no muy profundo de manera que el alumno pueda acceder al contenido sin mucha dificultad, luego en la (p. 165), toca tangencialmente el tema en cuanto a los sólidos pulverulentos, haciendo referencia al comportamiento de fluidez de los cuerpos newtonianos y no-newtonianos (líquidos), sin más explicaciones que permitan al estudiante tener el concepto claro al respecto de los sólidos pulverulentos.
 - ✓ En cuanto a si los temas se encuentran jerarquizados de acuerdo al planteamiento de la teoría de Ausubel (1978), el texto en su (p. 111), presenta los temas desde los conceptos más generales para luego explicitar lo específico del proceso, lo que permite al alumno comprenderlo con más facilidad, pero el contenido es tratado de una manera superficial sin ahondar en una serie de temas que requiere el alumno para resolver problemas relacionados con la producción de formas

farmacéuticas sólidas, además, el tema es abordado para las sustancias líquidas y los productos semisólidos.

- ✓ Con respecto a si el concepto tratado en el texto es complementado con un diseño matemático que no abrumba al estudiante, podemos decir que el libro utiliza en los distintos capítulos teóricos fórmulas y ecuaciones sencillas que posibilitan su comprensión y su utilización por parte del alumno.
- El texto “The Theory and Practice of Industrial Pharmacy. León Lachman, Herbert A. Lieberman and Joseph L. Kanig, segunda edición, Ed. Lea & Febiger 1976.
- ✓ En este texto, el tema es abordado a través de una serie de principios físicos muy bien explicados en todos los detalles, usando un lenguaje científico apropiado, pero como están planteados los capítulos es un material para los docentes, de donde el profesor puede seleccionar y planear actividades a realizar por parte de los estudiantes en el aula.
- ✓ El concepto “reología” no se encuentra específicamente tratado en la materia que componen los distintos capítulos, sino que se encuentra referenciado en los procesos involucrados en el cálculo de la viscosidad y en los distintos productos líquidos y semisólidos. En las secciones dedicadas a los sólidos pulverulentos, explica el proceso de elaboración de los granulados por los distintos métodos utilizados (simple mezcla, doble compactación y vía húmeda), dando especial énfasis a los cálculos relacionados con la fuerza de compresión y sus resultados en el producto final.
- ✓ En cuanto al uso de complementos matemáticos en los distintos capítulos, el libro los posee, pero los desarrollos planteados en el texto no son de fácil comprensión por parte del alumno debido a que requiere tener habilidad en el uso de integrales, y diferentes herramientas matemáticas para entender los diferentes procesos relacionados con la transmisión de fuerzas a través del sólido pulverulento en el proceso de compresión (Cap. 10, p. 296), cuando se elaboran las tabletas.

- La colección de ocho tomos de Helman, José. “Farmacotecnia Teoría y Práctica” Ed. Continental. 1982.
 - ✓ De la colección, el tomo tres, en su Cap. 21, p. 797 (Sedimentación y decantación), explica detalladamente el tema, utilizando una serie de figuras para representar el movimiento de las partículas en el seno de un fluido, permitiendo al alumno entender estos conceptos con relativa facilidad. En el tomo seis, en el Cap. 47, p. 1687 (Formas compactadas de polvos: comprimidos y granulados), explica de forma amena los conceptos: flujo, elasticidad y plasticidad de los sólidos pulverulentos y en el tomo dos, Cap. 15, p. 449 (sistemas farmacéuticos heterogéneos), expone el concepto de “reología” en un lenguaje científico asequible al estudiante.
 - ✓ En cuanto a la manera como están desarrollados los temas en un orden jerárquico, en este aspecto se puede decir que la colección no tiene los temas en un orden jerárquico muy claro, que permita al estudiante consultarlos sin la guía del docente, pues los plantea siguiendo los distintos procesos productivos de las formas farmacéuticas.
 - ✓ En cuanto a su complementación con un diseño matemático, podemos decir que el autor efectúa un abordaje a partir de fórmulas muy sencillas, lo que permite al alumno no perder el hilo del proceso, además conserva el lenguaje científico de la presentación del tópico permitiendo así una fácil comprensión del concepto.
- El libro *Farmacia: La ciencia del diseño de las formas farmacéuticas* dirigida por M.E. Aulton. Segunda edición, Elsevier. 2004.
 - ✓ El lenguaje utilizado por el autor, es de un nivel científico apropiado para el nivel universitario, el cual, es conducido a través de los distintos capítulos en forma amena, clara y motivadora, cautivando al lector, porque no tendrá ninguna dificultad para comprender los conceptos allí tratados. En la sección 4 (p. 41), plantea una serie de conceptos interconectados con la reología. Además, en el Cap. 14 (p. 199), los conceptos de reología, los relaciona con los sólidos

pulverulentos y los distintos procesos que se requiere cuando se elaboraran las formas farmacéuticas.

- ✓ Los temas se encuentran propuestos en un primer instante en forma general, a partir de allí, se llega a las especificaciones particulares de cada caso tratado como se requiere cuando se pretende realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de acuerdo a la teoría del Aprendizaje significativo de Ausubel (1978).
- ✓ En cuanto a la complementación de los capítulos teóricos con diseños matemáticos, el texto se encuentra robustecido con un buen balance entre la teoría y las ecuaciones utilizadas para desarrollar los diferentes temas, aumentando su complejidad, a medida que se profundiza en los distintos tópicos, pero siempre manteniendo su fácil comprensión. Además, en el Cap. 8, (p. 135), da cuenta del flujo de los sólidos pulverulentos, característica muy importante en la elaboración de formas farmacéuticas.

El análisis anterior, nos permitió visualizar que el concepto “reología”, es importante en el desarrollo de las formas farmacéuticas, pero su utilización, en la mayoría de los casos, se limita a los productos líquidos y semisólidos. Al consultar en otros libros: Vila Jato, (2001); García, (2003); Salazar, (2010); Lozano et al., (2012), el concepto reología, es muy utilizado para resolver problemas relacionados con el flujo de las partículas sólidas, enfatizando que es afectado por los cambios de tamaño de partícula, la densidad, la forma, las cargas electrostáticas y la humedad absorbida, factores que pueden producirse durante la etapa de formulación o en el curso de la fabricación y afectar a todo el proceso.

Otro aspecto a resaltar en la revisión de los textos, es la necesidad de evaluar “el flujo de las sustancias pulverulentas” en el proceso de compresión, debido a su marcada influencia en el peso promedio del comprimido, parámetro crítico, que se encuentra relacionado directamente con el contenido de principio activo en el producto final, situación que conduce a dos inconvenientes; en el primer caso, si el peso promedio es mayor, la forma farmacéutica estará aportando más fármaco al paciente el cual puede

ocasionar toxicidad o en el segundo caso si éste es menor, no entregara al usuario la cantidad correcta de fármaco y no se alcanzarían los niveles terapéuticos deseados.

En la siguiente sección se presenta una síntesis de los trabajos más relevantes relacionados con el desarrollo y evolución del concepto “reología”.

2.2 Investigaciones relacionadas con el desarrollo y evolución del concepto *reología*

Para abordar las distintas investigaciones en relación al desarrollo y evolución del concepto “reología”, nos apoyaremos en la revisión realizada por el profesor Moreno (2006)⁶, en el curso de “reología aplicada”, donde a través de una serie de investigaciones, nos muestra el proceso que ha experimentado el concepto en el tiempo.

A continuación, mencionamos los trabajos más significativos al respecto del desarrollo y evolución del concepto “reología”.

- En el primer período de tiempo, el autor (Ibíd.), agrupa los trabajos bajo la nominación de “materiales ideales”, en el cual, relacionó las siguientes investigaciones: A los de Arquímedes (250 a. C), donde se encuentran los fundamentos en hidrostática, estática y la explicación del principio de la palanca; de Newton (1687), donde se establecen las leyes de la mecánica, conformando los conceptos que explican los sólidos o cuerpos rígidos perfectos; de Hooke (1687), en donde se describe la respuesta mecánica de un sólido sometido a una deformación; los de Young (1807), conformadas por el módulo elástico, en el cual demostró que la constante de proporcionalidad era una propiedad intrínseca del material; de Cauchy (1827), donde planteó la primera ecuación fundamental de la elasticidad; de Pascal (1663), donde estableció que la presión en un líquido es igual en todas las direcciones, luego surgió el campo de la hidrodinámica, cuyo desarrollo fue posible merced a los trabajos de Bernouilli, (1738); Euler, (1755) y por último, en este grupo los trabajos de Newton sobre la viscosidad; Hagen, (1839) y Poiseuille, (1841), sobre la velocidad de flujo y Navier , (1823); Stokes, (1845) sobre las leyes de movimiento de fluido reales.

⁶ Moreno R., curso de Reología aplicada, centro politécnico superior universidad de Zaragoza, 23-24 de febrero 2006.

- El segundo periodo de tiempo de evolución del concepto, correspondió a los trabajos realizados sobre el comportamiento elástico de los sólidos; como respuesta de los experimentos realizados por Weber (1835) y los trabajos de Maxwell (1867) quien desarrolló un modelo matemático, para describir flujos que, a su vez presentan ciertas propiedades elásticas, esto es, elementos asociados a la respuesta de un sólido, dando origen a la viscoelasticidad. Hasta ahora los modelos planteados son lineales, lo que supone una proporcionalidad directa entre la carga aplicada y la deformación o velocidad de deformación producida.

- Para terminar esta evolución con la génesis del concepto en 1929 por Eugene Cook Bingham (1929), la cual define como: “la rama de la Física, que tiene por objeto el conocimiento de la deformación y flujo de la materia”. Aunados a los trabajos sobre otros parámetros reológicos como: El punto de flujo o la plasticidad que aparece en los modelos lineales Bingham (1922); los trabajos de Osteald (1925); Waele (1923) y la de Herschel-Bulkley (1926), donde se plantean las ecuaciones que describen el comportamiento de flujo no lineal (dependiente de la velocidad de cizalla). Adicionalmente, se incluyeron otros modelos: el de Casson (1956) y los viscoelásticos no lineales, como los de: Zaremba, (1903); Jaumann, (1905) y Poynting, (1913).

En esta sección presentaremos los trabajos realizados después de la génesis del concepto “reología”, mostrando que su ámbito de aplicación se ha extendido a otras aéreas, donde se han formulado nuevos puntos de vista y se han explicado otras situaciones problemáticas, estableciendo criterios para su resolución, especialmente en la Ciencia Farmacéutica y la Biotecnología. Al respecto, Doraiswamy (2006)*, en su artículo en línea, nos presenta una serie de investigaciones donde se evalúan y proponen herramientas para resolver problemas relacionados con el flujo de los distintos materiales sólidos utilizados en el área farmacéutica.

A continuación, hacemos referencia a dichas investigaciones relacionadas por Doraiswamy (2006):

* DeepakDoraiswamy. TheOrigins of Rheology es un artículo en línea, www.rheology.org/sor/publication/rheology_b/Jan02/origin_of_rheology.pdf consultado el 3 de septiembre del 2006

- En el primer grupo, son analizados los artículos vinculados a las distintas ecuaciones que nos permite estudiar el flujo de las sustancias, entre los cuales, se mencionan los efectuados por: Oldroyd, (1950); Truesdell, (1952); Rivlin and Ericksen, (1955); Giesekus, (1962); White-Metzner, (1963) y que están relacionados con modelos diferenciales para describir el flujo para aplicaciones industriales; Green and Rivlin, (1957); Coleman and Noll, (1961), proponen los modelos integrales que consideran que el esfuerzo en cualquier posición y tiempo, depende de la historia previa de la deformación. A Kuhn, (1934); Rouse, (1953); Zimm, (1956); Kirkwood, (1967); Bird et al., (1987), se les atribuye los modelos moleculares.

- En el segundo grupo, se relacionan los trabajos que tienen que ver con la caracterización reológica de los materiales, entre los cuales se mencionan, los elaborados por: Eisenschitz et al., (1929); Money, (1931; 1936); Schofield and Blair, (1930); Pearson and Petrie, (1968); Graessley, (1977); Ramamurthy, (1986), que describen el flujo de los materiales bajo cizalla y las condiciones de contorno de no deslizamiento; Lander, (1945); Weissenberg, (1947); Markowitz, (1957); Philippoff, (1957); Ginn and Metzner, (1969); Binnington and Boger, (1985), ponen de manifiesto el papel de los esfuerzos normales para diversas aplicaciones; Eisenschitz and Philippoff, (1933); Schofield and Scott Blair, (1932); Leaderman, (1943); Cox-Merz, (1958); Doraiswamy et al., (1991), realizan estudios dinámicos de baja deformación inicial; Freundlich and Bircumshaw, (1926); Cheng and Evans, (1965); Newis, (1979); Barnes, (1997), llevan a cabo estudios sobre el fenómeno de tixotropía; Merrington, (1943); Treolar, (1944); Ballman, (1965); Cogswell, (1969); Metzner, (1968); Meissmer, (1969); Dealy et al., (1976); Spearot and Metzner, (1972); Laun and Munstedt, (1978); Sridhar and Gupta, (1985), desarrollaron los estudios de la reología elongacional, así como la instrumentación adecuada para estos.

- En el tercer grupo, se relacionan los trabajos de: Leslie, (1968); Ericksen, (1961); Doi, (1981); Wissbrun, (1985); Doraiswamy and Metzner, (1986); Marrucci and Greco, (1992); Taylor, (1943); Krieger-Dougherty, (1959); Rumscheidt and Mason, (1961); Leal, (1975); Batchelor, (1977); Folgar and Tucker, (1984); Khan and Armstrong, (1986); Acrivos and Shaqfeh, (1988); Mewis et al., (1989), donde se plantean procesos de optimización de diferentes materiales y los avances

experimentados en la química de superficies y coloides; también encontramos en estos artículos el desarrollo de ecuaciones que describen la reología de suspensiones y permiten evaluar la estabilidad de las mismas, en relación con los potenciales de integración entre partículas.

- En el último grupo, se han relacionado los trabajos referentes a la reología computacional, en los cuales, se destacan los realizados por: Winslow, (1949); Parthasarthy and Klingenberg, (1996), donde utilizan técnicas como: el método de elementos finitos o los métodos espectroscópicos; Turner et al., (1956), Gottlieb and Orzag, (1977), Cruse and Risso, (1968), Yoo and Joseph, (1985), Beris et al., (1987), Walters and Tanner, (1992), Crochet and Walters, (1993), Adler and Wainright, (1957), Ashurst and Hoover, (1975), Evans and Morís, (1988), Davis and Todd, (1998). Estas investigaciones nos muestran el modelo de la dinámica molecular, donde son relacionados la microestructura del sólido con las propiedades reológicas macroscópicas, haciendo uso de la mecánica estadística.

Además, en la gran cantidad de artículos sobre el concepto “reología”, se encontró que existe alrededor del mundo, grupos de investigación que conforman comunidades académicas, bajo la denominación de “Sociedad de Reología” cuya finalidad es la de promover el desarrollo y fomentar la investigación en esta área, a modo de ejemplo mencionaremos algunas de éstas: Sociedad Britania, Sociedad Europea, Grupo español, Sociedad de los Estados Unidos de América, Sociedad Canadiense y Sociedad Japonesa, entre otras. Adicionalmente, estas agrupaciones, han generado una diversidad de revistas (*Applied Rheology*, *Rheologica Acta*, *Journal of Rheology*, *Korea-Australia Rheology Journal*, *Journal of non-newtonian fluid mechanics* and *Journal of the society of Japan*, etc.), con el objeto de difundir los resultados obtenidos de las reuniones, congresos y foros de debate en este campo de la ciencia.

Esta revisión, nos proporcionó los documentos y los conocimientos disponibles en el ámbito de las ciencias, relacionados con el flujo y la deformación que experimentan los diferentes materiales al ser sometidos a distintas fuerzas, como apoyo conceptual en los requerimientos necesarios para desarrollar los temas que se implementaron durante las actividades en el aula en el transcurrir de los distintos estudios realizados en el desarrollo de la tesis.

En la siguiente sección son descritos los trabajos realizados en el campo específico de la Tecnología Farmacéutica, y sus implicaciones en el diseño de los medicamentos sólidos.

2.3 Investigaciones relacionadas con el concepto *reología* en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Presentaremos inicialmente en esta sección, los principales resultados encontrados sobre uso del concepto “reología” en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Es importante antes de analizar los trabajos realizados en el campo de la Tecnología Farmacéutica, precisar algunas situaciones cuando se efectúa la producción de los comprimidos. En primer lugar, su elaboración requiere diferentes sustancias, entre las cuales, están los principios activos, los diluyentes, que confieren el volumen adecuado al comprimido; los absorbentes, agregados cuando los principios activos son de consistencia líquida, blanda o son delicuescentes; los desintegrantes, que contribuyen a su división rápida en los fluidos gastrointestinales; los aglutinantes, que le permiten lograr una consistencia adecuada, y los lubricantes, que evitan la adherencia de los comprimidos a las matrices y punzones de las máquinas de comprimir. Además, estos últimos proporcionan la fluidez necesaria a la mezcla de polvos o granulados en las tolvas de alimentación de las máquinas de comprimir, permitiendo el perfecto llenado de la matriz y la uniformidad de peso de los comprimidos. Es importante destacar que estas formulaciones son mezclas de sólidos pulverulentos, por lo que se requiere comprender y controlar su comportamiento reológico.

En la figura 1 se muestran los distintos procesos requeridos para la elaboración de formas farmacéuticas sólidas en las cuales el estudio reológico es importante y crítico. Por ejemplo, si analizamos el proceso de compresión: vemos que requiere de un llenado volumétrico de las matrices de la tableteadora, situación que demanda que el granulado preparado para la elaboración de comprimido posea un tamaño uniforme de partícula y que fluye correctamente, de lo contrario el proceso de llenado de las matrices en el proceso de compresión se efectuara en forma no adecuada generando como resultado un producto que no cumplirá las especificaciones de peso ni de concentración del principio activo requerido para que el medicamento sea utilizado.

En consecuencia, esta gran variedad de sustancias que es preciso agregar si no se controlan y analizan con el rigor necesario, pueden alterar, en muchos casos, las características del proceso de cesión del principio activo desde las formas farmacéuticas sólidas al paciente. Esto explica la existencia de una gran variedad de trabajos enfocados a solucionar los problemas que en algunos casos colocan a las formas farmacéuticas sólidas con el sello de “interrogación” sobre su biodisponibilidad.

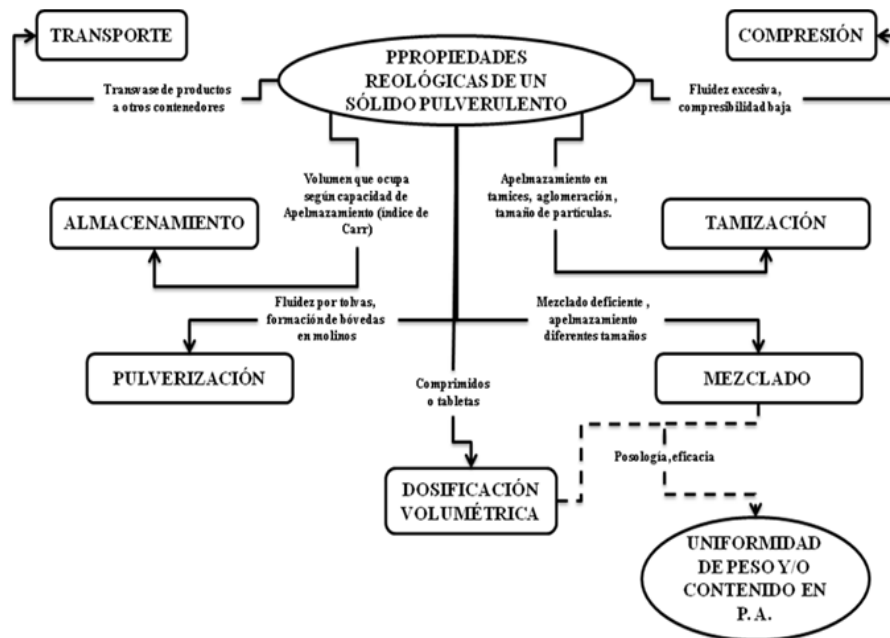


Figura 1. Procesos de elaboración de formas farmacéuticas en las cuales el estudio de las propiedades reológicas es importante y crítico (Tomado de Lozano et al. 2012).

Como se ha presentado en los distintos apartados y en la figura 1, el estudio reológico de los sólidos pulverulento es fundamental para el trabajo y desarrollo de las formas farmacéuticas sólidas, en consecuencia, su revisión fue altamente interesante en los siguientes dos aspectos:

- ✓ El primero, tiene que ver con la caracterización de los sólidos pulverulentos, la cual se realiza a través del estudio granulométrico, que comprende básicamente la evaluación del tamaño, la distribución de tamaños y la forma de las partículas que lo constituyen. Esta caracterización es de gran importancia debido a que afecta el desarrollo de numerosas operaciones básicas (mezclado, dosificación, envasado) y a las propiedades de las formas de dosificación (comprimido), como las que a continuación mencionamos:

- ❖ Existe una relación inversa entre el tamaño de la partícula y la superficie específica de los sólidos, por lo tanto, determina una serie de procesos superficiales, como la disolución.
 - ❖ En el caso de los excipientes, el tamaño de la partícula condiciona su actuación, como los lubricantes.
 - ❖ La operación de mezclado está influenciada por el tamaño de las partículas elementales constituyentes.
 - ❖ Condicionan otras propiedades, como su densidad aparente, que es crítica en la elaboración de comprimidos, debido a la intervención de procesos de llenado volumétrico.
- ✓ Y el segundo, está relacionado con las propiedades de flujo y de deformación de los materiales (ángulo de reposo, compresibilidad, índice de Carr), referente a que:
- ❖ La mayoría de los sólidos pulverulentos presentan como característica común oponer resistencia a moverse.
 - ❖ El comportamiento de los sólidos pulverulentos en el estudio de deformación de los materiales, puede presentar características plásticas o elásticas, situación que incide en el proceso de compresión.

En este sentido, Lozano, et al. (2012) enfatizan que, para la elaboración de medicamentos, la primera dificultad que se tiene, es que los principios activos o fármacos, son en general inadecuados para ser administrados al organismo, sin que éstos sean incluidos en una forma farmacéutica, por consiguiente, la Farmacia Industrial o Galénica ha desarrollado diversas tecnologías para que estas sustancias que hacen parte de los medicamentos sean suministrados y utilizados por los pacientes de acuerdo a la vía de administración más eficaz.

Estos procesos, requeridos para transformar los distintos materiales en un medicamento, se presentan en el Cuadro 1, donde se describen las investigaciones relacionadas a estos desarrollos cuando se elaboran formas farmacéuticas. Adicionalmente, en el Cuadro 2, se muestran los trabajos relacionados con los distintos componentes de las formulaciones requeridas para lograr las especificaciones de los distintos productos. Sin embargo, a pesar de que se han efectuado un gran número de trabajos en este campo, sólo se mencionan en los Cuadros, aquellos relacionados con la enseñanza del concepto en lo tocante al desarrollo, diseño y producir formas farmacéuticas sólidas.

Cuadro 1. Trabajos realizados en el campo de Tecnología Farmacéutica en cuanto a procesos de elaboración de productos sólidos relacionados con la enseñanza-aprendizaje.

TITULO DEL TRABAJO		AUTOR /ES, AÑO
Mezclado	Mezclado y recubrimiento de polvo por vía seca.	M. Alonso and F. J. Alguacil (1999).
	Una visión ingenieril del mezclado de polvos farmacéuticos.	Harnby Norman (2000).
Caracterización de partículas	El uso de los factores de la forma y su significación en análisis de tamaño de partícula.	W.H.M. Robins, B.Sc., (1954).
	Análisis de la caracterización física y el tableteo de materiales a base de calcio- fosfato.	Ángel Muñoz-Ruiz, Trinidad Payán Villar, Nuria Muñoz Muñoz, M. Carmen Monedero Perales, M. Rosa Jiménez-Castellanos (1994).
	Propiedades del proceso de tableteo a partir del nuevo granulado de celulosa micro cristalina.	Ángel Muñoz-Ruiz, M. Victoria Velasco Antequera. M. Carmen Monedero Perales, M. Rosa Jiménez- Castellanos B.(1994).
	Caracterización física de drogas polimórficas: Una estrategia integral para la caracterización.	Lian Yu, Susan M. Reutzel and Gregory A. Stephenson (1998).
	Propiedades mecánicas de los polvos para compactación y tableteo: Una revisión.	Sunil Jain (1999).
	Caracterización de partículas por medio de ultrasonido.	Malcom J. W. Povey (2000).
Fluidez de sólidos a granel	Determinación de la fluidez de sólidos a granel mediante una célula de cizallamiento.	M. Victoria Velasco Antequera, Ángela Muñoz Ruiz, M. Carmen Monedero Perales y M. Rosa Jiménez-Castellanos Ballesteros (1993).
	Evaluación <i>In vitro</i> de un complejo Polímero-Morfina: Estudio de disolución y su comportamiento con respecto al flujo.	Mercedes Fernández-Arévalo, Josefa Alvarez-Fuentes, Ana Iruin, y Maria Angeles Holgado.(2004).
	Eficiencia de la dosificación volumétrica con relación a las propiedades volumen, flujo y forma de los polvos.	R.E. Freeman, J.R. Cooke, L.C.R. Schneider (2007).
	Estudio comparativo de cinco excipientes para compresión directa: Prueba reológicas.	J. M. Borrero, M.R. Jiménez Castellanos, C. Fauli (1988)
	Evaluación experimental de la reología de los polvos.	O.E.Cassidy and W.I. Thomas (2001).
	Uso del reómetro de polvo para determinar la propiedad de flujo y la eficiencia de la lubricación en sistemas de partículas farmacéutica.	Charu V. Navaneethan, Shahrzad Missaghi and Reza Fassihi (2005).

Cuadro 2. Trabajos realizados en el campo de la Tecnología Farmacéutica relacionados con el mejoramiento de los componentes auxiliares de las formulaciones de los productos sólidos relacionados con la enseñanza-aprendizaje.

TITULO DEL TRABAJO		AUTOR /ES, LUGAR Y AÑO
Excipientes	Desarrollo experimental de un excipiente para la fabricación de productos farmacéuticos sólidos.	Otto Raúl Torres Wohlers Trabajo de graduación. Guatemala, marzo de 2011.
	Los excipientes y su funcionalidad en productos farmacéuticos sólidos.	Leopoldo Villa fuerte Robles (2011) revista Mexicana de ciencias farmacéuticas.
Reología	Vesículas Liposomales estabilizadas con quitosano estudio reológico.	G. Porras, A. O. Vila, F. Molina, M. Sibaja, S. Madrigal-Carballo <i>Revista Iberoamericana de Polímeros</i> Volumen 9(6), Diciembre (2008).
	Modelos reológicos aplicados amasas de trigo y maíz.	Eduardo Rodriguez Sandoval , Alejandro Fernandez quintero y alfredo Ayala Aponte <i>Revista Ingenieria e investigacion</i> (58) vol. 25, No 2, Agosto 2005, 87-93.
	Propiedades químicas, fisicoquímicas y reologicas de masa y harina de maíz nixtamizado.	Luis A. Bello-Pérez ¹ , Perla Osorio-Díaz, Edith Agama-Acevedo, Carmen Núñez-Santiago y Octavio Paredes-López. <i>Agrociencias</i> Volumen 36, Numero 3, mayo-junio 2002.
	Reología y Estabilidad de Excipientes para Productos Dermatológicos, elaborados con concentraciones variables del mismo emulgente.	Susana A. LAVASELLI y Rodolfo J. RASIA <i>Acta Farm. Bonaerense</i> 23 (1): 59-66 (2004).
	Estudio experimental de la viscosidad de un fluido magneto-reológica base de magnetita mineral.	F. Donado, C.Y. Mendoza, R. Valencia y J.A. Santiago-García <i>Revista Mexicana de la física E</i> 53 (1) 31–40 Junio 2007.
	Estudio preliminar del comportamiento reológico bajo compresión unidireccional de la pulpa de plátano.	Héctor José Ciro Velásquez, Fabián Armando Monroy Laiton, Elkin Alonso Cortés Marín. Universidad Nacional de Colombia, Dyna, Año 75, Nro. 155, pp. 155-161. Medellín, Julio de 2008.
	Propiedades Reológicas de Melados de Caña de Azúcar.	Magdalena Mechetti ¹ , Azucena del R. Gómez López ¹ y Alberto Balella ² <i>Investigación y Desarrollo</i> 33: (2011)
	Generación de Spray por Vibración de un Fluido Viscoelástico.	Gabriel Ferreyra ¹ , Sonia Lustig ¹ , Marta Rosen ^{1*} y Cecilia Cabeza ² <i>Información Tecnológica Vol. - 20 N°1 – 2009.</i>
Comprimidos	Influencia del tamaño de partícula en la estimación del umbral de percolación en comprimidos matriciales inertes elaborados en prensa hidráulicas y tableteadoras excéntricas.	Luz Marina Melgoza C., Xochitel Espinosa B., Ana Laura Hernández G., Juan Carlos Ruiz S. Nancy Venteño J. <i>Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, Oc-Di.</i> Año/vol. 36 No 04 México 2005.
	Formulación y manufactura de productos para la higiene personal y cosmética.	Eduardo Hilgert Valderrama Tesis para optar el título de Licenciado en Química Lima, marzo de 2012.
Modelación de movimiento	Modelación del movimiento de un cuerpo rígido en un medio viscoso.	Christian Muñoz V., Marcela A. Cruchaga y Diego J. Celentano. <i>Mecánica computacional</i> vol. XIV, Argentina noviembre 2005 MECOM 2005 – VIII Congreso Argentino de Mecánica Computacional.

Para la selección de los trabajos presentados en los Cuadros 1 y 2, se tuvo en cuenta la preocupación de la Industria Farmacéutica para resolver el problema de trasladar los procesos de elaboración de comprimidos por el método húmedo, seco o compactación al

de “compresión directa”, en la cual, cada uno de los componentes de la fórmula mantiene sus propiedades individuales y estas contribuyen a las de la mezcla, mientras que en la técnica de la granulación las características individuales de las partículas se pierden y, en consecuencia, no desempeñan un papel significativo (Armstrong, 1997). La simple mezcla es considerada más eficiente que las otras, por ser más rápida y menos compleja la elaboración de comprimidos. Si bien parece una técnica bastante sencilla, requiere una buena fluidez y compresibilidad del sólido pulverulento, en aras de llenar uniformemente la cavidad de la matriz y formar un compacto (Gôzco et al., 2000), lo que ha direccionado el diseño de nuevos conceptos de máquinas de comprimir, así como el desarrollo de nuevos y más versátiles excipientes que posean las características deseadas (Shieout et al., 2000).

En consecuencia, esta gran variedad de sustancias que es preciso agregar, pueden alterar, en muchos casos, las características del proceso de cesión de principios activos desde las formas farmacéuticas sólidas, por ello, la gran variedad de trabajos enfocados a solucionar los problemas que en algunos casos ponen a las formas farmacéuticas sólidas, con el sello de duda en la biodisponibilidad de estos (Fernández - Arévalo et al, 2004). Otros se orientan hacia el desarrollo de excipientes multifuncionales (Borrero et al, 1988), también se deben a diferentes técnicas de granulación (Torres Wohlers, 2011) y una oferta de gran cantidad de excipientes, como; la lactosa “spray dried” (Gunsel et al., 1963), el Avicel[®] PH 101, 200, etc., Starch 1500[®], Emcompress[®], Nutab[®], Di-Pac[®], Emdex[®], etc. (el símbolo en cada uno de los nombres, están relacionados con las marcas registradas del producto comercial). La mayoría de estos componentes son el resultado de diferentes modificaciones (cristalización, granulación o aglomeración, deshidratación, pregelatinización), realizadas con el objeto de obtener partículas con el tamaño y la estructura adecuada para conseguir una granulometría y unas características tanto reológicas como de compresibilidad adecuadas para un correcto comportamiento en el proceso de compresión directa (Shangraw et al., 1993).

Todo lo anterior, nos proporciona la red conceptual científica de “reología”, requerido para dilucidar y desarrollar los dos aspectos primordiales (flujo y deformación) en la elaboración de forma farmacéutica (comprimido o tableta).

En la próxima sección, se describen los estudios relativos a la enseñanza de los conceptos de la física cuyo referente teórico es la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

2.4 La enseñanza de la Física desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo.

Entre los estudios que se fundamentan en la Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel para formular propuestas encaminadas a atender los procesos de enseñanza-aprendizaje en el campo conceptual de la mecánica de fluidos, dinámica, cinemática y la ley de elasticidad de Hooke, presentamos los siguientes:

López, et al. (2004, p. 147) proponen que cuando se analizan estudios que se fundamentan en la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, debemos precisar lo siguiente: *“antes de comenzar un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje, es necesario establecer los conocimientos previos de los estudiantes y su influencia en aprendizajes posteriores”*. Esta afirmación, sustentada ampliamente por Ausubel (1978) y reafirmada por Moreira (2000, p. 9), quién resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: *“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”*

En consecuencia, las propuestas que buscan un Aprendizaje Significativo se fundamentan en el supuesto de que el alumno aprende los contenidos objeto de enseñanza mediante una construcción activa a partir de “lo que sabe”. No obstante, Jiménez Gómez, et al. (1994; 1997) encontraron que las distintas propuestas sobre “lo que el alumno sabe” han estado poco coordinadas. Así, la metodología de investigación no es compartida, los objetivos últimos no están definidos, las implicancias en el aula tampoco han sido coordinadas y la terminología no ha sido consensuada. Estos mismos autores (Ibíd., 1997) sostienen que es necesario realizar un estudio profundo acerca de las metodologías y marcos teóricos que subyacen en los trabajos de investigación y, a partir de ahí, intentar confluir lo que otros educadores e investigadores han reclamado: *la necesidad de realizar una reflexión teórica, respecto a los paradigmas educativos que han surgido de la filosofía de la ciencia (Giorgi, et al. 2005, p. 84).*

Así los trabajos de Gilbert et al, (1982) coinciden con McCloskey (1983) en señalar dos aspectos importantes a tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias. *Uno de ellos se relaciona con el lenguaje cotidiano; muchas palabras en ciencia son usadas de una manera alternativa en el lenguaje cotidiano. A menudo un estudiante puede escuchar o leer un enunciado en ciencia y darle sentido usando la interpretación cotidiana de la palabra. Dicha interpretación no es coincidente con la que intenta enseñar el docente o transmitir el escritor de un libro. El otro aspecto está relacionado con que es frecuente que los estudiantes asignen a los objetos significados de una magnitud física como por ejemplo fuerza, momentum, energía, etc., en situaciones físicas reales que no pueden justificar. Para algunas magnitudes físicas como por ejemplo fuerza, esta tendencia de los estudiantes conduce a dificultades considerables en el aprendizaje, particularmente, en apreciar la naturaleza abstracta de estos conceptos y sus relaciones. (Citado por Giorgi, et al. 2005, p. 84).*

Con este contexto, nos referiremos a un gran número de trabajos sobre concepciones de los estudiantes realizados en los últimos años, en los cuales, los temas más tratados han sido los considerados como más básicos dentro del marco teórico de esta tesis. En el área de física, se han tratado ampliamente temas de cinemática y dinámica (velocidad, aceleración, fuerza entre otros.) dentro del campo de la mecánica (Carrascosa y Gil, 1992), los contenidos referentes a intensidad de corriente eléctrica, voltaje y resistencia en circuitos sencillos de corriente continua en electricidad (Duit y von Rhöneck, 1998). Sin embargo, conceptos básicos de magnetismo han sido escasamente investigados en niveles de primaria (Barrow, 1987; Erickson, 1994; Bar et al., 1997) y secundaria (Maarouf y Benyamna, 1997; Seroglou et al., 1998; Borges y Gilbert, 1998; Borges, 1999).

Así mismo, Quintero et al. (2011), nos plantean los inconvenientes que tienen los alumnos para comprender y diferenciar los conceptos de velocidad y rapidez. En ese mismo sentido (Martinez, 1999), nos manifiesta, que, a pesar, de los esfuerzos por diferenciar dichas conceptualizaciones no han logrado reducir las dificultades que persisten en la construcción del conocimiento sobre el saber científico en torno a la velocidad y la rapidez. Adicionalmente, diversas investigaciones realizadas (Rodríguez et al., 2008 y Martínez, 1999), han mostrado que un alto número de los estudiantes

llegan al nivel superior con graves problemas conceptuales acerca de la velocidad y la rapidez, y más aún, cuando deben definir el significado con precisión.

Otros trabajos relacionados con la enseñanza que encontramos en la revisión fueron los realizados por: De Watts y Zylbersztajn, (1981); Sebastia, (1984); Terry et al., (1985); Hewson, (1990) y Veit et al., (2002), donde plantean y demuestran que los alumnos llevan a la clase un conjunto diverso de ideas que en ocasiones les han sido enseñadas o son producto de sus propias experiencias, pero, de cualquier forma, difieren enormemente de la interpretación newtoniana, que es la que se aborda en esta propuesta de investigación.

En particular Concari et al. (1999), efectuaron la revisión del contenido de quince libros de física de nivel universitario, con el objetivo de interpretar el modo en que son enunciadas las manifestaciones del fenómeno de rozamiento, los modelos explicativos, las leyes empíricas y los ejemplos sobre *fuerza de fricción*. Eötvös (1994); Ringlein y Robbins, (2004) y Carvalho y Sampaio, (2005) concluyendo que, en la enseñanza, el concepto ha sido abordado de manera parcial, e identifican inconsistencias en el tratamiento del tema.

Al respecto, Caldas y Saltiel, en el artículo "Sentido das forças de atrito e movimento - I" (1999a), discuten el carácter usualmente atribuido al sentido de la *fuerza de fricción* estática y cinética, ejercidas sobre superficies en contacto secas y no lubricadas, a partir de las dificultades presentadas por los alumnos en el estudio de este fenómeno. En otro artículo, "Sentido das forças de atrito e movimento - II: Uma análise dos livros utilizados no ensino superior brasileiro" (1999b), los autores parten de la consideración de las dificultades y las ideas presentadas por los alumnos al estudiar las leyes de la fricción, y hacen un análisis del contenido de los libros más utilizados en la enseñanza superior brasileña en lo que se refiere específicamente al sentido atribuido a la fuerza de fricción. Considerando lo anterior, y pretendiendo indagar cuáles son las relaciones conceptuales que establecen los alumnos entre *fuerza de fricción* y conceptos subyacentes a éste, en la etapa exploratoria de la investigación se aplicó al grupo de estudiantes un cuestionario de indagación sobre estos temas, obteniendo unos resultados que demuestran que la mayoría de los estudiantes no ha logrado un proceso de

conceptualización de dichos conceptos, lo cual no les permite relacionarlos con otros como *velocidad, aceleración, fuerza normal, coeficiente de fricción, etc.*

Además, Lara-Barragán (2008, p. 253), en una serie de investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de fuerza y trabajo, nos presenta los resultados obtenidos sobre lo que piensan los estudiantes que ingresan al primer nivel de estudio superior, sobre estos temas:

- ❖ *Que solo los seres vivos pueden aplicar fuerzas. Por ejemplo, en el contexto gravitacional, les es difícil entender que una mesa aplica una fuerza hacia arriba a un objeto, o que cuando se golpea una pared, ésta aplica una fuerza a la mano. En general, que las fuerzas, tal como se entienden en física, son solamente alguna forma de influencia sobre el movimiento de un objeto; por ejemplo, la fricción es algo que hace que los objetos en movimiento se detengan.*
- ❖ *Que es una verdad incontrovertible lo que se ha denominado una teoría del ímpetu del movimiento. Por ejemplo, alrededor de un 75% piensan que un objeto lanzado hacia arriba tiene una “fuerza de lanzamiento” o “fuerza de la mano” que lo mantiene en movimiento vertical hacia arriba aún después de estar en contacto con la mano que, si no hay fuerzas aplicadas a un objeto, éste se encuentra en reposo o llega al reposo inmediatamente.*
- ❖ *Que, en general, la fuerza es proporcional a la rapidez de un objeto.*
- ❖ *Que la tercera ley de Newton es un enunciado meramente retórico, ya que está en franca oposición con el sentido común.*

En este sentido García-Sandoval et al., (2013), elaboraron e implementaron una estrategia didáctica para la enseñanza de la Física y el desarrollo del pensamiento crítico, en la cual, lograron resultados satisfactorios, afirmando que *“todos los profesores que han utilizado estrategias didácticas centradas en el alumno y su aprendizaje, o métodos de enseñanza activos”*, han experimentado resultados positivos con sus estudiantes (Ibíd., p. 74).

Como resumen de los diferentes aportes de la revisión de la literatura podemos inferir, las siguientes anotaciones que planteamos en el próximo apartado.

2.5 Inferencias acerca de las investigaciones sobre el concepto de “reología”.

Como primer elemento preocupante que se vislumbra en el panorama de esta revisión, aparece la caracterización de los sólidos pulverulentos, en especial, la que se refiere a sus propiedades reológicas, que resultan muy complejas, debido a que son sistemas discontinuos formados por partículas individualizadas; es decir, su comportamiento depende de las características intrínsecas del material: como su estructura molecular o su pureza, además, debe considerarse un número de propiedades asociadas a las partículas individuales que los componen, entre las que el tamaño y la forma de las partículas ocupan un lugar muy destacado.

En este sentido, se encuentran un gran número de trabajos: Alonso, (2001), sobre el efecto de la forma y el tamaño de las partículas sobre la velocidad de sedimentación gravitacional de suspensiones; Díaz et al. (2001), referente a la Micronización: y su aplicación en la elaboración de formas farmacéuticas terminadas; Sáez et al., (2004) acerca de la liberación controlada de fármaco y micropartículas y Gil et al., (2009), relacionado con el efecto del solvente de recristalización y el tamaño de partícula sobre la humectabilidad.

De ahí, y dada la importancia de los sólidos pulverulentos en tecnología farmacéutica, junto a la popularidad de los comprimidos, acoplado al entendimiento cada día mejor del conocimiento de la física de la compresión y de las variables del proceso de fabricación, se considera la formulación y elaboración de comprimidos como ciencia (Czelsler et al., 1990; Sam et al., 1997).

Otra situación a tener en cuenta, es que las características granulométricas: tamaño, distribución y forma, desempeñan un papel fundamental en el comportamiento de los sólidos pulverulentos, debido a que inciden en el desarrollo de algunas operaciones básicas y en las especificaciones de las formas de dosificación de medicamentos a que dan lugar. Para enfatizar en la importancia de la situación anterior, se insiste en el hecho de que el tamaño de partícula debe adaptarse a la vía de administración a la que se va a destinar, un buen ejemplo de ello son los productos farmacéuticos para ser inhalados, en

los cuales, el fármaco o principio activo o droga debe poseer un tamaño tal, que pueda acceder eficazmente a la zona de actuación en el árbol respiratorio y no sean expulsados con el aire espirado, como es reiterado por (Aulton, 2004, p. 474) *“La propiedad física más importante de un aerosol para inhalación es su tamaño. El tamaño de las partículas de un aerosol se suele expresar calculando su diámetro aerodinámico”*. Por otra parte, existe una relación inversa entre el tamaño de partícula y la superficie específica de los sólidos. Esta relación determina que una serie de procesos superficiales, como la disolución, transcurran a una velocidad que depende de la granulometría del sólido.

En lo referente a las sustancias auxiliares en unos casos, el tamaño de partícula condiciona su actuación. Así, los agentes lubricantes deben estar constituidos por partículas de tamaño pequeño para que actúen como tales. Otro buen ejemplo de esta situación, se da en las operaciones básicas (mezclado de sólidos), cuyo resultado se encuentra altamente influenciado por el tamaño de las partículas involucradas.

Por último, la granulometría de los sólidos pulverulentos condiciona otras propiedades, como su densidad aparente, la cual, constituye un dato crítico en la elaboración de las formas de dosificación sólidas, como cápsulas o comprimidos (tabletas), en la que intervienen procesos de llenado volumétrico.

De lo anterior se desprenden las inquietudes de los docentes en conseguir: *“¿Cómo hacer más eficaz la comprensión del conocimiento científico en los estudiantes y lograr un desempeño cualificado en la diversidad de tareas que demanda la sociedad actual?”* (Caballero, 2005, p. 43). En este sentido, percibimos que se están realizando todos los esfuerzos, tanto en las escuelas como en las universidades, con el fin de que el alumno adquiera e interiorice los conocimientos en una forma significativa, y que el aprendiz pueda usarlos y aplicarlos de manera acertada en la resolución de los problemas a los cuales se verá abocado en el transcurrir de su existencia en el entorno cotidiano profesional.

Esta revisión nos proporcionó los elementos conceptuales y las herramientas necesarias para plantear nuestro marco teórico y la metodología de enseñanza que desarrollaremos en los próximos capítulos de la tesis.

Capítulo 3
MARCO TEÓRICO

Si quieres aprender, enseña.
Marco Tulio Cicerón

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta el marco teórico en que se fundamenta esta investigación, centrada en la enseñanza y aprendizaje de la red conceptual reología y sus implicaciones en la producción de formas farmacéuticas sólidas, desde las perspectivas de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1978; 1980; 2002), la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005), la idea de la Mediación de Vygotsky (1982; 1984), sobre la zona de desarrollo próximo (ZDP) y la metodología de enseñanza activa (Labrador y Andreu, 2008; Mur et al., 2008; Fernández, 2006).

¿Qué supone llevar a la práctica una experiencia docente? En palabras de Isaac Newton (citado por Novak y Gowin, 1988, p. 17) *“Si logramos algo valioso es porque estamos subidos sobre los hombros de los gigantes que nos han precedido”*. Esta visión del quehacer humano nos recuerda que nuestro trabajo nunca se inicia, sino que siempre retomamos y corregimos los errores de otros y sobre sus aciertos avanzamos cada día.

De igual manera, sucede en el proceso de enseñanza – aprendizaje, que en su esencia lo que se busca es incidir en la educación de los alumnos. Para los citados autores (Ibíd., p. 19) la intencionalidad educativa se concreta en *“Nos interesa la educación de las personas y ayudarlas para que aprendan a educarse a sí mismas. Queremos ayudar a la gente para que logre controlar mejor los significados que conforman su vida. La educación es plenamente liberadora; los errores en la educación son tremendamente opresivos. Creemos que, dondequiera que se eduque, sea en la escuela o fuera de ella, se puede ayudar a las personas a conseguir un mayor control sobre los acontecimientos educativos y, por lo tanto, sobre esa parte de sus vidas que está siendo transformada”*.

Ese modo de entender la enseñanza supone construir significados conceptuales y eso se inicia con la observación de acontecimientos y objetos a través de conceptos ya adquiridos (Ibíd., p. 22), *“La construcción de nuevos conocimientos comienza con la observación de acontecimientos o de objetos a través de los conceptos que ya poseemos”*.

De ahí, por ejemplo, cuando escuchamos a los estudiantes y a la gente en general hablar de “comprimidos”, nos podemos preguntar ¿Qué conceptos de sus procesos de

elaboración poseen? ¿Conocen y pueden explicar los conceptos relacionados con la “reología” que involucra su producción? O simplemente repiten un nombre que les es familiar por ser escuchado cada vez que visitan al médico. Con el fin de lograr una explicación que nos permita conocer como ha sido el proceso de enseñanza-aprendizaje en nuestros estudiantes al respecto de estos cuestionamientos, se ha elegido el marco teórico de esta investigación.

En primer lugar, se exponen las contribuciones relevantes para esta investigación desde las teorías de la psicología cognitiva que explican e interpretan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente se presentan las aportaciones teóricas desde la visión científica con un breve recorrido por el origen y evolución de la Reología y su aplicación en la Industria Farmacéutica.

3.1 La Psicología Cognitiva

A partir de la concepción de psicología cognitiva, como una rama de la psicología, que se ocupa de los procesos a través de los cuales, el individuo obtiene conocimiento del mundo y toma conciencia de su entorno, así como de sus resultados, nos centraremos en este trabajo en el asunto de la cognición, el cual, está referido a los procesos mentales implicados en el conocimiento. Además, tiene como objeto de estudio los mecanismos básicos y profundos por los que se elabora el conocimiento, desde la percepción, la memoria y el aprendizaje, hasta la formación de conceptos y razonamiento lógico. Entendiendo por cognitivo; el acto de conocimiento, en sus acciones de almacenar, recuperar, reconocer, comprender, organizar y usar la información recibida a través de los sentidos.

En este ámbito, se entiende *el constructivismo*, como un amplio cuerpo de teorías que tienen en común la idea de que las personas, tanto individual como colectivamente, “construyen” sus conceptos sobre su medio físico, social, o cultural, por lo tanto, se puede decir que el conocimiento se adquiere mediante una pluralidad de procesos cognitivos: percepción, memoria, experiencia (tentativas seguidas de éxito o fracaso), razonamiento, enseñanza-aprendizaje, testimonio de terceros. (Moreira, 2000; Ormrod, 2003). Siendo un modelo educativo que emana de los principios epistemológicos que conforman la corriente psicológica del Cognoscitivismo. Esta corriente, contraria al

Conductismo, visualiza la educación como un proceso interno donde el individuo es capaz de tener una visión particular de la realidad y construir sus propios esquemas de conocimiento. La concepción constructivista del aprendizaje debe entenderse no sólo como una propuesta justificada en la investigación psicológica sobre cómo aprendemos las personas (Pozo, 1989; 1996), sino también en las demandas culturales que sobre la Universidad pesan hoy.

Enfatizando, que en la sociedad contemporánea en donde el acceso a formas diversas y a veces contrapuestas de información y conocimiento es sumamente fácil, la universidad no puede servir ya sólo para transmitir conocimientos (o cultura) que son ya accesibles en otros muchos formatos y canales. La universidad, y más específicamente la educación científica, debe servir cada vez más para asimilar o dar significado a esa gran avalancha de informaciones dispersas y escasamente seleccionadas. Así, como para construir modelos o interpretaciones que permitan integrar esas informaciones, para hacerlas significativas en el marco del saber científico o disciplinar que las ha hecho posibles. En este sentido, el constructivismo es no sólo una opción psicopedagógica sino sobre todo una opción cultural y de redistribución del conocimiento en el marco de los fines que la educación debe cumplir en las sociedades modernas.

En otras palabras, el aprendizaje se forma construyendo nuestros propios conocimientos desde nuestras experiencias individuales Ormrod J. E. (2003). Lo que implica que aprender es, por lo tanto, un esfuerzo muy personal por el que los conceptos interiorizados, las reglas y los principios generales pueden consecuentemente ser aplicados en el contexto del mundo real y práctico. En este constructo teórico, el alumno es quien aprende involucrándose con otros educandos durante el proceso de construcción del conocimiento (construcción social), tomando la realimentación como un factor fundamental en la adquisición final de contenidos. Para Piaget, (1962) y Vigotsky, (1978), el desarrollo cognoscitivo es un fenómeno complejo, porque no se trata de la adquisición de respuestas mecánicas como postula el conductismo, sino de un proceso de construcción de conocimientos. El constructivismo como perspectiva epistemológica y psicológica, propone que las personas construyen mucho de lo que aprenden y entienden, subrayando la interacción de las personas con su entorno en el proceso de adquirir y refinar destrezas y conocimientos.

Esta visión constructivista del aprendizaje es compartida y subyace a diversas teorías entre las que se han seleccionado para esta investigación la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1978; 1980; 2002), la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005) y la idea de la mediación de Vygotsky (1982; 1984), sobre la ZDP (zona de desarrollo próximo).

A continuación, se presentan en modo conciso algunas ideas más relevantes de esas teorías y sus contribuciones para los fines de esta investigación. En el apartado que sigue se expone la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

3.1.1. Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

Para Ausubel el aprendizaje de conceptos que permite al sujeto utilizarlos en tareas diversas cotidianas debe ser significativo. Lo que significa para el autor, que el aprendizaje es la organización e incorporación de información en la estructura cognitiva de los alumnos, y es ahí, en la mente del aprendiz donde se integra y procesa la información conformando así, su estructura cognitiva. Por lo tanto, al implementar o concebir un proceso de enseñanza aprendizaje, de acuerdo con los principios programáticos de Ausubel, se debe considerar lo que el alumno ya sabe, al planificar la enseñanza de manera que sirvan de anclaje para los conocimientos nuevos, en el caso de ser apropiados.

Ausubel, centra su atención en el aprendizaje en el aula. Para él, el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno conoce. De igual manera Moreira (2000) lo enfatiza, al referirse a las implicaciones que tiene adoptar ese principio para la enseñanza-aprendizaje.

“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello”.
(Ibíd., 2000, p. 9).

Es decir, nuevas informaciones e ideas pueden ser aprendidas y retenidas, si existen conceptos claros e inclusivos en la estructura cognitiva del aprendiz, que sirvan para establecer relaciones con la nueva información.

Retomar la idea del propio autor: “aprendizaje significativo”, entendida como *el proceso de interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación)* (Ibíd., p. 12), de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsunores pre-existentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Ausubel, 1976; 2002; Moreira, 2000).

La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo (Moreira, 2000). Pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto, produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan progresivamente más diferenciados, elaborados y estables. Pero aprendizaje significativo no es solo este proceso, sino que también es su producto. La atribución de significados que se hace con la nueva información es el resultado emergente de la interacción entre los subsumidores claros, estables y relevantes presentes en la estructura cognitiva y esa nueva información o contenido; como consecuencia del mismo, esos subsumidores se ven enriquecidos y modificados, dando lugar a nuevos subsumidores o ideas-ancla más potentes y explicativas que servirán de base para futuros aprendizajes, como lo afirma Moreira (2000):

“Un proceso a través del cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva (no literal), con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo” (Ibíd., p. 11)

Para que se logre en el estudiante un aprendizaje significativo, se necesita que la información que adquiere el alumno (nueva información) a través del material de

aprendizaje interactue de manera no arbitraria y no literal con la información ya existente en su estructura cognitiva; y es en este proceso donde actúa el docente como intermediario entre el alumno y el contenido científico, mediante la incorporación de diferentes materiales de aprendizaje en el aula de clase. Materiales que deben ser potencialmente significativos, de tal modo que permitan el anclaje de la nueva información y la información previa en la estructura cognitiva del estudiante.

Así mismo, para que el aprendizaje sea significativo, se requiere materiales potencialmente significativos y la disposición del aprendiz para relacionarlos sustancial y no arbitrariamente con su estructura cognitiva preexistente. Además, exige un tipo de enseñanza que reconozca como principios la diferenciación progresiva, donde los conceptos más generales se presenten al comienzo de la instrucción y se diferencian progresivamente en términos de detalles y especificidades; y la reconciliación integradora que consiste en explorar relaciones entre ideas y apuntar similitudes y diferencias para integrarlas en ideas más generales e inclusivas que puedan establecerse en la estructura cognitiva del estudiante. Estos procesos ocurren a medida que el aprendizaje significativo se da.

Ausubel (2002) en el aprendizaje significativo basado en la recepción, supone fundamentalmente la adquisición *“de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado. Requiere tanto una actitud de aprendizaje significativo como la presentación al estudiante de un material potencialmente significativo. A su vez, esta última condición supone:*

- ✓ *Que el propio material de aprendizaje se pueda relacionar de una manera no arbitraria (plausible, razonable y no aleatoria) y no literal con alguna estructura cognitiva apropiada y pertinente (esto es, que posea un significado “lógico”);*
- ✓ *Y que la estructura cognitiva de la persona concreta que aprende contenga ideas de anclaje pertinentes con las que el nuevo material se pueda relacionar. La interacción entre significado potencialmente nuevos e ideas pertinentes en la estructura cognitiva del estudiante da lugar a significados reales o psicológicos (Ibíd., 2002, p. 25)*

Ausubel (2002), establece tres formas en las se puede lograr el aprendizaje significativo basado en la recepción: El aprendizaje representacional, el aprendizaje de conceptos y el aprendizaje proposicional.

➤ Aprendizaje de Representaciones

Es el aprendizaje más elemental del cual dependen los demás tipos de aprendizaje. Atribución de significados a determinados símbolos y que el propio autor expresa como aquel que:

“Ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan” (Ausubel, 2002, p. 26).

Se asignan significados a determinados símbolos, por ejemplo, palabras, o sea, se identifican los símbolos con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) pasando estos a significar para la persona lo que significan sus referentes, es el más elemental o básico aprendizaje por recepción.

➤ Aprendizaje de Conceptos

Ausubel (2002), lo define como los: *"objetos, eventos, situaciones o propiedades que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos"* (Ibíd., p. 26), partiendo de ello podemos afirmar que en cierta forma también es un aprendizaje de representaciones. El autor plantea dos formas de aprender conceptos: la primera que ocurre en los niños (formación de conceptos) en etapas preescolares y se adquiere por medio de la experimentación directa; y la segunda, es por asimilación de conceptos, siendo está la forma predominante de aprendizaje de conceptos en los adultos y se da a medida que el estudiante amplía su vocabulario; debido a que los atributos característicos de los nuevos conceptos se pueden definir mediante el uso, en nuevas combinaciones, de referentes ya existentes disponibles en la estructura cognitiva del alumno.

El autor, otorga a los conceptos un papel importante en la teoría de la asimilación dado que la comprensión y la resolución significativa de problemas dependen en gran medida de la disponibilidad, en la estructura cognitiva del aprendiz, de conceptos de orden superior (en la adquisición subsumidora de conceptos) y de conceptos subordinados (en la adquisición de orden superior).

➤ Aprendizaje de proposiciones.

El aprendizaje significativo de proposiciones verbales es más complejo que aprender los significados de las palabras, se puede considerar similar al aprendizaje representacional en el sentido de que, *“después de una tarea de aprendizaje potencialmente significativa se relacione e interactúe con ideas pertinentes ya existentes en la estructura cognitiva, surgen nuevos significados, sin embargo, en este caso, la tarea de aprendizaje, o la proposición potencialmente significativa, consta de una idea compuesta que se expresa verbalmente en una expresión que contiene tanto significados de palabras de carácter denotativo y connotativo como las funciones sintácticas de las palabras y las relaciones entre ellas”* (Ausubel, 2002, p .28).

Éste tipo de aprendizaje va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, puesto que exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. El aprendizaje de proposiciones implica la combinación y relación de varias palabras cada una de las cuales constituye un referente unitario, luego estas se combinan de tal forma que la idea resultante es más que la simple suma de los significados de las palabras que la componen individualmente, produciendo un nuevo significado que es asimilado a la estructura cognoscitiva. Es decir, que una proposición potencialmente significativa, expresada verbalmente, como una declaración que posee significado denotativo (las características evocadas al oír los conceptos) y connotativo (la carga emotiva, actitudinal e idiosincrática provocada por los conceptos) de los conceptos involucrados, interactúa con las ideas relevantes, ya establecidas en la estructura cognoscitiva y, de esa interacción, surgen los significados de la nueva proposición.

Dentro del aprendizaje de proposiciones, la relación del nuevo concepto (contenido de la asignatura) con las ideas pertinentes ya establecidas en la estructura cognitiva (conceptos de Física) puede ser:

- ✓ De tipo subordinada.
- ✓ De orden superior.
- ✓ O una combinación de las dos.

Este aprendizaje difiere del aprendizaje de conceptos en que, en éste, los atributos de criterio de un nuevo concepto se relacionan con la estructura cognitiva para producir un significado genérico nuevo, pero unitario, mientras que, en el aprendizaje de proposiciones, la proposición se relaciona con la estructura cognitiva para producir un nuevo significado compuesto.

En ese aspecto, Ausubel (2002) plantea que el aprendizaje significativo demanda un tipo de enseñanza expositiva que permita incorporar en el proceso de enseñanza-aprendizaje los principios de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integradora en los materiales de instrucción utilizados en el aula de clase. *El primer principio reconoce que la mayoría del aprendizaje y toda la retención y la organización de la materia es de naturaleza jerárquica, yendo de arriba hacia abajo en función del nivel de abstracción, generalidad e inclusividad. Y el segundo, la reconciliación integradora se facilita en la enseñanza expositiva si el enseñante y/o los materiales de instrucción prevén y neutralizan explícitamente las similitudes y las diferencias confundibles entre las ideas nuevas y las ideas pertinentes y estables ya existentes que están presentes en la estructura cognitivas de los alumnos (Ibíd., p. 33).*

Además, el propio autor, define el aprendizaje significativo basado en la recepción como un proceso esencialmente activo, el cual, requiere como mínimo de:

- Un análisis cognitivo que le permita determinar qué aspecto de la estructura cognitiva ya existente son más pertinentes al nuevo material potencialmente significativo.

- Algún grado de conciliación con ideas ya existentes en la estructura cognitiva; es decir, percibir similitudes y diferencias y resolver contradicciones aparentes o reales, entre conceptos y proposiciones nuevos y ya establecidos.
- La reformulación del material de aprendizaje en función del vocabulario y del fondo intelectual idiosincrásico del estudiante concreto que aprende.

Para explicar el proceso de adquisición de significados en la estructura cognitiva Ausubel introduce la teoría de la asimilación, la cual, define como: el proceso mediante el cual una nueva información, potencialmente significativa se enlaza con conceptos (subsumidores) existentes en la estructura cognitiva. Siendo este un proceso dinámico en el que tanto la nueva información, como el concepto o idea existente, se modifican de alguna forma en la estructura cognitiva, la cual, es utilizada por Moreira, (2003) para explicar el proceso de aprendizaje y la retención de lo aprendido.

En la siguiente sección ampliaremos algunos aspectos de la teoría de la asimilación, de manera condensada.

➤ **Teoría de la asimilación de Ausubel.**

Un aspecto importante para la teoría del Aprendizaje Significativo es el proceso de adquisición y organización de significados, para lo cual, Ausubel (1983; 2000), desarrollo la Teoría de la Asimilación, en donde, plantea que la asimilación es el proceso mediante el cual: "*La nueva información es vinculada con aspectos relevantes y pre existentes en la estructura cognoscitiva, proceso en que se modifica la información recientemente adquirida y la estructura pre existente*" (Ibíd., p. 71).

Entendida la asimilación como; la interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognoscitiva existente originando una reorganización de los nuevos y antiguos significados para formar una estructura cognoscitiva diferenciada, esta interacción de la información nueva con las ideas pertinentes que existen en la estructura cognitiva propician su asimilación.

El proceso de adquisición de significados y la posterior pérdida gradual de ellos a través del tiempo, se reúnen en un sólo proceso de asimilación que consta de dos etapas temporales.

- La primera etapa corresponde a la asimilación propiamente dicha y en ella se adquieren los significados de los conceptos o proposiciones por medio de la relacionabilidad no arbitraria y sustantiva con ideas pertinentes de la estructura cognoscitiva, en otras palabras, el proceso de aprendizaje significativo.
- La segunda etapa se denomina asimilación obliteradora u olvido, en ella se produce el olvido de los conceptos o proposiciones aprendidos. Esto sucede debido a que con el transcurso del tiempo los nuevos conceptos aprendidos se hacen menos discriminables de la idea que le sirvió de afianzamiento y son asimilados por ésta.

Para visualizar las etapas temporales planteadas anteriormente, se presenta en la figura 2, el proceso de asimilación establecido por Ausubel (2000).

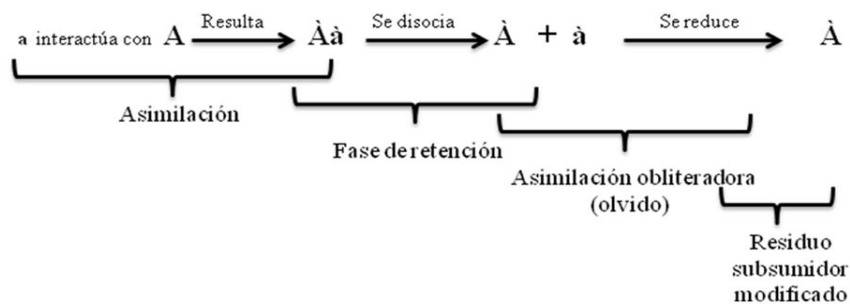


Figura 2. Proceso de asimilación (Rodríguez, 2008, p. 17).

Como se muestra en la figura 2, el producto de la interacción del proceso de aprendizaje no es solamente el nuevo significado de (a'), sino que incluye la modificación del subsunor y es el significado compuesto ($A'a'$).

Consideremos el siguiente caso: si queremos que el alumno aprenda el concepto de dureza de la tableta (a) éste, debe poseer el concepto de fuerza (A) en su estructura cognoscitiva previa, el nuevo concepto (tableta) se asimila al concepto más inclusivo (fuerza) ($A'a'$), pero si consideramos que las tabletas se producen cuando el granulado

inicial recibe una determinada fuerza que los comprime, no solamente el concepto de tableta podrá adquirir significado para el alumno, sino también el concepto de fuerza que él ya poseía, se verá modificado y se volverá más inclusivo, permitiéndole por ejemplo, entender los conceptos involucrados en los procesos tal como, resistencia a la ruptura o dureza de la tableta y friabilidad.

Evidentemente, el producto de la interacción ($A' a'$) puede modificarse después de un tiempo; por lo tanto, la asimilación no es un proceso que concluye después de un aprendizaje significativo sino, que continúa a lo largo del tiempo y puede involucrar nuevos aprendizajes, así como la pérdida de la capacidad de reminiscencia y reproducción de las ideas subordinadas.

Ademas, para tener una idea más clara de cómo los significados recién asimilados llegan a estar disponibles durante el período de aprendizaje, Ausubel plantea que durante cierto tiempo son disociables de sus subsunores, por lo que pueden ser reproducidos como entidades individuales lo que favorece la retención de (a).

Asi mismo, en la asimilación, también se considera un proceso posterior de "olvido" que consiste en la "reducción" gradual de los significados con respecto a los subsunores. Olvidar representa así una pérdida progresiva de disociabilidad de las ideas recién asimiladas respecto a la matriz ideativa a la que esté incorporado en relación con la cual surgen sus significados. Se puede decir entonces que, inmediatamente después de producirse el aprendizaje significativo como resultado de la interacción ($A'a'$), comienza una segunda etapa de asimilación a la que Ausubel llama "asimilación obliteradora".

En esta etapa, las nuevas ideas se vuelven espontáneas y progresivamente menos disociables de los subsunores (ideas ancla), hasta que no sean reproducibles como entidades individuales, esto quiere decir que en determinado momento la interacción $A'a'$, es simplemente indisociable y se reduce a (A') y se dice que se olvidan. Desde esta perspectiva el olvido es una continuación de "fase temporal posterior" del proceso de aprendizaje significativo, esto se debe a que es más fácil retener los conceptos y proposiciones subsunores, que son más estables que recordar las ideas nuevas que son asimiladas en relación con dichos conceptos y proposiciones.

Es necesario mencionar que la asimilación obliterada "*sacrifica*" un cierto volumen de información detallada y específica de cualquier cuerpo de conocimientos. La asimilación obliteradora es una consecuencia natural de la asimilación, sin embargo, no significa que el subsunor vuelva a su forma y estado inicial, sino, que el residuo de la asimilación obliteradora (A'), es el miembro más estable de la interacción ($A'a'$), que es el subsunor modificado. Es importante destacar que describir el proceso de asimilación como única interacción ($A'a'$), sería una simplificación, pues en grado menor, una nueva información interactúa también con otros subsunores y la calidad de asimilación depende en cada caso de la relevancia del subsunor, podemos decir que el aprendiz no olvida lo aprendido, sino que con una ligera mirada al tema nuevamente podrá asimilar el contenido con bastante facilidad (re-aprendizaje). Propiciando así, las formas de aprendizaje significativo que mencionaremos a continuación:

- Aprendizaje supraordenado o superordenado es aquel en el cual, los nuevos conceptos a aprender, son los que tienen un nivel de abstracción mayor, siendo el proceso inverso al del aprendizaje subordinado.
- Aprendizaje combinatorio es aquel que se produce cuando el nuevo material no puede relacionarse ni a través de la subordinación ni de la supraordenación, el concepto nuevo se presenta con el mismo nivel de abstracción y generalización de los ya adquiridos. Esta es la forma más usual de aprendizaje de conceptos científicos resultando más difícil para los alumnos al no establecerse relación significativa para aprender y recordar, o en otros términos de Moreira (2012) "*Aprendizaje de nuevos conocimientos que no guardan relación de subordinación ni superordenación con conocimientos específicos ya existentes en la estructura cognitiva*" (Ibíd., p. 49).

De ahí, y para efectos del trabajo realizado en esta tesis, se tendrá en cuenta los principios programáticos de la teoría de Ausubel, en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje en el aula, es decir, la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa. Además, en las actividades de enseñanza, se partirá de los conocimientos previos de los alumnos para establecer y presentar los contenidos de Farmacotecnia I.

Para ello, los distintos temas involucrados en las actividades en el aula de clase, se procederá en la metodología activa, siguiendo el esquema que planteamos a continuación:

- ✓ Las ideas más generales, más inclusivas de la disciplina se presentan al principio de las actividades en el aula y se van diferenciando progresivamente en términos de detalles y especificidades a lo largo del proceso de enseñanza.
- ✓ Se explorarán relaciones entre diferentes conceptos de la producción de formas farmacéuticas, indicando diferencias y semejanzas significativas, reconciliar inconsistencias reales o aparentes, integrar o cambiar ideas similares.
- ✓ Se aprovechará el planteamiento de Ausubel, que dice, que es más fácil para el alumno organizar sus subsumidores jerárquicamente, si en la enseñanza los tópicos están secuenciados en términos de dependencias jerárquicas naturales del contenido curricular.
- ✓ Se verificará el dominio de ciertos conocimientos antes de la introducción de nuevos conocimientos. Si el conocimiento previo es la variable más importante para la adquisición de nuevos conocimientos, es natural insistir en el dominio de conocimientos previos antes de introducir nuevos.

De todo lo expuesto anteriormente, se destaca la utilización de la teoría del Aprendizaje Significativo en el proceso educativo, a partir del hecho de que éste, es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la extensa información de cualquier campo de conocimiento, en nuestro caso, el área de la Química Farmacéutica, la eficacia de éste, como herramienta para procesar y almacenar información atribuido a sus dos características distintivas:

- ✓ *El carácter no arbitrario.*
- ✓ *Y no literal de la capacidad de relación de la tarea de aprendizaje con la estructura cognitiva (Ausubel, 2002, p. 30).*

Continuando con las aportaciones de las distintas teorías del marco referencia de la investigación, en el próximo apartado se expone la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Marco A. Moreira y sus principios programáticos, que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje activa.

3.1.2 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira.

Antes de desarrollar los elementos utilizados de los principios programáticos de la teoría del aprendizaje significativo crítico, es importante mencionar lo que Harada, O. E (2011) en su libro *Pensar, razonar y argumentar: Enseñar lógica*, nos enfatiza; que a raíz del fenómeno comercial de la globalización de las empresas, éstas demandan de las instituciones educativas, generar egresados que sean flexibles, capaces de adaptarse a situaciones nuevas, seguir aprendiendo, capacitarse continuamente, solucionar problemas y tomar decisiones de manera crítica, creativa y con iniciativa, es decir, que posean habilidades del pensamiento de orden superior o complejo. Idea que coincide con todos los cambios propuestos en la educación universitaria en el espacio europeo (Benito, A. y Cruz, A. 2005) y la reforma curricular llevada a cabo por la Facultad de Química Farmacéutica, la cual, propende en la búsqueda de que sus egresados tengan estas cualidades.

Estas solicitudes efectuadas por Harada, coinciden con el planteamiento realizado por Moreira (2005) en su Teoría del aprendizaje significativo Crítico, basado en ideas desarrolladas por Postman y Weingartner (1969), que estimula una educación cuyo objetivo es un nuevo tipo de persona, con personalidad inquisitiva, flexible, innovadora, tolerante y liberal que pudiese enfrentar la incertidumbre y la ambigüedad sin perderse, y que construyese significados nuevos y variables para hacer frente a los amenazadores cambios ambientales, lo que en esencia refleja la dinámica de un proceso de búsqueda, cuestionamiento y construcción de significados.

En este sentido, Moreira (2005), plantea como concepto central de su teoría: *“es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella”* (Ibíd., p. 17). El autor (op cit., p. 18), invita en su proyecto a asumir el reto evolutivo de que el alumno forme parte de su cultura y, al mismo tiempo, no será subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías.

Concibiendo un nuevo tipo de alumno, generado a través de su Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, y que pueda este, lidiar de forma constructiva con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Y así, el aprendiz podría trabajar, con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente. Situación que es plenamente compatible, con la visión que tenemos del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto de esta investigación, por lo que consideramos que, al incorporar algunos principios programáticos de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, como ejes del trabajo, se sumaran instrumentos apropiados para que los alumnos logren las cualidades deseadas en la reforma llevada a cabo por la Facultad de Química Farmacéutica.

Para lograr dichas cualidades en los alumnos, Moreira (2010), propone una serie de principios, ideas o estrategias facilitadoras del Aprendizaje Significativo Crítico, susceptibles de ser implementados en el aula de clase, las cuales, presentamos en la figura 3.

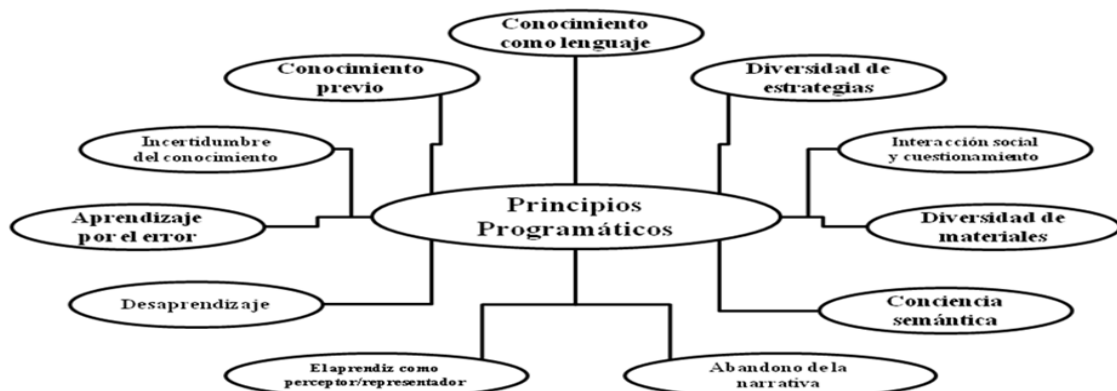


Figura 3. Principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, (Tomado de Moreira 2010, p. 21).

En la figura 3, se muestran los once principios programáticos que Moreira (2010), plantea desde su teoría, útiles para facilitar aprendizaje significativo crítico en el aula. De los cuales, a continuación solo se describen aquellos que fueron implementados en

el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje activo, durante los diferentes estudios realizado en esta tesis, por lo que consideramos que, al incorporarlos como eje esencial de este trabajo, se proveen herramientas y condiciones apropiadas para que nuestros estudiantes construyan su conocimiento desde una perspectiva crítica que les permita percibir y representar un mundo que se encuentra en permanente evolución.

- **El principio del Conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.**

En el contexto de esta investigación, el aprendizaje significativo es la condición previa, para la consecución de un aprendizaje significativo crítico. De ahí, que el conocimiento previo es, aisladamente, la variable más importante a tener en cuenta en todos los procesos de enseñanza aprendizaje que se han realizado durante los distintos estudios que conforman esta investigación. Por ello, “el *conocimiento previo*”, siempre fue el pilar de las acciones emprendidas en el aula de clase. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos, concebido, en el sentido de captar e internalizar significados socialmente construidos y contextualmente aceptados.

- **Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.**

La interacción social es necesaria para que se concrete un episodio de enseñanza. Tal suceso ocurre cuando el profesor y el alumno comparten significados en relación con los materiales educativos del currículum (Gowin, 1981). Compartir significados es consecuencia de la negociación entre alumno y profesor. Pero esta negociación debe implicar un intercambio permanente de preguntas en lugar de respuestas. Como dice Moreira (2005) *el conocimiento no está en los libros esperando para que alguien venga a aprenderlo; el conocimiento es producido en respuesta a preguntas; todo nuevo conocimiento resulta de nuevas preguntas, muchas veces nuevas preguntas sobre viejas preguntas* (p. 19).

Enseñar/aprender a efectuar preguntas en lugar de respuestas (op. cit. p. 19), es sin duda, una de las tareas más urgentes que tenemos como profesor, lo cual, se propicia implementado en el aula actividades que favorezcan debates sobre cuestiones sociales y

científicas, sobre el desarrollo de las formas farmacéuticas sólidas, asumiendo el error y la incertidumbre del conocimiento como elementos fundamentales de la construcción de conocimiento; además de estimular el cuestionamiento como actividad fundamental de los distintos foros en la cual, el conocimiento no se siga viendo como verdades acabadas sino como verdades dinámicas sujetas a mejoramiento permanente. Como también, manteniendo en el aula una disposición abierta para propiciar permanentemente un dialogo con el alumno sobre los tópicos científicos planteados en cada actividad.

➤ **Principio de la no centralización en el libro de texto. De la diversidad de materiales educativos.**

Este principio “*de la no centralización en el libro de texto. De la diversidad de materiales educativos*”, nos invita al uso de diferentes materiales, es sin duda un elemento fundamental en la enseñanza en estos tiempos, debido a la gran facilidad de encontrar información desde diferentes puntos de vista, lo que permite al alumno adquirir el concepto desde diferentes ópticas y analizarlos desde esa diversidad.

Enfrentarse a este reto de dejar atrás la idea tradicional del texto guía, arraigado desde los tiempos remotos, es bastante complejo ya que la gran mayoría de docentes se sienten cómodos con esta práctica y dejarlo de hacer resulta traumático en su desempeño, pero se debe aclarar, que aquí no se solicita dejar de usar los libros, sino de usar diferentes fuentes de información para que el alumno tenga distintos puntos de vista del mismo concepto y pueda discernir al respecto. Este principio del aprendizaje significativo crítico es particularmente compatible con la propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje presentada en el capítulo 4, en la cual, se utilizó una diversidad de material educativo en la implementación en el aula.

➤ **Principio del conocimiento como lenguaje.**

Cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad. Prácticamente todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje. Eso significa que la llave de la comprensión de un “conocimiento”, o de un “contenido” es conocer su lenguaje. Una “disciplina” es una manera de ver el mundo, un modo de conocer, y todo lo que se conoce en ese contexto,

es inseparable de los “símbolos” (típicamente palabras) en los que se codifica el conocimiento producido por ella. Enseñar Biología, Matemática, Historia, Física, Literatura o cualquier otra “materia” es, en un último termino, enseñar un lenguaje, una forma de hablar, una forma de ver el mundo.

El lenguaje está lejos de ser neutro en el proceso de percibir, así como en el proceso de evaluar nuestras percepciones. Estamos acostumbrados a pensar que el lenguaje “expresa” nuestro pensamiento y que refleja lo que vemos. Sin embargo, esta creencia es ingenua y simplista, el lenguaje está totalmente implicado en cualquiera y en todas nuestras tentativas de percibir la realidad (Moreira, 2005, p. 99).

Claro que aprender un nuevo lenguaje implica nuevas posibilidades de percepción. La ciencia es una extensión, un refinamiento, de la habilidad humana de percibir el mundo. Aprenderla implica aprender su lenguaje y, en consecuencia, hablar y pensar de forma diferente sobre el mundo.

Nuevamente entra aquí la idea de un aprendizaje significativo crítico. Aprender un contenido de manera significativa es aprender su lenguaje, no sólo palabras – también otros signos, instrumentos y procedimientos – aunque principalmente palabras, de forma sustantiva y no arbitraria. Aprenderla de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo. La enseñanza debe buscar la facilitación de ese aprendizaje y ahí entra en escena el *principio de la interacción social y del cuestionamiento*: el aprendizaje de un nuevo lenguaje es mediado por el intercambio de significados, por la clarificación de significados, por la negociación de significados que se hace a través del lenguaje humano. *No existe nada entre los seres humanos que no sea instigado, negociado, aclarado o mistificado por el lenguaje, incluyendo nuestras tentativas de adquirir conocimiento (Moreira, 2005, p. 27).* El lenguaje es mediador de toda la percepción humana. Lo que percibimos es inseparable de como hablamos sobre lo que abstraemos.

➤ **Principio del desaprendizaje. Aprender a desaprender.**

El entender que la ciencia no tiene verdades acabadas, sino que son temporales y están sujetas a cambios en el tiempo, nos obligan a tener la mente siempre abierta. Lo que nos

invita, y parafraseando lo que manifiesta López (2012, p. 108), *la calidad de los procesos de enseñanza de la ciencia debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con las que los estudiantes aprenden a juzgar aún los conceptos expuestos por sus profesores*. De este modo, entendemos que en cierta situación de aprendizaje debemos “**no usar el conocimiento previo**” que impide que el sujeto capte los significados compartidos relativos al nuevo conocimiento o en términos de Moreira (2005), *Aprender a desaprender, es aprender a distinguir entre lo relevante y lo irrelevante en el conocimiento previo y liberarse de lo irrelevante, o sea, desaprenderlo* (p. 34). Este tipo de aprendizaje debería ser la piedra angular de la misión de las universidades en esta sociedad tecnológica contemporánea en que el avance de la ciencia y los cambios en la información se dan con un ritmo abrumador.

Los principios programáticos descritos anteriormente, fueron incorporados en la planificación y el diseño de las actividades de enseñanza-aprendizaje implementadas durante la investigación con la finalidad de lograr que los estudiantes sean participativos, críticos y comprometidos con su formación. En el apartado siguiente se expone en forma concisa y breve la Teoría de la Mediación de Lev Vygotsky.

3.1.3 Teoría Sociocultural de Vygotsky.

Según Vygotsky (1979), el proceso evolutivo va a remolque del proceso de aprendizaje. Su hipótesis establece la unidad y no la identidad de los procesos del aprendizaje y los del desarrollo cognoscitivo. El autor considera el aprendizaje como uno de los mecanismos fundamentales del desarrollo. En su opinión, la mejor enseñanza es la que se adelanta al desarrollo. En el modelo de aprendizaje que aporta esta teoría, el contexto ocupa un lugar central y la interacción social se convierte en el motor del desarrollo, enfatizando la importancia que ejerce la instrucción formal en el crecimiento de las funciones psicológicas superiores.

El autor en su teoría, enfatiza el papel del adulto o de los compañeros más avanzados como apoyo u orientación en el logro del aprendizaje por parte del alumno menos avanzado, como un factor muy importante y en ese aspecto define su gran concepto, de -zona de desarrollo próximo-. Considera que es la distancia entre el nivel real de

desarrollo y el nivel de desarrollo potencial. En este aspecto, varios seguidores de la teoría de Vygotsky (Wood, 1980; Bruner y Ross, 1976; Bruner, 1988), hacen referencia a este modo de aprendizaje como la metáfora de los **andamiajes**, el cual, consiste en el apoyo temporal de los adultos para realizar las tareas hasta que el estudiante sea capaz por sí solo. Situación, que fue utilizada en la metodología de enseñanza aprendizaje en los distintos estudios, para realizar la actividad denominada trabajo con acompañamiento.

➤ **El concepto de Zona de desarrollo próximo (ZDP) y su importancia.**

El concepto de **zona de desarrollo próximo**, desarrollado por Vygotsky (1931) es la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno (aquellos que es capaz de hacer por sí solo) y el nivel de desarrollo potencial (aquellos que sería capaz de hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz). Concepto que sirve para delimitar el margen de incidencia de la acción educativa y para diseñar, lo que en los distintos estudios llamaremos trabajo con acompañamiento.

Para Ehuleche, A. y Santángelo, H. (1999) la noción de ZDP está sustentada en la perspectiva sociocultural y remite a la importancia de los procesos de interacción social y de ayuda y soporte en el marco de esa interacción, para el progreso en el aprendizaje individual. Estos autores (op. cit.), consideran que el concepto de ZDP es importante para explicar los progresos en la construcción del conocimiento que las personas van realizando a partir de las interacciones con otras personas que poseen mayor experticia y de la ayuda adecuada de los profesores con relación a dichos progresos. El concepto de andamiaje, desde el marco referencial constructivista, implica la consideración de que no sólo la construcción del conocimiento es un proceso, sino también lo es la ayuda pedagógica.

Así mismo, para Del Río (1999) el concepto de ZDP tiene especial importancia en el diseño de las experiencias de aprendizaje. En efecto, de acuerdo con esta autora, si partimos del concepto de ZDP las experiencias de aprendizaje no se diseñarían ya exclusivamente sobre el nivel de desarrollo alcanzado por el estudiante (evaluado por cualquier instrumento psicológico diseñado *ex-profeso*); sería deseable que se

incluyeran también aquellas experiencias de enseñanza-aprendizaje "más difíciles" pero resolubles con un poco de ayuda de otros más capaces.

En ese aspecto y de acuerdo con Cole M. (1983), el concepto de **ZDP** permite comprender lo siguiente:

- ✓ Que los estudiantes pueden participar en actividades que no entienden completamente y que son incapaces de realizar individualmente.
- ✓ Que, en situaciones reales de solución de problemas, no haya pasos predeterminados para la solución ni papeles fijos de los participantes, es decir, que la solución está distribuida entre los participantes y que es el cambio en la distribución de la actividad con respecto a la tarea lo que constituye al aprendizaje.
- ✓ Que en las ZDP reales el adulto no actúa sólo de acuerdo con su propia definición de la situación, sino a partir de la interpretación de los gestos y habla del estudiante como indicadores de la definición de la situación por parte de éste.
- ✓ Que las situaciones que son "nuevas" para el alumno no lo son de la misma manera para los otros presentes y que el conocimiento faltante para el estudiante proviene de un ambiente organizado socialmente.

Con todos los elementos aportados por las distintas teorías, que conforman el marco referencial, nos dedicamos a plantear la metodología activa que se empleó en el desarrollo de los estudios de la tesis, la cual, se expone en el apartado siguiente.

3.1.4 Metodologías activas de aprendizaje.

El acto de enseñar tiene como propósito fundamental llevar al aula de clase el conocimiento que ha sido producido en el ámbito de las comunidades científicas, pero para lograrlo, este conocimiento debe soportar necesariamente una serie de transformaciones que permiten una mejor selección del conocimiento científico y adecuación del mismo para responder a las demandas educativas.

Esta serie de situaciones que buscan adaptar el conocimiento científico en conocimiento susceptible de ser enseñado y comprendido en el ámbito escolar, es lo que se conoce como metodología de enseñanza aprendizaje. Labrador, J. y Andreu, A. (2008), nos

plantean que hoy en día una metodología activa se entiende como *“aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomentan la participación activa del estudiante y que llevan al aprendizaje”* (Ibid, p. 5).

En ese aspecto, el método del caso, empleado adecuadamente, es una técnica que favorece el aprendizaje puesto que anima al alumno a hacer preguntas y a formular sus propias respuestas, así como a deducir principios de ejemplos prácticos o experiencias, especialmente si se trata de casos-problemas. El empleo de este, como medio pedagógico se justifica gracias a la idea de que los estudiantes, tanto de forma individual como en grupo, aprenden mejor porque aceptan más responsabilidad en el desarrollo de la discusión y se acercan a la realidad de su futuro profesional; como se trata de un método activo, exige una participación constante del estudiante. Al mismo tiempo, este tipo de enseñanza-aprendizaje fomenta la curiosidad y el desarrollo de destrezas que facilitan el estudio a lo largo de toda la vida, además de permitir que el alumno se sienta parte activa del proceso.

Cabe enfatizar que la enseñanza, en general, se encuentra en un proceso de transición desde una perspectiva mecanicista, que ha imperado a través muchas décadas, a una perspectiva centrada en los procesos conducentes a la cognición; es decir, de los procesos mentales implicados en el conocimiento. En este sentido, los profesores universitarios debemos dejar de ser vistos como inculcadores de ciertas destrezas y conocimientos para así pasar a formar parte del bagaje educativo y formativo de seres humanos, de modo que su aprendizaje activo no se nutra exclusivamente de conocimientos y técnicas, sino también de actitudes, valores y habilidades que los favorezcan como profesionales y personas (Andreu, M^a. A. 2002).

Abandonando la postura de la metodología tradicional, en la cual, el trabajo del profesor, consistía en ser un mediador entre el contenido de una asignatura y el aprendizaje de sus alumnos, por lo que en la estructura de una unidad importaba esencialmente la interacción entre esos tres elementos: profesor, asignatura (programa) y alumno. En donde, el maestro es el emisor de una serie de conocimientos que habían sido previamente seleccionados, codificados y valorados por él, lo cual suponía una significatividad de estos que no era discutible. En la medida que dichos contenidos

fuera explicados claramente, se presumía el aprendizaje de quienes los recibían, más si esto no ocurría, se admitía una resistencia del alumno, vista esta como incapacidad de aprender (Román, M. y Díez, E. 1988).

Revisado el tema de la metodología activa y sus implicaciones en el proceso de enseñanza, se ha optado en este trabajo que el profesor no tiene como tarea transmitir información que él considera significativa para otros, sino más bien ser un puente entre los alumnos a través de la mediación en busca de obtener resultados de aprendizaje válidos para el estudiante, por cuanto podrán ser evaluados y aplicados en su realidad o contexto de desarrollo.

En síntesis, para efecto de esta investigación, durante la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje activo, el profesor, ha puesto en práctica estrategias de mediación en la presentación y abordaje de las tareas, en la preparación del trabajo independiente, en la exploración de los procesos y estrategias, en la orientación espacial y direccional, en la producción del raciocinio reflexivo e interiorizado, en la enseñanza de elementos específicos, en la producción de ideas anclajes con otras áreas de contenido y de la vida cotidiana, facilitando la generalización y la abstracción.

Como último apartado de este capítulo, describiremos el origen, evolución del concepto reología como eje central del tema y su aplicación en los sólidos pulverulentos, como su influencia en la elaboración de tabletas o comprimidos.

3.2 Origen, evolución de la “Reología” y su aplicación en los sólidos pulverulentos.

La Reología, es una disciplina científica que tiene que ver con el estudio de la deformación y flujo de los materiales. Muchos materiales, naturales o elaborados por el hombre, presentan comportamientos de flujo inusuales, que son con frecuencia lo que se espera de dicho material. Un ejemplo de este tipo de comportamiento es el que exhibe la pintura: esta debe fluir fácilmente cuando se aplica con una brocha o rodillo, pero el flujo debe cesar casi por completo una vez que ha sido aplicada para evitar que esta fluya sobre la pared, al igual de lo que se espera cuando se alimenta la maquina tableteadora, el flujo del granulado, debe ser de tal forma que no impida el correcto

llenado de las matrices del equipo, ya que este hecho produce cambios en el peso de la tableta a medida que el proceso de producción se efectúa.

Este término, fue sugerido en 1929 por Eugene Cook Bingham para definir la rama de la Física que tiene por objeto el conocimiento de la deformación o flujo de la materia. Sin embargo, desde un punto de vista histórico, su origen, se fija en la segunda mitad del siglo XVII, época en la que Robert Hooke e Isaac Newton dieron a conocer sus ideas acerca del sólido elástico y del fluido viscoso ideal, respectivamente. Como señalan Fischer, (1948); Bingham, (1944); Malkin, (1994), la denominación “*reología*” proviene del griego: *rheo*, fluir y *logos*, ciencia, y comprende el estudio del flujo de los líquidos y la deformación de los sólidos. Los líquidos puros y las soluciones verdaderas, pueden quedar bien definidos en función de su viscosidad absoluta; sin embargo, en los sistemas dispersos las propiedades reológicas son mucho más complejas, y no pueden expresarse con una simple unidad. Las medidas viscosimétricas, como se hacen ordinariamente, sólo son exactas cuando se trata de definir líquidos puros o newtonianos, ya que cuando se emplean para el estudio de las dispersiones complejas, tales como emulsiones, suspensiones y ungüentos, los resultados alcanzados son arbitrarios, y muchas veces desorientadores.

Adicionalmente, la Reología moderna (Ramírez, 2006), incorpora los comportamientos elástico y viscoso, estudiando sistemas complejos que presentan simultáneamente propiedades elásticas y viscosas, es decir, sustancias viscoelásticas, agregando a su objeto de estudio materiales tales como plásticos, fibras sintéticas, pastas, lubricantes, cremas, suspensiones, emulsiones, etc., los cuales constituyen la materia prima de las industrias: farmacéutica, cosmética, agroalimentaria, cerámica, de pinturas y de barnices entre otras.

Como nuestro interés en el desarrollo de esta tesis, es el comportamiento reológico de los sólidos pulverulentos, nos dedicaremos a efectuar una descripción breve y concisa de estos materiales. Un cuerpo sólido es uno de los cinco estados de agregación de la materia y se caracterizan por oponer resistencia a cambios de forma y de volumen. Sus partículas se encuentran juntas, correctamente ordenadas (sólidos cristalinos) y no correctamente ordenadas (sólidos amorfos) con una gran cohesión.

Para el estudio de estos materiales sólidos existen varias disciplinas:

- La física del estado sólido estudia de manera experimental y teórica la materia condensada, es decir, de líquidos y sólidos que contengan más de 10^{19} átomos en contacto entre sí, utilizando disciplinas tales como la mecánica cuántica, la cristalografía, el electromagnetismo y la metalurgia física. Forma la base teórica de la ciencia de materiales y su desarrollo ha sido fundamental en el campo de las aplicaciones tecnológicas de microelectrónica al posibilitar el desarrollo de transistores y materiales semiconductores.
- La mecánica de sólidos deformables estudia propiedades microscópicas desde la perspectiva de la mecánica de medios continuos (tensión, deformación, magnitudes termodinámicas, etc.) e ignora la estructura atómica interna porque para cierto tipo de problemas esta no es relevante. Una aplicación típica de la mecánica de sólidos deformables es determinar a partir de una cierta geometría original de sólido y unas fuerzas aplicadas sobre el mismo, si el cuerpo cumple ciertos requisitos de resistencia y rigidez.
- La ciencia de materiales se ocupa principalmente de propiedades de los sólidos como estructura y transformaciones de fase, o en otras palabras es el campo científico encargado de investigar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales. Paralelamente, conviene matizar que la ingeniería de materiales se fundamenta en esta, las relaciones propiedades-estructura-procesamiento-funcionamiento, y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades.
- La química del estado sólido se especializa en la síntesis de nuevos materiales, sean de base molecular, metálica, cristalina o cerámica del estado sólido inorgánico, y ha sido impulsada fuertemente por la tecnología. Los avances en el campo se han visto alimentados con frecuencia por las exigencias de la industria, muy por delante de la simple curiosidad académica.

En general, todas estas disciplinas contemplan que los sólidos pulverulentos son masas de sólidos secos triturados cuyas partículas aisladas presentan diferente forma y tamaño

en dependencia del proceso de obtención y de trituración. Estos agregados secos, reciben en los diferentes ámbitos industriales, una designación distinta. Incluso en el campo farmacéutico no se ha llegado a determinar con precisión hasta que tamaño de partícula pueden los sólidos denominarse como pulverulentos.

Los sólidos pulverulentos son caracterizables por sus propiedades específicas, tomando en consideración aquellas que derivan de la dimensión, superficie y características reológicas, y tecnológico-farmacéutico. Estas cualidades pueden explicitarse a partir de las siguientes situaciones:

➤ Cualidades dimensionales.

La forma y tamaño de las partículas pulverulentas admiten diversos matices y dependen, en lo esencial, del método de determinación. Dado que las partículas no presentan forma regular, sino que tienen distinto diámetro en las diversas direcciones en que se haga la medida, no es posible una determinación absoluta de su tamaño o de su volumen. La evaluación del diámetro puede efectuarse de distintas maneras. (Voigt, 1982).

➤ Cualidades superficiales.

La superficie de las partículas sólidas, gracias a su campo de fuerzas puede adsorber moléculas de gas y vapor. Estas pueden fijarse por vía física (fisisorción) o química (quemisorción). La magnitud de dicha sorción depende de la calidad de la superficie, del tamaño y forma de las partículas. Si las partículas son porosas, es decir, si existen poros, grietas o canales, la superficie adsorbente estará aumentada y, por tanto, también la capacidad de adsorción. Las isothermas de adsorción reproducen las relaciones existentes entre las cantidades de gas adsorbidas físicamente y la presión de equilibrio, a temperatura constante (Aulton, 2004).

➤ Propiedades reológicas.

El comportamiento de flujo de los sólidos pulverulentos, que es compatible con los líquidos no newtonianos, es influido por la forma y el tamaño de las partículas, por las fuerzas de cohesión entre las partículas y por la formación de películas superficiales y

otros factores. La capacidad de retención de los sólidos pulverulentos radica en fuerzas de Van der Waals entre las superficies solidas, y en las relaciones de carga electrostática o fuerzas desarrolladas entre estratos adsorbentes. Las cualidades de flujo de estas sustancias para uso externo y de granulados pueden mejorarse por adición de fluentes, que disminuyen el rozamiento entre partículas.

Dentro de estas propiedades se engloban dos aspectos (flujo y deformación) en principio tan distintos; es importante señalar que flujo y deformación deben considerarse de manera conjunta, ya que, en el caso de sólidos pulverulentos, el que tenga lugar un desplazamiento o una deformación de sus partículas depende, fundamentalmente, de la intensidad de las fuerzas que, al ser aplicadas, promuevan dichos procesos.

En este aspecto, las propiedades mecánicas de los sólidos pulverulentos pueden ser interpretadas de acuerdo a como se describe la forma en que un material soporta las fuerzas aplicadas, incluyendo (fuerzas de tensión, compresión, impacto, cíclicas o de fatiga, o fuerzas a altas temperaturas), entre las cuales, podemos mencionar las siguientes:

- ✓ Tenacidad: Es la propiedad que tienen ciertos materiales de soportar, los esfuerzos que se les apliquen sin deformarse ni romperse.
- ✓ Elasticidad: Consiste en la capacidad de algunos materiales para recobrar su forma y dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo que había determinado su deformación. Mientras más elástico es un material, mayor será la fuerza que va a resistir antes de entrar en la zona de las deformaciones permanentes (o plásticas).
- ✓ Dureza: Es la resistencia que un material opone a la penetración. Se mide de diferentes formas: escala de dureza Mohs; y con diferentes "durómetros" que trabajan con el método de Brinell, Rockwell, Shore, Vickers, etc.
- ✓ Fragilidad: Un material es frágil cuando se rompe fácilmente por la acción de un choque.
- ✓ Plasticidad: Aptitud de algunos materiales sólidos de adquirir deformaciones permanentes, bajo la acción de una presión o fuerza exterior, sin que se produzca rotura.

- ✓ Ductibilidad: Considerada una variante de la plasticidad, es la propiedad que poseen ciertos metales para poder estirarse en forma de hilos finos.

De las anteriores, la propiedad elástica de los materiales está relacionada con la capacidad de un sólido de sufrir transformaciones termodinámicas reversibles, mientras que los sólidos viscoelásticos y los fluidos presentan tensiones dependientes de la velocidad de deformación. Cuando actúan fuerzas exteriores sobre un sólido deformable y este se deforma, se produce un trabajo de estas fuerzas que se almacena en el cuerpo en forma de energía potencial elástica y, por tanto, se producirá un aumento de la energía interna. El sólido se comportará elásticamente si este incremento de energía puede realizarse de forma reversible, en este caso, se dice que el sólido es elástico. Por todo ello, en la actualidad se acepta que la Reología es una ciencia interdisciplinar cuyo desarrollo realizan no solamente físicos, sino también ingenieros de diversas especialidades, Matemáticos, Químicos, Biólogos, “Farmacéuticos”, etc. (Ramírez, 2006).

En esta dirección, como lo manifiesta Lozano et al., (2012, p. 226), “*Comprender y controlar el comportamiento reológico de una sustancia pulverulenta puede ayudar a formular principios activos, a diseñar procesos más eficientes y, así, a conseguir la fabricación de productos de alta calidad, lo que es fundamental en la industria farmacéutica, donde la mayoría de los principios activos y excipientes se presentan como sólidos pulverulentos*”. Aunado al proceso de globalización que ha propiciado que las Industrias, en general, y la Farmacéutica en particular, aumenten sus líneas de investigación en la búsqueda de desarrollos y procesos, que les permitan optimizar e incrementar la velocidad de respuesta, reduciendo los tiempos de fabricación, con la premisa fundamental de “no afectar la calidad del producto final”. Para ello, el sector farmacéutico ha emprendido una serie de transformaciones y reformulaciones de sus productos, en busca de simplificar procesos o reducir tiempos de producción.

Para ello, se ha recurrido a cambios en los materiales sólidos utilizados como excipientes (co-procesado) o a estudios reológicos de los sólidos pulverulentos los cuales, presentan una serie de dificultades por ser sistemas discontinuos, formados por partículas individualizadas; donde su comportamiento no sólo depende de las características intrínsecas del material (estructura molecular o su pureza), sino también

de un considerable número de propiedades asociadas a las partículas individuales que los componen, entre las que se destacan, el tamaño y la forma de las partículas.

Así mismo, cuando se realiza el proceso de pre-formulación y formulación de una forma farmacéutica sólida, se debe dar cuenta, no solo de lo concerniente a las propiedades fisicoquímicas del principio activo y los excipientes, sino también, con aquellas relacionadas con las etapas de fabricación, costos y la duración de los procesos. Para ello, muchas empresas han puesto todos sus esfuerzos en el proceso denominado “*compresión directa*”. La cual, es una metodología simple empleada en la fabricación de tabletas, que literalmente puede entenderse como “mezcla y compresión”, pero no debe asumirse con esa simpleza puesto que su correcta utilización requiere de un análisis detallado de las características del fármaco y los excipientes, que conformaran posteriormente la formulación.

Es importante mencionar que la industria farmacéutica a través del tiempo ha empleado tres métodos para elaborar el granulado que posteriormente utilizarán para fabricar los comprimidos. Estos se denominan: Granulación por *vía húmeda*, por *vía seca* y la *compresión directa*; tal como se muestra, en la figura 4.

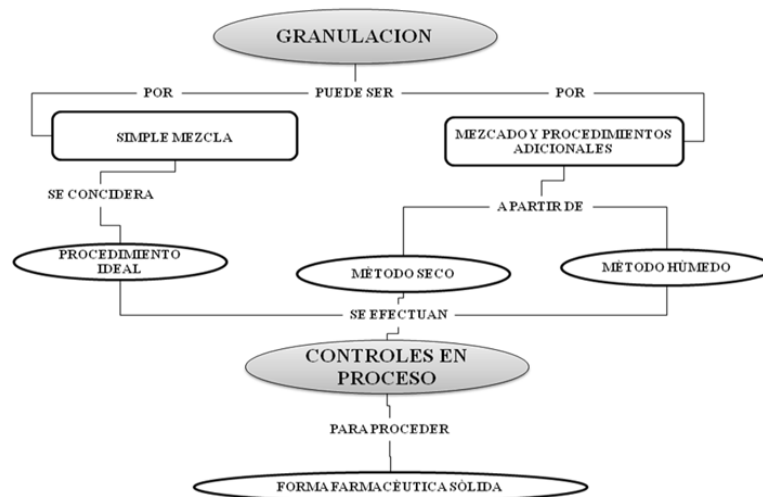


Figura 4. Métodos para elaborar “granulados” y las etapas básicas en el proceso de manufactura de comprimidos u otras formas farmacéuticas sólidas (Archbold, 2010).

La “*granulación*” se define como una operación contraria a la conminución, que tiene como fin la aglomeración de sustancias finamente divididas o pulverizadas mediante

presión o la adición de un aglutinante disperso en un líquido. El resultado perseguido es la obtención de un granulado que constituya una forma farmacéutica definitiva o un producto intermedio para la fabricación de comprimidos, o que sirva de material para efectuar el proceso de llenado de las cápsulas duras de gelatina o simplemente cápsulas.

Este proceso de convertir la mezcla de polvo en granulados, proporciona ciertas ventajas para su utilización en las posteriores etapas que continúan en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, las cuales, se mencionan a continuación:

- ✓ Obtener buenas propiedades reológicas y de flujo;
- ✓ Prevenir la segregación de los componentes en la mezcla de polvos;
- ✓ Disminuir la fricción y los efectos de la carga eléctrica;
- ✓ Facilitar el llenado homogéneo de envases, cápsulas y matrices de las prensas o máquinas de comprimir;
- ✓ Proporcionar dureza a los comprimidos;
- ✓ Fomentar la expulsión del aire interpuesto, reduce en grado significativo la producción de polvo, con el descenso consiguiente de los riesgos laborales; disminuye la higroscopicidad y aumenta la velocidad de disolución y la densidad del producto.

El proceso de granulación se puede realizar por diferentes mecanismos, los cuales, recibirán un nombre de acuerdo a cómo se efectúe la operación. En el caso de que la unión interpartículas se realice con el uso de una solución aglutinante, se habla del método húmedo, en el otro caso, en el que el proceso de granulación es efectuado a través de una acción mecánica (presión o fuerza) recibirá la denominación de método seco. Estos granulados obtenidos por cualquiera de los métodos, deben ser sometidos a distintas pruebas, atendiendo a las siguientes características:

- ✓ Dispersión granulométrica, la cual, debe ser mínima, con un tamaño homogéneo del grano.
- ✓ Densidad y volumen aparente.
- ✓ Friabilidad, es decir, resistencia a la erosión.
- ✓ Comportamiento reológico, que se define por la capacidad de deslizamiento y de apilamiento.

- ✓ Humedad.
- ✓ Capacidad de compresión, que es importante cuando el granulado se destina a la fabricación de comprimidos (se prefiere el granulado plástico, es decir, el que no recupera su forma original tras la deformación, a diferencia del elástico).
- ✓ Capacidad de disgregación y de disolución, así como relación entre el tamaño del granulado y el peso del comprimido.

En todos los casos ese granulado, requiere controles, entre los cuales, se encuentra el llamado “análisis granulométrico”, entendiéndose esta prueba, como la evaluación del tamaño, su distribución y la forma de las partículas. Aspectos, que tienen un papel crítico en cuanto a su comportamiento, ya que, afectan potencialmente el desarrollo de numerosas operaciones básicas y a las propiedades de las formas de dosificación a que den lugar.

Es importante considerar que cuando nos referimos al tamaño de partícula de los principios activos, se requiere conocer y adaptarse a lo regulado por la administración, destinataria del producto. Un buen ejemplo de ello lo constituyen aquellos fármacos que se incorporan a aerosoles de inhalación, cuyo tamaño de partícula debe presentar unos límites estrictos para acceder eficazmente a la zona de actuación en el árbol respiratorio y no sean expulsados con el aire expirado. Por otra parte, la superficie específica de los sólidos, es susceptible a la ocurrencia de una serie de fenómenos superficiales, entre los cuales, el proceso de disolución esencial en estos productos, transcurre a una velocidad que depende de la granulometría del sólido.

También, es necesario tener en cuenta, que, en algunos casos, el tamaño de las partículas de ciertas sustancias auxiliares, condiciona su actuación. Así, los agentes lubricantes deben tener un tamaño de partícula muy pequeña, para que su actuación sea eficaz, como sucede, por ejemplo, cuando adicionamos estearato de magnesio en el proceso de compresión.

Además, de las anteriores, la granulometría de los sólidos pulverulentos condiciona otras propiedades, como: densidad aparente, la compresibilidad, que constituyen factores críticos en la elaboración de las formas de dosificación sólidas, como cápsulas o comprimidos (tabletas), en las que intervienen procesos de llenado volumétrico. El

sentido primordial de este trabajo, es el de estimular al Químico Farmacéutico hacia la investigación y desarrollo de las distintas formas farmacéuticas mediante el conocimiento de los principios físicos y químicos de las mismas y en especial la “Reológica”.

Estos elementos planteados sobre la reología, fueron considerados en los distintos temas desarrollados en el aula durante el proceso de enseñanza aprendizaje implementado en los estudios realizados durante la ejecución de la tesis.

En el siguiente capítulo se describe la metodología de enseñanza implementada en las distintas actividades en el aula de clase.

Capítulo 4

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

*Evite el error de enseñar ahora en la misma forma
como le enseñaron a usted*

Klein, 2012

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

En este capítulo se describe la metodología de enseñanza aprendizaje o propuesta didáctica implementada en los cuatro estudios que integraron esta tesis.

La tarea de enseñar en el nivel universitario, se ha tornado cada vez más ardua, debido principalmente al ascendente incremento del conocimiento, al número creciente de alumnos y a la insistencia cada vez mayor en el reclamo de una instrucción más eficaz por parte de nuestra sociedad. Demandando al docente que no sea un trasmisor del conocimiento y se convierta en una persona ocupada en lograr que el alumno se constituya en el constructor del proceso de aprendizaje.

Aunado a la percepción obtenida en el aula, como docente de Tecnología Farmacéutica, donde se ha notado la dificultad que presentan los estudiantes, para integrar conocimientos, solucionar problemas y hacer transferencias de conceptos dentro de una misma ciencia o entre diferentes ciencias⁷ y a la necesidad de articular una serie de inquietudes e interrogantes, relacionados con los conocimientos requeridos de la asignatura de Física (fuerza, flujo, velocidad, deformación, elasticidad), para acceder al concepto **reología**, característica crítica de los sólidos pulverulentos en el proceso de elaboración de las formas farmacéuticas sólidas.

Avaladas esas percepciones en los resultados obtenidos por (Hederich, 1989; Carrasco, 1989; De Vasco, 1989; Nylon y Linn ,1988; Chadwick, 1981; Baena, 2000; Ospina et al., 2008; Cudmani y Salinas, 2004), quienes han investigado acerca de las aptitudes y desarrollo cognoscitivo en estudiantes colombianos y el rol del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como también las aportaciones de las investigaciones de: Yager y Penich (1983), sobre la utilización de texto guía; Álvarez de Fernández (1997) y Torres (2004), en donde compararon dos estrategias metodológicas de enseñanza (la tradicional vs otra activa-constructivista), reportando mejores resultados en la metodología activa-constructivista.

⁷ **Isomorfismo de la ciencia** (Usar los mismos términos y conceptos para describir rasgos esenciales de sistemas reales muy diferentes; y encontrar leyes generales aplicables a la comprensión de su dinámica).

Además de las situaciones estudiadas en las anteriores investigaciones nombradas, se contempla el hecho de que, muchas veces, las estrategias y los métodos de enseñanza utilizados por los profesores de estas asignaturas, en general, no son los más indicados para la enseñanza de las ciencias naturales y para desarrollar destrezas y habilidades en los alumnos (Pozo, 1987; Calatayud et al., 1992; Driver, 1988 y Otero, 1990). Asociado a lo anterior, el Comité de Carrera de la Facultad de Química Farmacéutica, ha emprendido un proceso de transformación curricular encaminado a lograr un plan de estudio flexible y pertinente, en el cual, se involucrarán estrategias metodológicas participativas, en aras de lograr un profesional del área de la salud que fuese observador, reflexivo, crítico, analítico, creativo, sensible y comprometido con el bienestar del paciente y la comunidad en todos los aspectos relacionados con la elaboración, evaluación, dispensación y utilización correcta de los medicamentos y productos afines.

De ahí, como iniciativa para resolver los problemas planteados en la enseñanza de la Tecnología Farmacéutica de la Facultad de Química Farmacéutica se propuso e implementó en esta investigación una metodología de enseñanza aprendizaje activa, basada en el aprendizaje significativo, el aprendizaje significativo crítico y la metodología activa, en la cual, se busca que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades, como también, el de aproximar a los alumnos a los desarrollos tecnológicos que requiere la producción de medicamentos cada día más cuestionados y necesarios, estimulando en ellos, tanto una actitud científica y tecnológica, como la función social que esta profesión debe cumplir. Apuntalado sobre las reflexiones emitidas por Hernández (2002) en que la educación superior debe estar centrada en el *aprender a aprender* y Torrado (citado por Ramírez, 2006, p. 4) quien nos manifiesta que *más que enseñar ciencias, como paquetes dogmáticos ya hechos, se trata de enseñar a hacer ciencia, a producir y reproducir críticamente los conocimientos, a apropiarlos y a elaborarlos*, coincidiendo con nuestro marco teórico, en el cual, se propende por un aprendizaje significativo y a la vez crítico.

En la siguiente sección se presenta en forma concisa y breve la metodología de enseñanza utilizada tradicionalmente por los docentes en el aula para cubrir los tópicos de la asignatura Farmacotecnia I, y a continuación se describe la metodología de enseñanza aprendizaje implementado durante el trabajo realizado en esta investigación.

4.1 Metodológica de enseñanza-aprendizaje aplicada tradicionalmente en la asignatura Farmacotecnia I en la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia.

Tradicionalmente la asignatura Farmacotecnia I, es enseñada a la luz de los paradigmas conductistas, donde el alumno es un receptor pasivo y el protagonismo del proceso de enseñanza aprendizaje está centrado en el docente, como se presenta en la Figura 5.

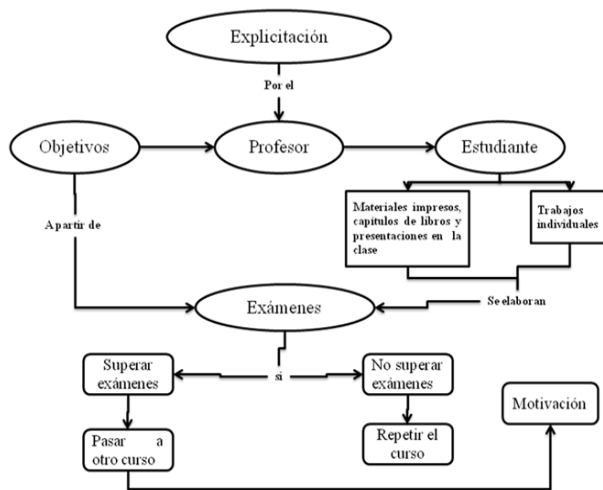


Figura 5. Metodología de enseñanza tradicional y las actividades desarrolladas en la asignatura Farmacotecnia I Archbold (2009).

Como se muestra en la Figura 5, el modelo de transmisión ó perspectiva tradicional utilizado por los docentes en la enseñanza de la asignatura Farmacotecnia I, está concebido como un proceso centrado en el docente y donde el profesor es como un director de orquesta, en el cual, su función es explicar claramente y exponerlo de manera progresiva; si aparecen errores es culpa del alumno por no adoptar la actitud esperada de aprender; además el estudiante es visto como una alcancía que hay que llenar, es decir, se ve al alumno como un individuo pasivo. En este esquema, el profesor suministra los medios para llegar al comportamiento esperado y verifica su obtención; a través de evaluaciones en donde se busca que el alumno reproduzca los conceptos de la forma en que el docente los ha planteado en sus explicaciones sin ningún análisis o cuestionamiento. Favoreciéndose en el proceso de enseñanza el uso y abuso de la conferencia, propiciando que el estudiante dependa en gran medida de lo que escuche del docente. Por lo tanto, si consideramos lo que nos plantean: Ángelo (1990), que sólo recordamos el 20 % de lo que escuchamos en una conferencia tradicional, Lipman

(1991), que lo que acontece en el salón de clase es un –letargo cognoscitivo y Lord, (1994); Felder, (1996); Leonard, (2000), coinciden en que la conferencia tradicional no ha sido efectiva para lograr aprendizaje significativo.

Otros aspecto que restan efectividad a la conferencia tradicional es que no fomentan la interacción entre compañeros de clases (Lord, 1999), limitan las oportunidades y la práctica para que los estudiantes pregunten y así identifiquen sus conceptos erróneos (Browers, 1986; Stone, 1970); con ella, se presume que el transfondo de la población estudiantil o en otros términos la estructura cognitiva de los alumnos, es el mismo (Bronw et al, 1989) y se considera que todos los alumnos manejan la información al mismo ritmo (Lord, 1999).

En resumen, este proceso de enseñanza aprendizaje tradicional estimula un aprendizaje mecánico, reduciendo el aprendizaje a un proceso meramente memorístico, fomentando una recepción pasiva del conocimiento. En el cual, se perpetúan las siguientes características:

- El maestro es el centro del proceso de enseñanza.
- El estudiante juega un papel pasivo, con poca independencia cognoscitiva y pobre desarrollo del pensamiento teórico.
- El programa es muy rígido y con gran volumen de información, con carácter secuencial y sin establecer relaciones entre materias, tratándose las temáticas de forma aislada.
- La relación alumno profesor está basada en el predominio de la autoridad, mediante una disciplina impuesta, se exige sobre todas las cosas obediencia. La actitud del alumno es pasiva y receptiva, la relación del profesor con ellos es paternalista.
- El profesor generalmente exige del alumno la memorización de lo que narra y expone, ofreciendo gran cantidad de información, pues se considera el principal transmisor de conocimientos.
- Los principios educativos que rigen la labor del profesor son bastantes inflexibles en ocasiones tienen un carácter impositivo y coercitivo.
- Los objetivos son elaborados en forma descriptiva y declarativa, dirigidos a la tarea a realizar por el profesor y no a acciones a ejecutar por el estudiante, de ahí que la

evaluación esté dirigida al resultado, mediante ejercicios generalmente reproductivos.

- El contenido de la enseñanza consiste en un conjunto de conocimientos y valores sociales acumulados por las generaciones adultas que se transmiten a los alumnos como verdades acabadas; generalmente estos conceptos están disociados de la experiencia del alumno y de las realidades sociales, por lo que la pedagogía tradicional es también llamada enciclopedista e intelectualista.
- No hay un adecuado desarrollo del pensamiento teórico de los alumnos. Se desarrolla un pensamiento empírico que tiene un carácter clasificador.
- La evaluación del aprendizaje va dirigido al resultado, los ejercicios evaluativos son esencialmente reproductivos, por lo que el énfasis no se hace en el análisis y el razonamiento.

En contraste a esta metodología de enseñanza tradicional, se propuso una metodología de enseñanza aprendizaje activa, la cual, fue implementada en los distintos estudios que conformó el trabajo realizado en esta tesis.

4.2 Metodología de enseñanza-aprendizaje activa, propuesta para la asignatura Farmacotecnia I en la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia

La metodología propuesta e implementada en esta tesis (enseñanza- aprendizaje del concepto **reología** y sus implicaciones en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas), tiene sus bases en los lineamientos del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1978), algunos principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2010) y actividades desarrolladas a la luz de la Mediación de Vygotsky (1982; 1984), sobre la ZDP (zona de desarrollo próximo), en donde el papel principal corresponde al estudiante, quien construye el conocimiento a partir de una serie de trabajos diseñadas y puestas en práctica en el aula, con la intención de lograr que los alumnos:

- Sean responsables de su propio aprendizaje, que desarrollen habilidades de búsqueda, selección, análisis y evaluación de la información, asumiendo un papel más activo en la construcción del conocimiento.

- Participen en las actividades que les permitan intercambiar experiencias y opiniones con sus compañeros.
- Se comprometan en su proceso de aprendizaje, reflexionando permanentemente sobre lo que hacen, cómo lo hacen y qué resultados logran, proponiendo acciones concretas para su mejoramiento.
- Desarrollen aprendizaje autónomo, pensamiento crítico, destrezas en el campo de la tecnología farmacéutica y capacidad de autoevaluación.

El proceso de enseñanza aprendizaje implementado, fue evolucionando a lo largo de los distintos estudios realizados en la investigación, y sólo presentamos aquí su versión más completa implementada en el cuarto estudio. En la Figura 6, se presentan las diferentes actividades que conforman la metodología.

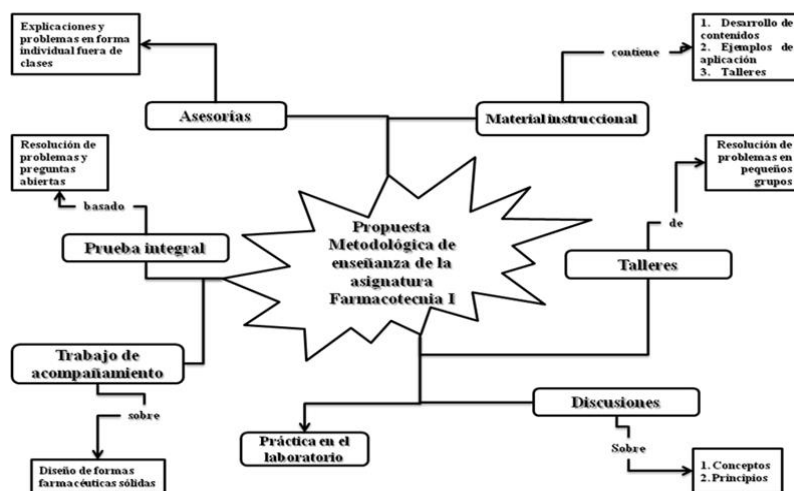


Figura 6. Metodología de enseñanza aprendizaje y las actividades desarrolladas en el aula en la asignatura Farmacotecnia I Archbold (2009).

En el esquema mostrado en la Figura 6, se puede visualizar que en la metodología se privilegia el trabajo de los alumnos, y se centra el proceso en torno al estudiante, a través del trabajo con acompañamiento, el trabajo en grupo y la discusión de los temas planteados en las distintas secciones de los foros programados en el aula. Las actividades desarrolladas en el aula se enfocaron en los contenidos de la mecánica clásica newtoniana y la respuesta de un sólido sometido a una deformación (ley de Hooke), desde la óptica de los conceptos: fuerza, movimiento, velocidad flujo y deformación, aplicados a las partículas sólidas.

A continuación, se hace una descripción de cada una de los elementos que componen la propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje implementada en esta tesis.

- **El material Instruccional**, corresponden a lo que Ausubel llama material potencialmente significativo. En él, se presenta el desarrollo de los contenidos de las unidades temáticas de la asignatura de Farmacotecnia I, los cuales, son presentados en el aula, a partir de la definición del concepto de “reología” y los principios físicos que los sustentan, para luego, utilizarlos en las pruebas que deben realizar a los productos en proceso durante la elaboración de tabletas (granulación). Es importante enfatizar que los contenidos de estos materiales son diseñados y planeados a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico de los conceptos previos de los alumnos (Archbold, 2009).

A continuación, se relacionan algunos materiales utilizados para realizar las actividades de enseñanza aprendizaje en el aula:

- ✓ Movimiento y fuerza. Naranjo et al (2009)
http://www.salesianosmacul.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=startdown&id=34.
- ✓ Fuerza e interacción
<http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CEUQFjAH&url=http%3A%2F%2Ffresno.pntic.mec.es%2F~fgutie6%2Ffisicayquimica1%2FPresentaciones%2F13%2520Fuerza%2520e%2520interacci%25F3n.ppt&ei=D-y7VP3LJiinNtTygtAF&usg=AFQjCNGpruB-c4ySf5YdY2YGAOyPZnfS0A>.
- ✓ Ciencia de las partículas y tecnología relacionadas con el sólido pulverulento de uso farmacéuticos (Aulton, 2004, p.141).
- ✓ www.ing.unlp.edu.ar/dquimica/.../Fluidos%20no%20newtonianos fecha de consulta 2008, marzo, 10:00 am. Fluidos no Newtonianos (documento teórico).
- ✓ www.efn.unc.edu.ar/departamentos/aero/Asignaturas/.../2_reologia.pdf fecha de consulta 2009, junio, hora 3.00 pm. Reología fluidos no Newtonianos (pdf en presentación).
- ✓ Steinbruggen Zaragoza, Roberto (2006) Reología de líquidos y semisólidos.

- ✓ Rajander Pal. (2007). Rheology of particulate. Dispersions and composites CRC Press Ontario Canada.
 - ✓ Briceño M. I (2008). Importancia de la reología en la industria
 - ✓ Granulometría y micro-meritica (Vila Jato, 2001, p. 75)
 - ✓ Sólidos pulverulentos Mercedes Fernández Arévalo
www.google.com.co/?q=reologia+de+solidos+pulverulentos+pdf.
- **El trabajo con acompañamiento.** Es una actividad en la cual, el grupo de estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, se divide en subgrupos y se les asigna un trabajo específico, en el cual, al final del semestre, los subgrupos entregaran un producto académico que contemple sin sobrepasar los objetivos de la asignatura (Anexo 14).

Esta actividad es producto del diagnóstico inicial (Archbold, 2009), diseñado y sustentado a partir de dos pilares: una pedagogía que hace referencia a la enseñanza de la temática de Tecnología Farmacéutica y la otra sobre la mediación, que se fundamenta en la teoría socio-cultural del aprendizaje de Vygotsky (1978), quien propone que la mente humana y los procesos mentales superiores están mediados por artefactos, especialmente los simbólicos, que son productos culturales, entre los que sobresale el lenguaje. En este sentido, la mediación simbólica que pueden generar los seres humanos ayuda a transformar el potencial cognitivo de los aprendices.

Uno de los principales ejes de la teoría de Vygotsky se fundamenta en que las funciones mentales superiores tienen su origen en la actividad social, en lo que se conoce como el plano interpersonal. Según Vygotsky, cualquier función en el desarrollo cultural del estudiante emerge en dos planos. Primero, aparece en el plano social y luego en el plano psicológico. Estas relaciones sociales o las relaciones entre las personas se destacan genéticamente todas las funciones superiores y sus relaciones (Vygotsky, como se cita en Johnson, 2004). Esto significa que el aprendizaje tiene lugar en las relaciones sociales, como una actividad entre personas en contacto con un contexto socio-cultural antes de ser internalizado y convertido en un estado de autorregulación.

El proceso de internalización, explica cómo lo que era una actividad no mental que requería la presencia de un objeto físico se vuelve una actividad mental, independiente

de la presencia de los objetos (Stetsenko, como se cita en Lantolf, 2004). Para Lantolf, un aspecto importante de este asunto es la imitación, definida como un proceso creativo, que apunta al futuro por su poder transformador cuando incluye representación e intencionalidad.

Otro concepto clave en la teoría sociocultural se refiere al espacio donde tiene lugar la internalización, la Zona de Desarrollo Próximo, que puede definirse *como la diferencia entre lo que una persona puede lograr cuando actúa sola y lo que puede alcanzar esa misma persona con el apoyo de otra o de un artefacto cultural* (Lantolf, 2006, p. 24). El concepto de Zona de Desarrollo Próximo es muy útil para explicar cómo la escuela y el profesor pueden impactar a los estudiantes en el nivel real y en el nivel potencial. Lo que un alumno puede hacer independientemente representa el nivel real, en el cual ciertas funciones mentales se han estabilizado. Por el contrario, si una función mental no se ha estabilizado, se requiere la intervención de otra persona; en este caso estamos hablando del nivel potencial. (Johnson, 2004). Para que esta potencialidad llegue a un estado mayor de desarrollo, Vygotsky subraya que un ambiente de acompañamiento con interacción dialógica promueve el aprendizaje. El concepto de Zona de Desarrollo Próximo exige que la asistencia sea suministrada y retirada en el momento adecuado. Aunado al planteamiento de Van Lier (2003), en la cual, manifiesta que las oportunidades para la acción y la interacción dependen del intercambio entre los individuos y el ambiente. De acuerdo con Van Lier (2003), para favorecer el aprendizaje, los profesores deben crear ambientes ricos en los que haya exigencias y requerimientos, oportunidades y limitaciones, rechazos e invitaciones, así como actividades bien diseñadas que estimulen el aprendizaje.

En este sentido y para posibilitar la realización de dichas actividades con acompañamiento, se establecieron unas definiciones y unas pautas, a tener en cuenta al ejecutarlas en el aula. Estas, son descritas a continuación iniciando con las definiciones, para luego continuar con las pautas establecidas para su realización.

- ✓ Horas de acompañamiento. Tiempo pactado y concertado para la dirección y asesoría de los estudiantes, con el fin de realizar actividades formativas que van a la par de las temáticas de la asignatura Farmacotecnia I. Este tiempo forma parte de las labores docentes en cada uno de los cursos teóricos.

- ✓ Producto del acompañamiento o producto académico. Es un trabajo que el estudiante deberá entregar al finalizar el curso, como resultado del acompañamiento pactado, acorde con los objetivos y problemas propuestos en la asignatura. Se busca con esta actividad que el estudiante conozca cómo se aplica y que utilidad tienen los contenidos impartidos en la asignatura Farmacotecnia I, en el quehacer de la profesión de Químico Farmacéutico.

Así mismo, para la realización de esta actividad, se les plantearon las pautas a seguir durante el semestre, tanto para la conformación de los subgrupos de alumnos, como para suministrar la información general que se requiere para su realización. Las cuales fueron:

- ✓ Los sub-grupos están constituidos por cinco estudiantes.
- ✓ En una sección plenaria se suministrará la información sobre los alcances y las características de los trabajos para su análisis y discusión.
- ✓ Se asignará a cada sub-grupo, una temática para realizar el trabajo con acompañamiento, como también, se les entregará el cronograma de las reuniones o encuentro con el profesor que hará el acompañamiento durante el periodo establecido para el semestre académico.

A continuación, a modo de ejemplo, se presenta el protocolo entregado a uno de los sub-grupos del trabajo con acompañamiento.

Producto a desarrollar: Tableta de Teofilina 300 miligramos de liberación modificada.

Comprimido de liberación modificada de Teofilina 300 miligramos		
1.	Principio activo (Teofilina)	300 miligramos
2.	Eudragit [®] RL	11,60 miligramos
3.	Eudragit [®] RS	46,40 miligramos
4.	Celulosa microcristalina (PH 101)	38,00 miligramos
5.	Estearato magnésico	4,00 miligramos
Peso del comprimido		400 +/- 5 %

Plan de atención a los subgrupos durante el semestre que consta de 16 semanas:

- a. En la semana cuarta, el grupo presentará el proyecto que realizará en forma esquemática.

- b. En la semana sexta, se realizará una reunión plenaria para analizar los avances y las dificultades que tienen los distintos subgrupos.
- c. En la decima semana los subgrupos presentaran en el aula sus trabajos con las modificaciones y avances para ser revisados y analizados con las aportaciones de los otros alumnos.
- d. A partir de la undécima semana, los equipos podrán solicitar acompañamiento en el espacio de tiempo que consideren en los siguientes horarios: lunes en las horas de la tarde (14-17), martes en las horas de la mañana (8-10) y los jueves en las horas de la tarde (14-17).

Al final del semestre el estudiante entregará un informe que contiene el producto académico resultante del acompañamiento, el cual, tendrá como mínimo los siguientes ítems:

- a. Portada (valor 5 puntos).
 - b. Introducción (valor 5 puntos).
 - c. Cuerpo del documento, compuesto por los siguientes puntos:(valor 60 puntos).
 - 1. La fórmula propuesta y una descripción de los distintos componentes (analizando y cuestionando el uso de cada uno de los distintos materiales)
 - 2. El proceso de elaboración de la formula (contemplando las razones por las cuales utilizó un método de producción y no otro).
 - 3. La propuesta de empaque diseñado para el producto (analizando sus ventajas y desventaja).
 - 4. Comentarios y aportaciones del grupo al trabajo (conclusiones resultantes del proceso de aprendizaje del grupo).
 - d. Bibliografía consultada (valor 10 puntos).
 - e. Presentación en power point del trabajo (no mayor de 10 laminas, con la finalidad de analizar el poder de síntesis del grupo) (valor 10 puntos).
- **Las asesorías**, son una forma de atención que el profesor proporciona a los estudiantes de manera individual, en las cuales, se analiza y se comenta las dudas sobre los distintos ejercicios y se exponen o se profundiza en algún tema específicos. O, en otras palabras, estas asesorías, constituyen un espacio de

intercambio y de discusión de conocimientos, donde el profesor propició en los alumnos el desarrollo de unas funciones pedagógicas:

También, se constituyen en un espacio en donde el docente orienta al alumno en cuanto a la actividad académica que se realiza, explicándole la metodología con que se va a trabajar en la asignatura Farmacotecnia I, supervisando el avance académico del alumno, motivándolo hacia el desarrollo positivo de sus posibilidades y capacidades creadoras, contestando de forma amplia y clara las preguntas e inquietudes del estudiante, asesorando de manera individual o grupal, en cuanto a los objetivos de la materia y auxiliando al alumno en su estudio mediante la sugerencia de técnicas y procedimientos adecuados para la comprensión de la asignatura.

➤ **El foro de discusión**, es una actividad programada en el aula de clase al término de dos secciones del tema de la unidad temática correspondiente, donde se discuten y se plantean interrogantes sobre los conceptos enseñados. Esta actividad, conforma una excelente plataforma para el aprendizaje a través de la interacción moderada entre iguales y están basados en el concepto de que el alumno es el centro del entorno de aprendizaje. Orientados, además, al desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico (Sahu, 2008).

Las interacciones persona a persona ofrecen un amplio espectro de aprendizaje en el que, además de la orientación que le pueda dar el profesor, cada alumno está expuesto a las ideas y perspectiva de cada uno de sus compañeros. Su fortaleza está basada en lograr que el alumno se involucre en las actividades de aprendizaje motivando su interacción, colocando al alumno como el actor principal del proceso de aprendizaje y al profesor como un mediador de la actividad (Sahu, 2008; Silva, 2004). De esta manera, los estudiantes internalizan las orientaciones y guías de compañeros más capacitados cuando escriben de forma colaborativa (García y Perera, 2007).

Si bien la participación de los alumnos en el foro puede ser evaluada de diversas formas, los autores coinciden en que una mayor participación no necesariamente es reflejo de un aprendizaje significativo, ni de la calidad de las intervenciones (Gros y Silva, 2006; Ornelas, 2007). Así mismo, existen divergencias en cuanto al uso de los foros de discusión en la educación y su influencia en el alcance del aprendizaje

significativo. Hay quienes la consideran como una herramienta revolucionaria y quienes piensan que su uso efectivo y significativo es mínimo (Kay, 2006). Siendo la principal razón de que exista tal divergencia, la falta de una herramienta de evaluación de los foros, basadas en conceptos teóricos, que sean consistentes e integrales (Kay, 2006).

En todo caso, y para los fines de esta investigación, se evaluaron los foros a través de los siguientes mecanismos (Anexo 16):

- Primero, cada subgrupo debe entregar por lo menos tres preguntas sobre alguno de los tópicos tratados en clase, los cuales, serán analizados y discutidos en las asesorías con base en la coherencia y pertinencia con la temática.
 - Segundo, se tendrá en cuenta el número de participación o intervención, a la luz de las siguientes consideraciones:
 - a. El estudiante en las intervenciones, plantea ideas de los textos recomendados en las referencias de las unidades temáticas.
 - b. Incluye y fundamenta argumentos propios.
 - c. Toma en cuenta las intervenciones de sus compañeros y genera interrogantes que invitan a que los demás participen.
 - d. Las intervenciones son realizadas en el período del foro o en la asesoría.
- **El taller**, es una actividad presencial al finalizar cada unidad temática, en la cual, el grupo de estudiantes de la asignatura Farmacotecnia I, se divide en sub-grupos de cinco estudiantes, quienes trabajaran durante una hora cuatro problemas como los que se describen a continuación.
1. ¿Cuál es el porcentaje v/v de alcohol en un preparado para la tos, la cual contiene 850 mililitros de elixir de hidrato de terpina al 35 %, 600 mililitros de espíritu de cloroformo al 57 % y cantidad suficiente de jarabe de ácido yodhídrico para elaborar 1900 mililitros?
 2. ¿En que proporción y cuanto de cada uno de los preparados, deberá un farmacéutico mezclar de los cuatro lotes de unguento que tienen la siguiente concentración 20% p/p, 15 % p/p, 5 % p/p y 3 % p/p de óxido de zinc respectivamente para obtener 45 gramos del preparado con una concentración del 10 % de óxido de zinc?

3. Un farmacéutico desea recuperar un lote de tabletas que quedó bajo de principio activo, adicionándole materia prima de 98 %, los resultados del análisis de control de calidad de la tableta defectuosa dio la siguiente concentración 93,8 %. La concentración deseada en la tableta es de 97.5 %; el lote preparado que resultó defectuoso fue de 400.000 tabletas con un peso de 500 mg. ¿Cuánto se le debe adicionar del principio activo para que las tabletas cumplan con la concentración deseada?
4. Se tiene la siguiente fórmula:

	Componentes	Cantidad	Unidad
1.	Elíxir de cloruro de amonio	43	mL..
2.	Esencia de limón	19	mL..
3.	Jarabe de guayacolato	c.s.p. 135	mL.

Se quiere conocer el porcentaje ($\%$) de cloruro de amonio en la preparación?

En el desarrollo de los problemas, los subgrupos explicarán los procesos utilizados para llegar a los resultados encontrados y a la vez analizarán la coherencia de estos resultados con la teoría. Teniendo en cuenta para su abordaje las siguientes pautas u otras que el grupo de estudiantes sugiera dentro del taller:

- ✓ Lea y analice el escenario en el que se presenta el problema.
 - ✓ Identifique la información con la que se cuenta sobre el tema central del problema.
 - ✓ Elabore un esquema del problema.
 - ✓ Confeccione una lista de las ecuaciones o lo que se requiere para enfrentar el problema.
 - ✓ Diseñe un esquema de trabajo a seguir para el logro de la solución del problema.
- **La prueba integral**, es la evaluación que se realiza al término de cada unidad temática, la cual, es presencial e individual y consta de una serie de ítems (dos problemas y unas preguntas abiertas). Su cuantificación se realiza a través de una serie de criterios relacionados con los procedimientos usados en la resolución, la justificación a través de los principios físicos involucrados. Además, este resultado se tendrá como uno de los elementos que permiten comparar los rendimientos académicos del grupo de intervención con un grupo paralelo que sigue la metodología tradicional en el quinto estudio.

- **La práctica de laboratorio (anexo 17)**, es una actividad que realizan los estudiantes en las instalaciones de la Planta Piloto de Medicamentos Esenciales de la Facultad de Química Farmacéutica, después de haber recibido los contenidos de la unidad temática correspondiente. Con dicha práctica se busca un aprendizaje capaz de transformar el saber en saber hacer. A través de una acción tutelada bajo la dirección del profesor, teniendo claro que el estudiante será más activo cuanto menos lo sea su profesor, es decir, éste debe quedar como orientador. Dentro de este ámbito, se procura no sólo que el alumno aplique los conocimientos teóricos adquiridos, sino que también ejercite su destreza en el laboratorio, inculcándoles las buenas prácticas de manufactura y el respeto por la normativa de seguridad e higiene que debe observarse en el mismo.

Para su realización se les proporcionan una serie de documentos como el descrito a continuación, y que ha de completar con cálculos y protocolos de trabajo antes de acceder al laboratorio. A modo de ejemplo, se presenta el documento correspondiente a la práctica de granulometría.

Hoja de Granulometría.



1. Objetivo: Conocer, analizar y elaborar distintos granulados a través de varios métodos a partir de una formulación para un medicamento.
2. Lote: Usted elaborará una de las fórmulas propuestas en los literales a y b, por el método simple mezcla: (cantidad a preparar 300 gramos).

a. Fórmula

Fórmula para el granulado de 400 miligramos de ácido acetil salicílico

1.	Ácido acetil salicílico	400 mg
2.	Lactosa	100 mg
3.	Avicel ph 200	400 mg
4.	Aspartame	0,10 mg
5.	Colorante (Rojo)	c.s.
6.	Estearato de magnesio	1 % del granulado seco

b. Fórmula

Fórmula para el granulado de 400 miligramos de Ibuprofeno.

1.	Ibuprofeno	400 mg
2.	Lactosa	100 mg
3.	Avicel ph 200	400 mg
4.	Aspartame	0,10 mg
5.	Colorante (Rojo)	c.s.
6.	Estearato de magnesio	1 % del granulado seco

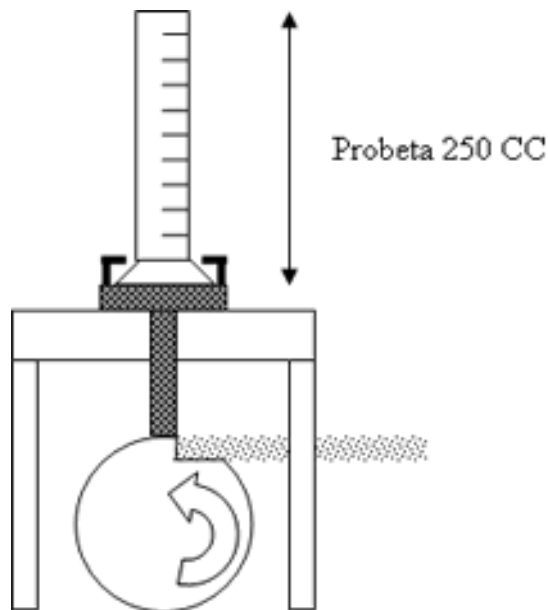
Procedimiento

- ✓ Pese la cantidad calculada para el lote de los componentes de la formula en bolsas individuales, comenzando el proceso de pesada por los excipientes y el ultimo a pesar es el principio activo por normas de BPM.
- ✓ Tamice uno a uno cada componente para efectuar dos controles (buscar componentes extraños y para obtener partículas menores que el tamiz usado)
- ✓ Mezcle bien los componentes de la formula sin agregarle el estearato de magnesio.

3. Efectué al granulado obtenido los siguientes controles:

a. Método de compactación o Índice de Carr`s.

La densidad de un polvo se determina como la relación que existe entre su masa y el volumen ocupado. Como los polvos están formados por partículas de tamaños diferentes, cada una de las cuales dependiendo de la afinidad que posean tendrá diferente grado de empaquetamiento. Este se determina relacionando un volumen de granulado vertido en un tubo graduado antes de sufrir una vibración y luego de esta.



Equipo para el análisis del Índice de Carr.

Efectué los cálculos y las graficas a partir de las siguientes formulas:

$$\% \text{ de compresibilidad (C)} = ((V_o - V_f) / V_o) \times 100$$

$$\text{Índice de Carr (\%)} = ((\delta_{\text{empaquetada}} - \delta_{\text{esponjada}}) / \delta_{\text{empaquetada}}) \times 100$$

$$\text{Índice de Hausner} = (\delta_{\text{empaquetada}} / \delta_{\text{esponjada}}) \times 100$$

Para realizar la prueba siga el siguiente instructivo analizando y registrando en su cuaderno de laboratorio que pasa si se cambia el orden del proceso o se varían los valores asignados:

1. Pese una cantidad del granulado problema (100 gramos o una cantidad propuesta por su grupo)
2. Llévelos sin agitación a la probeta del equipo designado para ello.
3. Efectúe la lectura del volumen ocupado por dicho granulado en la probeta, la cual será denominada V_0 , para el efecto de la prueba.
4. Coloque la probeta en el equipo (AUTOTAP) y siga las instrucciones, deje que trabaje durante 5 minutos y apague el equipo, lea el nuevo volumen ocupado por dicho granulado en la probeta, el cual, será denominado V_5 , para efecto de la prueba.
5. Repita el paso "4", para los tiempos 10, 15, 20 y 25, obteniendo los volúmenes respectivos que ocupa el granulado en la probeta.
6. Grafique los puntos obtenidos (Volumen Vs tiempo).

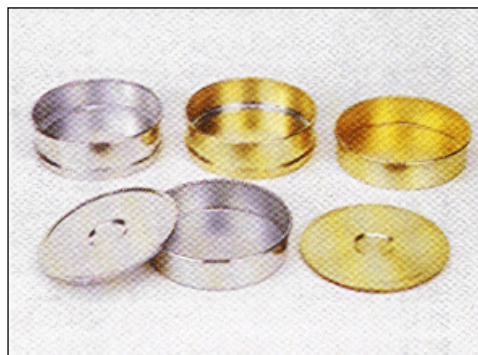
Datos:

Tiempo	Volumen inicial V_0 (Ml)	Volumen final V_f (mL)	Compresibilidad
5			
10			
15			
20			
25			

- b. Diámetro promedio granular

El tamaño de las partículas de los gránulos, o su superficie, es un factor decisivo para la serie total de sus cualidades; condición que favorece un peso uniforme de las tabletas y una adecuada dosificación del fármaco.

Para la realización de la prueba se cuenta con varios procedimientos, pero para el trabajo en el laboratorio Farmacotecnia I, se utilizará el método de los tamices



Tamices para la prueba

El equipo que utilizaremos está compuesto por un motor que producirá la agitación, tamices de varias numeraciones, base y tapa.



ROTAP equipo utilizado para el diámetro promedio de las partículas del granulado

Equipo: ROTAP

Implemento: Tamiz No. 40, 60, 80, 100, 120, 200 y 300, con tapa y base o receptor (o una serie establecida el día del laboratorio)

La numeración de los tamices tiene una relación con respecto al número de huecos que tiene la malla por pulgada lineal. El tamizado es un proceso de clasificación de grupos de granulados que deben ser separados en varias categorías. El cual, se efectúa con un juego de tamices de diversa amplitud de malla, estandarizados.

El material adicionado al rotap en el primer tamiz de la serie, se desplaza a través de los diferentes tamices durante la prueba reteniéndose en ella, si el tamaño de la partícula es superior a las dimensiones de la malla que posee.

Procedimiento:

1. Pesar 100 gramos de muestra de granulado
2. Seleccionar los tamices designados para la prueba

3. Montar el equipo con los tamices seleccionados sobre la zaranda y ajustar (ordenarlos de mayor a menor tamaño de poro y en el superior agregar la muestra de granulado)
4. Agitar por cinco (5) minutos
5. Desmontar con cuidado el equipo para no derramar el granulado retenido en cada tamiz
6. Pesar el granulado retenido en cada tamiz.
7. Realizar los registros respectivos según cuadro.

1	2	3	4	5

En el cuadro anterior llene los siguientes datos obtenidos en las actividades realizadas en la práctica, de acuerdo a especificación siguiente:

1. Número de cada tamiz
2. Diámetro del poro de cada tamiz
3. Peso retenido
4. % retenido
5. Peso acumulado
6. Graficar el % retenido vs. Tamaño del tamiz y efectúe su análisis.

c. Ángulo de reposo

Es definido como: el máximo ángulo posible formado entre la superficie del cono que se forma al caer desde un embudo o tolva en un plano horizontal. Mida el ángulo de la pendiente formada por la generatriz del cono que se produce cuando se derrama libremente. Cuanto menor sea el ángulo que forma la generatriz con la horizontal, tanto mejores serán las propiedades fluyentes del granulado. Esta prueba, determina el

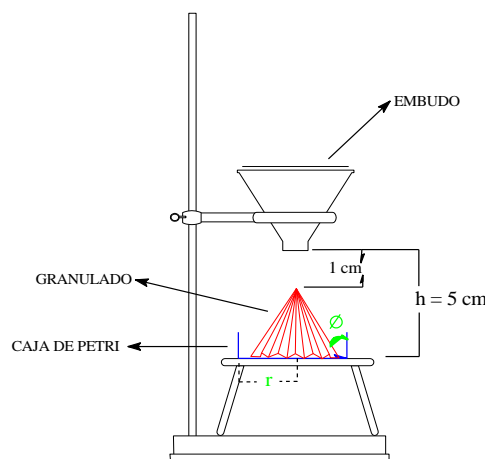
comportamiento fluente de un granulado, que permite un llenado continuo y uniforme de las matrices

(NOTA: para realizar esta prueba se le debe adicionar al producto el lubricante que en este caso es el Estearato de Magnesio).

Si $\alpha < 30^\circ$ fluye fácilmente.

Si α esta entre 30 y 50° fluye difícilmente.

Si $\alpha > 50^\circ$ no fluye.



Montaje del sistema para determinar el ángulo de reposo estático.

Procedimiento:

1. Pese 30 gramos del granulado problema.
2. Llévelo al embudo tapando el orificio de salida para impedir que se derrame el sólido.
3. Retire el protector del orificio del embudo y deje que el granulado fluya.
4. Registre la altura y el radio del montículo formado por el granulo al caer del embudo.
5. Calcule el ángulo de reposo y compárelo con los datos teóricos sobre flujo.

Altura del cono granular (h)

Radio de la base del cono granular (r)

$$\text{Ángulo de reposo } (\alpha) = \text{tangente-1 } h/r = \text{arc tan } h/r$$

r		h ₁ (cm.)	

d. Humedad residual del granulado.

Con esta prueba, conocemos cual es el porcentaje de humedad del granulado, la cual, debe ser controlada para evitar problemas en el proceso de compactación y en la estabilidad del producto. Para realizar esta prueba se utiliza una balanza que evapora el agua de la muestra, dando así, el peso de la muestra húmeda y de la muestra seca

**Balanza de humedad a usar en la prueba de humedad residual del granulado**

Instructivo para la operación de la balanza de humedad residual:

1. Encender el equipo presionando el botón "ON".
2. Presionar el botón "SELECT" y seleccionar la temperatura indicada según las especificaciones del producto, en la pantalla, usando los botones de flechas.
3. Presionar nuevamente "SELECT" y seleccionar el tiempo indicado (5 minutos) con el botón de la flecha.
4. Adicionar en la bandeja de pesada la cantidad de muestra establecida (5 g.) para la prueba.
5. Cerrar la tapa de la bandeja.
6. Presionar el botón "START".
7. Al terminar el tiempo programado suena 3 veces una alarma y el resultado del análisis aparece en la pantalla, junto con el peso inicial y final de la muestra analizada, pasado un tiempo este resultado desaparece de la pantalla, pero se puede recuperar oprimiendo el botón que tiene la flecha hacia arriba
8. Registrar los resultados en el documento indicado.

9. Retirar y devolver el producto al resto del lote, limpiar el plato con un paño humedecido.
10. Presionar el botón "OFF" para apagar y colocar el forro protector.

Wi = Peso muestra húmeda

Wf = Peso muestra seca

$$\% \text{ Humedad residual del granulado} = [(W_i - W_f) / W_i] \times 100$$

MUESTRAS	W _i	W _f	% H.E

Observaciones y sugerencias: _____

Por último, se comentan los resultados obtenidos y cada subgrupo de alumno, entregará un informe preliminar de los resultados con algunas conclusiones de las actividades realizadas.

4.2.1 Contexto del curso y desarrollo de las secciones de clase

Nombre de la Institución: Universidad de Antioquia, Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Farmacia. Es una Universidad pública del orden departamental, ubicado en la ciudad de Medellín, capital del Departamento de Antioquia, Colombia, donde se realizan los estudios universitarios en el programa de Química Farmacéutica. La situación económica de la población que ingresa a la institución educativa se compone de los estratos⁸ 1, 2 y 3 en su mayoría, y en menor porcentaje de los estratos 4, 5 y 6.

La institución cuenta con instalaciones deportivas y todas las comodidades académicas que permiten el desarrollo armónico e integral del estudiante. Adicionalmente la

⁸ De acuerdo al poder económico de la población se han clasificado los distintos barrios de la ciudad en estrato que tiene connotaciones para la liquidación de los servicios públicos de la población que reside en esas zonas y por ende las matrículas en las universidades públicas.

Facultad cuenta con una Planta de producción de Medicamentos esenciales en donde se elaboran productos genéricos a varias firmas comerciales, en la cual, se realizaron las actividades prácticas complementarias de las unidades temáticas. La población de estudiantes está conformada por los alumnos matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, durante los semestres 2009-1, 2009-2, 2010-1, 2011-1.

4.2.2 Distribución de la clase:

- a. Inicio o primer momento en la cual, se favorece la integración del grupo de estudiantes, con una pequeña presentación del cómo se realizarán las distintas actividades en la asignatura con el fin de:
 - ✓ Recordar, retomar y retroalimentar los aprendizajes previos.
 - ✓ Conocer cuáles son los propósitos de la clase (el objetivo de la clase).
 - ✓ Estimular el interés e involucrarse por los nuevos contenidos que abordarán.
 - ✓ Expresar sus ideas, sentimientos, experiencias y conocimientos sobre el tema, de modo que puedan establecer vínculos con los nuevos aprendizajes.
 - ✓ Escuchar las instrucciones y lo que se espera de ellos.
- b. El desarrollo de la clase, momento que se caracteriza por la participación activa de los alumnos en el desarrollo de las actividades diseñadas por el profesor y otras que pueden emerger, las cuales, son efectuadas por los alumnos en forma individual, en parejas, en pequeños grupos o a nivel de todo el curso.
- c. La finalización o cierre de las clases, este momento se caracteriza por ser una instancia que los alumnos reconocen como cierre y en la cual, se les invita a efectuar una metacognición de lo vivido en clases, es decir, a que tomen conciencia de sus progresos, de sus nuevos aprendizajes y puedan extraer conclusiones. En esta instancia, el profesor realiza una síntesis de los contenidos planteados, abriendo nuevos desafíos o tareas a realizar, además, es la ocasión para evaluar el logro de los objetivos de la clase.

Es importante mencionar que durante las distintas etapas del proceso de enseñanza aprendizaje, se procedió de acuerdo al esquema que se muestra a continuación:

- ❖ Para iniciar el estudio de la unidad temática se efectuó un Pre-test.
- ❖ Luego se presentaron los contenidos de la unidad temática.
- ❖ Después se verificó el aprendizaje (a través de las actividades programadas).
- ❖ Al final, si los resultados fuesen satisfactorios, se aplicó el pros-test para iniciar el estudio de la siguiente unidad temática establecida en la intervención en aula.

En el Anexo 9, se presenta la ficha técnica de la asignatura Farmacotecnia I y se desglosan las tres unidades temáticas implementadas en el desarrollo de esta tesis. Y continuaremos en el capítulo siguiente con el marco metodológico utilizado en la investigación.

Capítulo 5

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICO

En este capítulo explicitamos esencialmente el tipo de metodología utilizada y que, dadas las características de la investigación se ha optado preferencialmente por el paradigma cualitativo. En primer lugar, se exponen algunos elementos de la metodología cuantitativa, para luego presentar en modo conciso, algunas características que identifican el paradigma cualitativo, justificando la idoneidad de su utilización en esta investigación. Seguidamente se explicita acerca de la población utilizada en los distintos estudios y la descripción de los instrumentos de recolección de datos de la investigación. Posteriormente, especificaremos el procedimiento de aplicación y las dimensiones concretas que han servido de guía para la extracción de los datos. Y finalmente, presentaremos el proceso y criterios seguidos en el análisis de los datos obtenidos en los distintos estudios realizados durante la intervención.

5.1 Metodología de la investigación.

Se describen en este apartado, la metodología utilizada en el desarrollo de la investigación que, si bien ha sido prioritariamente de carácter cualitativo, también se han utilizado complementariamente algunos elementos cuantitativos tanto en el proceso de recolección de información como en su análisis. En el apartado siguiente se presenta un resumen de algunos rasgos esenciales de la metodología cuantitativa.

5.1.1 Metodología cuantitativa

Aunque en esta investigación se ha optado preferentemente por una metodología cualitativa, sin embargo, se ha complementado el análisis de algunos datos desde una perspectiva metodológica cuantitativa ya que requerían de procedimientos estadísticos. Así hemos podido enriquecer las descripciones efectuadas a partir del análisis de los resultados, derivados de la información organizada de diferentes formas como: tablas de frecuencias, distribución de frecuencias presentadas en histogramas, a fin de tener una visión del desempeño del conjunto de estudiantes en los distintos estudios.

En esta investigación se abordan algunos elementos de análisis propios de este paradigma cuantitativo con el objeto de hacer un análisis de la confiabilidad de los resultados obtenidos por algunos de los instrumentos de recolección de datos

implementados, así como para determinar diferencias estadísticamente aceptables entre el pretest y postest aplicado a lo largo de las intervenciones.

Las características básicas de un instrumento de medida, relacionadas con la confiabilidad de los valores obtenidos, son la fiabilidad y validez (Moreira y Silveira, 1993; Reyes, M. y Reyes, P. 2009). La fiabilidad de un instrumento se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por los mismos individuos cuando son examinados con el mismo cuestionario en diferentes ocasiones. Es una medida de la adecuación y estabilidad de la prueba. Cuando se aborda el estudio de la fiabilidad no interesa lo que el cuestionario mide sino solamente comprobar que éste ofrece los mismos resultados en mediciones repetidas.

Cabe anotar, que la fiabilidad no es una propiedad de los test en sí mismos, sino de las interpretaciones, inferencias o usos específicos que se hagan a partir de los datos y medidas que estos proporcionan. Asimismo, no puede hablarse de la fiabilidad en términos absolutos; por ello, se hablar del *grado* de fiabilidad que puedan presentar los instrumentos de medida en un contexto de aplicación determinado.

De acuerdo con lo anterior, para efectuar el análisis de fiabilidad se revisó una serie de métodos empíricos existente en la literatura (método test-retest, método de test paralelos, método de división por mitades y método de Kuder-Richardson), seleccionando el coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) para realizar el análisis de consistencia interna de los resultados del instrumento de medida implementado en la investigación. Su utilización se debió a que es el de mayor uso en la Universidad de Antioquia y al que recuren un gran grupo de investigadores (Cortina, 1993; Schmidt et al., 2003; Streiner, 2003; Peterson, 1994).

Cada una de estas técnicas proporciona una medida de consistencia llamada coeficiente de fiabilidad. Ese número tendrá un valor de 0.00 a +1.00. El valor 0.00, establece que la consistencia está ausente, mientras que el valor de +1.00 indica una consistencia total. Huck (1996) establece que el coeficiente de fiabilidad puede ser negativo, pero debería ser cambiado a 0.00. Davis (1996) establece que no existen lineamientos absolutos como el coeficiente de fiabilidad, pero proporciona el siguiente paquete de estándares para su consideración cuando se requieran su utilización en diferentes investigaciones:

- ☞ 0.7 exploratorias
- ☞ 0.8 básicas
- ☞ 0.9 para decisiones importantes en escenarios aplicados.

El cálculo del coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach se realizó por medio de un programa de Excel y se utilizó para el análisis del Test aplicado en los distintos estudios realizados.

Otra característica analizada en los instrumentos fue su validez. En este caso, se dice que una prueba o test cumple con las condiciones de validez de contenido si constituye una muestra adecuada y representativa de los contenidos y alcance del constructo o dimensión a evaluar. En los casos en los que la materia objeto de medición se puede precisar con facilidad, la población de contenidos que se pretende evaluar está bien definida, por lo que la selección de los ítems del test no ofrece mayores dificultades, pudiéndose recurrir a métodos estadísticos de muestreo aleatorio para obtener una muestra representativa de ítems. En estos casos suele recurrirse a un análisis racional de ítems, consistente en la evaluación de los contenidos del test por parte de un grupo de expertos en el área a tratar. La validez de contenido es esencial a la hora de realizar inferencias o generalizaciones a partir de los resultados del test.

También se recurrió a métodos estadísticos al pretender establecer una comparación entre los resultados obtenidos en el *pretest* y el *posttest* aplicados al inicio y al final de cada uno de los estudios que integraron la investigación, en búsqueda de diferencias entre ellos. Dado que se buscaba comparar dos muestras relacionadas con datos pareados, se hizo uso de la prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon (Siegel y Castellan, 1995). Este estadístico, fue aplicado para comparar la nota final obtenida por el grupo de acompañamiento y el grupo intervenido al finalizar el curso Farmacotecnia I en el último estudio que conformo este trabajo.

En la próxima sección se presentan unos elementos constitutivos de la metodología cualitativa, haciéndose un mayor énfasis en este paradigma, debido a que es la que predomina tanto en el proceso de recolección de información como en su análisis. Siguiendo, además, algunas consideraciones de Hurley (1999) en los cuales, nos

recomienda utilizar y promover relaciones coexistentes y complementarias entre modelos cuantitativos y cualitativos.

5.1.2 Metodología cualitativa.

La investigación realizada se enmarca dentro del tipo cualitativo y corresponde a un estudio descriptivo e interpretativo. Es descriptivo por que se pretendió encontrar a través de una serie de indagaciones a los docentes, una explicación clara sobre la importancia del tema *reología* en el contexto de la profesión del Químico Farmacéutico en Colombia. Además, se buscó explicar en forma clara y coherente el aprendizaje originado en el aula después de haber abordado el tema *reología* a través de una metodología didáctica activa en una población de estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquía. Y es interpretativa porque a partir de la descripción amplia del contexto y las actividades realizadas por los participantes en la investigación, se elaboró una síntesis estructural teórica de esa realidad, con el fin de fundamentar la toma de decisiones en torno a la misma. De ahí, que parafraseando a Moreira (2002), podemos decir que el interés central de la investigación cualitativa está en una interpretación de los significados atribuidos por los sujetos a sus acciones en una realidad social construida.

Esta perspectiva metodológica nos permitió interpretar y darle sentido a lo que los otros quieren decir, como lo expresa Bilbao, et al. (2002, p. 486), *“reseña la capacidad extraordinaria de estas técnicas para capturar la relatividad frente a la absoluta naturaleza de la verdad, siendo esenciales en la comprensión de la complejidad, el dinamismo y el todo multi-dimensional. Asimismo, las técnicas cualitativas pueden ser utilizadas en la etapa inicial de un proyecto, para valorar las necesidades, evaluar la viabilidad de nuevos programas o descubrir lo que los clientes tienen en cuenta al tomar decisiones, durante el desarrollo del proyecto o tras la puesta en marcha del mismo, evaluar la marcha del programa, el producto o el servicio.*

También, nos facilitó comprender la información obtenida de los estudiantes en consonancia con lo que manifiesta Munera (2013, p. 137) *“intensifica la comprensión del fenómeno, dando vida a los resultados”*. Posibilitándonos captar de los sujetos del estudio, la información de una forma libre y espontánea, que, en muchas ocasiones, son

de difícil acceso, o, incluso, imposible de lograr por otras vías. Esta metodología proporcionó un análisis en profundidad de los datos aportados por los alumnos en las entrevistas para conocer los motivos de sus respuestas. De ese modo se complementó los análisis cualitativos y cuantitativos, en coherencia con Hernández, et al., (2006) quien resalta el valor de esta combinación.

Al igual que, establecer *“Una estrategia de investigación fundamentada en una depurada y rigurosa descripción contextual del evento, conducta o situación que garantice la máxima objetividad en la captación de la realidad, siempre compleja, y preserve la espontánea continuidad temporal que le es inherente, con el fin de que la correspondiente recogida sistemática de datos, categóricos por naturaleza, y con independencia de su origen preferentemente ideográfica y procesual, posibilite un análisis que dé lugar a la obtención de conocimiento válido con suficiente potencia explicativa”* (Anguera, 2008, p. 89), proporcionándonos una herramienta adecuada para interpretar los datos escritos, transcripciones de entrevistas, las notas de campo y otros registros pertinentes obtenidos durante la investigación.

Igualmente, al ser abierta y flexible, se percibe la realidad desde un punto de vista complejo y contextualizado, respetando en lo posible, la forma en la que fueron registrados o transcritos los datos. Asimismo, como en las actividades educativas, continuamente se efectúan preguntas a los estudiantes, con el objetivo de comprender lo que ellos están experimentando en el aula de clase, el modo en que manejan las situaciones vividas y cómo estructuran el concepto en el entorno cotidiano en que viven, por ello, es de vital importancia este abordaje metodológico, las cuales, tienen un enorme potencial al permitirnos acceder a la parte mental de las personas, como también a su parte vital a través de la cual descubrimos su cotidianidad y las relaciones sociales que mantienen (López et al., 2011).

En esta perspectiva de la investigación cualitativa descriptiva-interpretativa abordada en este trabajo se privilegia el estudio de casos, debido a que nos conduce a una comprensión e interpretación de la realidad que se lleva a cabo en el aula de clase desde una base empírica, permitiéndonos durante la intervención prestar mayor atención a los estudiantes, favorecido por la interacción directa entre el investigador y los sujetos estudiados. (Taylor y Bogdan, 1992; Camas, 2008; Stake, 2010; Angrosio, 2012). En

concordancia con lo que afirma Rodríguez (1996, p. 72): *“La investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural, tal como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar, los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas”*.

Cabe enfatizar, que el uso de la técnica del caso tiene ya una larga historia en la enseñanza. Pues, si se considera a la palabra *caso* en su sentido amplio, se puede afirmar que en la educación siempre se ha utilizado en forma de problema práctico, debido a que la casuística, por ejemplo, típica de la filosofía escolástica medieval, no es sino la aplicación del caso para resolver problemas morales o religiosos, pero sin entrar en el análisis de la situación social o psicológica previa (López, 1997).

De esta forma, dentro de este enfoque del estudio de casos como estrategia didáctica Martínez y Musitu (1995), mencionan que se pueden considerar en principio tres modelos que se diferencian en razón de los propósitos metodológicos que específicamente se pretenden en cada uno:

- ✓ Modelo centrado en el análisis de casos.
- ✓ Modelo en el cual se pretende enseñar a aplicar principios y normas legales establecidas.
- ✓ Modelo en el que se busca el entrenamiento en la resolución de situaciones

En el modelo nombrado en el tercer lugar anteriormente, donde se busca el entendimiento en la resolución de situaciones, se pueden considerar diversos subtipos establecidos en función de la finalidad didáctica específica que se pretende en cada situación y, consecuentemente, de las capacidades que se ejerciten. De estas subdivisiones fueron seleccionadas dos de ellas, para llevar a cabo la intervención y el análisis de los resultados, los cuales se mencionan a continuación:

- Los casos centrados en el estudio de descripciones: en estos casos se propone como objetivo específico que los participantes se ejerciten en el análisis, identificación y descripción de los puntos clave constitutivos de una situación dada y tengan la

posibilidad de debatir y reflexionar junto a otros, las distintas perspectivas desde las que puede ser abordado un determinado hecho o situación.

- Los casos de resolución de problemas: el objetivo específico de este tipo de casos se centra en la toma de decisiones que requiere la solución de problemas planteados en la situación que se somete a revisión.

En cuanto a la clasificación de los estudios de casos, encontramos una diversidad de subgrupos, los cuales, dependen del autor tomado como referente, por ejemplo: Stenhouse (1984), los clasifica como (investigación- acción; evaluativos y naturalistas); Lincoln Guba (1985) consideran que los estudios de caso pueden ser de tres tipos (factual, interpretativo y evaluativo); Stake (1998), los clasifica en estudios de caso intrínsecos (para comprender mejor el caso), instrumentales (para profundizar en un tema o afirmar una teoría) y colectivos (el interés radica en la indagación de un fenómeno, población, se estudian varios casos).

Cada estrategia de investigación contiene sus ventajas y limitaciones para captar, traducir e interpretar una cierta realidad de un estudio (Conde, 1995). Al decir del autor, hay tantas realidades como formas de construirlas, lo cual, da paso al registro de definición subjetiva del escenario en el que se participa. El estudio de casos permite abordar en profundidad las múltiples lógicas presentes en el escenario institucional, a partir del registro y posterior análisis de las diversas percepciones de quienes comparten un mismo espacio educativo.

Al decir de Nubiola (2001), no es la simple curiosidad la que nos impulsa a investigar, sino aquellos hechos que nos sorprenden o nos preocupan y que, portanto, demandan nuestra atención. *"Lo que nos sorprende es más bien la regularidad inesperada, o bien la rotura de una regularidad esperada"* (op. cit. p. 7).

De ahí, que analizar las lógicas que sustentan las prácticas en estudio, nos permite abordar un mismo fenómeno desde la perspectiva de los actores. La construcción del dato que surge del trabajo de campo, se realiza mediante la articulación entre práctica y teoría, volviendo *activa* a esta metodología (Andrés, 1980). Por ello, no solo es importante tener claras las estrategias de relevamiento de información a utilizar, sino

considerar también un cierto marco teórico elegido como referente para interpretar la realidad en estudio.

“Lo que hace el análisis es mirar a la realidad a través de una teoría provisional y comprobar si la comprende de manera satisfactoria. Su principal instrumento para estructurar esta mirada lo constituyen los marcos conceptuales- familias de conceptos ordenados según algún sistema u organizador- que previamente ha sido construido y que se modifica según se avanza” (Yáñez et al., 2002, p. 28).

Así pues, en el proceso de enseñanza, el estudio de casos según Cazau (2000), es un método de trabajo que puede ser utilizado para la producción de conocimiento (*investigación*), para su aplicación ante situaciones concretas (*práctica profesional*) y para la difusión del conocimiento generado (*enseñanza*). A esta última modalidad también se la denomina, *casos para la enseñanza*, la cual, será abordada en este trabajo.

En esta dirección, un buen caso para la enseñanza es definido por Wassermann (1999, p. 20) como: *“el vehículo por medio del cual se lleva al aula un trozo de la realidad a fin de que los alumnos y el profesor lo examinen minuciosamente”* Siguiendo a la autora (op. cit.), para que un caso de investigación se transforme en un buen dispositivo para la enseñanza, su diseño debe cumplir con los siguientes rasgos estructurales y de contenido:

- ✓ El relato debe tener la cualidad de ser creíble y atrapar al lector.
- ✓ Debe basarse en la descripción de una situación real.
- ✓ La descripción de la situación debe permitir al lector formar una imagen mental de las personas, los lugares y los acontecimientos a los que se refiere.
- ✓ El desarrollo del caso debe intensificar la tensión entre puntos de vista conflictivos.
- ✓ Su narrativa debe progresar hacia una acentuación del dilema, quedando abierta a múltiples interpretaciones.

De ahí, que cada caso, es una representación de la realidad, lo cual, le otorga un atractivo especial a la hora de su aplicación en el aula.

“Eso no significa que tenga que ser una representación verídica de la realidad, pero sí verosímil. Es decir, no tiene que reflejar necesariamente algo que ha ocurrido: es suficiente con que refleje algo que a juicio de una mayoría podría ocurrir o podría haber ocurrido” (López, 1992, p. 74).

Además, López (2002), identifica una serie de ventajas que otorga la utilización de casos en la enseñanza:

- ✓ Contribuye a desarrollar análisis crítico y a resolver problemas en situaciones muy similares a las que se enfrentan en la práctica profesional.
- ✓ Provoca prácticas reflexivas y acciones deliberativas al manejar diferentes alternativas a seguir.
- ✓ Ayuda a los estudiantes a familiarizarse con el análisis relacionado con la toma de decisiones ante situaciones complejas.
- ✓ Promueve el aprendizaje activo en los estudiantes, en la integración de nuevo conocimiento.
- ✓ Convoca al trabajo colaborativo basado en el intercambio de ideas y saberes.

En términos generales y siguiendo a Merriam (1990) citado por Vásquez, (2007, p. 9), los estudios de casos en educación, se agrupan en tres tipologías diferentes según la naturaleza del informe final.

- Estudio de casos descriptivo. Este, presenta un informe detallado del caso eminentemente descriptivo, sin fundamentación teórica ni hipótesis previas. Aporta información básica generalmente sobre programas y prácticas innovadoras.
- Estudio de casos interpretativo. Aporta descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y teorizar sobre el caso. El modelo de análisis es inductivo para desarrollar categorías conceptuales que ilustren, ratifique no desafíen presupuestos teóricos difundidos antes de la obtención de la información.
- Estudio de casos evaluativo. Este estudio describe y explica, pero además se orienta a la formulación de juicios de valor que constituyan la base para tomar decisiones.

Además, Serrano (1998, p. 99) manifiesta que, *aunque algunos estudios de casos se caracterizan por ser puramente descriptivos, la mayoría son una combinación de descripción y evaluación o de descripción e interpretación.*

De ahí, en términos de los objetivos y de los criterios considerados para la elección de los casos, así como del propósito de esta investigación, apostamos por el estudio de casos descriptivo y colectivo (Stake, 1998). Pues en este trabajo, se pretendió conocer la contribución de una propuesta didáctica al aprendizaje significativo y crítico del concepto “reología” y a la formación de estudiantes con concepciones más adecuadas sobre la naturaleza de la Tecnología Farmacéutica y la elaboración de formas farmacéuticas sólidas (comprimidos o tabletas); donde los alumnos futuros Químicos Farmacéuticos elegidos como casos de análisis, se constituyen como casos ampliamente pertinentes para la comprensión de la situación planteada en el aula.

Avalado con lo que nos manifiesta Vásquez (2007, p. 8), *“la metodología estudio de casos, es un dispositivo potente para el docente universitario”*. Esta instancia de formación dirigida a adultos, enfrentan al docente a la necesidad de buscar alternativas de trabajo que involucren activamente al conjunto de estudiantes, promoviendo su participación. Esta modalidad de trabajo, ha demostrado promover la reflexión y el análisis crítico de quienes la utilizan, al permitir articular aspectos teóricos con otros de la realidad, estimulando también la capacidad de intervención ante situaciones concretas, representando una fortaleza, de la propuesta de formación.

De este modo, fueron propuestos cuatro estudios; el primero de ellos un estudio de casos de tipo colectivo, realizado con un grupo de cuarenta estudiantes que cursaban la asignatura Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, Colombia en el primer semestre del 2009. En este estudio se buscaba dar respuesta a los siguientes objetivos específicos:

- Valorar la contribución de las actividades con acompañamiento y el trabajo en los problemas al aprendizaje significativo del campo conceptual de la reología.
- Determinar la influencia de la metodología de enseñanza aprendizaje activa en la predisposición de los estudiantes para el aprendizaje del concepto reología y su importancia en la elaboración de formas farmacéutica sólidas.

Dada las características de los participantes de este estudio, nuestro interés estuvo centrado en conocer el aprendizaje de los procesos involucrados en la producción de los medicamentos sólidos, que se daban en los estudiantes a partir de la interacción entre: el profesor y los estudiantes y estudiantes - estudiantes relativos a los temas de física (fuerza, deformación y flujo) en la elaboración de comprimidos.

Los resultados de este estudio mostraron que la mayoría de los alumnos mejoraron sus explicaciones y realizaban relaciones más claras y pertinentes de los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido, con los procesos de granulación, tamizado y compresión requeridos en la elaboración de formas farmacéuticas, mostrando avances en el dominio de la red conceptual de reología.

Además, no se evidenció a través de la metodología de enseñanza aprendizaje activa, y en concreto en los foros y los trabajos con acompañamiento, que los estudiantes mejoraran la predisposición para realizar las actividades propuestas, sólo se limitaban a cumplir lo mínimo requerido para afrontarlas. La problemática señalada, nos obliga a efectuar otro estudio en esta misma perspectiva en la presente investigación que propenda a contribuir al esbozo y promoción de la metodología activa como elemento fundamental para lograr aprendizajes significativos y motivación a la participación de los alumnos en las actividades propuestas en la asignatura Farmacotecnia I. De ahí, que se optó por un segundo estudio, con una mayor preparación por parte del docente investigado en la metodología, como también, la revisión de los diferentes temas implementados en el aula, con la finalidad de aclarar y manejar los conocimientos sobre el proceso de adquisición, dominio, motivación y progresividad del aprendizaje significativo.

Los resultados de este estudio mostraron al igual que en el estudio uno, que la mayoría de los alumnos mejoraron sus elucidaciones y ejecutaban relaciones más claras y pertinentes de los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido, con los procesos de granulación, tamizado y compresión requeridos en la preparación de formas farmacéuticas, mostrando avances en el dominio de la red conceptual de reología.

Además, se evidenció a través de la metodología de enseñanza aprendizaje activa, y en concreto en los foros y los trabajos con acompañamiento, que los estudiantes manifestaron una buena predisposición para realizar las actividades propuestas, efectuando más intervenciones, con un mayor entusiasmo y si había que dedicarle tiempo adicional para realizar las actividades, no formulaban ningún reparo en hacerlo.

Los resultados alentadores y promisorios obtenidos en este estudio, nos permitió plantar otro estudio, en el cual, se pudiera visualizar, además, del aprendizaje logrado, si los estudiantes, conseguirían formular preguntas que fuesen pertinentes y claras de acuerdo a los principios programáticos del Aprendizaje Significativo Critico (Moreira, 2005).

Este tercer estudio, se centró en indagar y comprobar el aprendizaje del concepto de Reología y sus aplicaciones en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, a través de explicaciones más pertinentes y claras, realizadas por los estudiantes en las distintas actividades desarrolladas en el aula, a partir de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, estudiadas en la asignatura Física I, como también valorar la contribución y la influencia de la metodología propuesta para que los estudiantes formularan preguntas coherentes y bien elaboradas de acuerdo a los principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico establecidos en los siguientes objetivos específicos:

- Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por el trabajo con acompañamiento y las intervenciones en los foros.
Asociados al principio De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.

- Obtener evidencias en los estudiantes de una valoración crítica de los conceptos planteados por diferentes autores que les permita la detección de los distintos puntos de vista como estrategia para la validación y perfeccionamiento de las revisiones.
Asociado al principio De la no centralización en el libro de texto, de la diversidad de materiales educativos.

- Determinar la contribución de las actividades de enseñanza involucradas en el trabajo de acompañamiento y los talleres en la evolución del lenguaje técnico

utilizado por los estudiantes, relacionado con la Farmacotecnia I. **Asociado al principio Del conocimiento como lenguaje.**

Los resultados mostraron que los alumnos alcanzaron una visión más crítica en relación con el concepto reología; logrando, además, un progreso significativo en su capacidad para formular preguntas de interés sobre situaciones físicas planteadas en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Con vista en los resultados altamente favorables obtenidos en estos tres estudios, fue formulado un cuarto estudio, corresponde a la última intervención realizada para alcanzar los objetivos de la tesis, planteados en el capítulo I, cuyo propósito fue explicar la potencialidad de la metodología de enseñanza aprendizaje implementada, hacer un seguimiento del proceso de aprendizaje de los conceptos involucrados, valorando este aprendizaje en función de si el alumno podría resolver problemas inherentes a la producción de formas farmacéuticas sólidas, durante el desarrollo de los talleres, el trabajo con acompañamiento y los foros establecidos en la asignatura Farmacotecnia I y compararlos con los resultados obtenidos del grupo denominando testigo, en el que se impartió la enseñanza con otra metodología (metodología tradicional).

De igual manera que los estudios anteriores, la metodología de investigación implementada para orientarla estuvo fundamentada en el estudio de caso colectivo, realizado con un grupo de 40 estudiantes del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia Colombia; y tuvo como propósito favorecer en los estudiantes la adquisición de visiones más adecuadas en relación con las Ciencias Farmacéuticas y la nueva concepción del Químico Farmacéutico de ser un profesional crítico y reflexivo, que pueda llevar a cabo el proceso de elaboración de los productos farmacéuticos en su vida profesional.

En el próximo apartado describiremos las fases de la investigación, comenzando por la fase exploratoria realizada durante la etapa de suficiencia investigadora (Archbold, 2009). Luego explicitaremos la fase realizada durante la intervención en el aula con la metodología enseñanza – aprendizaje activa.

5.2 Fases de la investigación.

Para cubrir el objetivo planteado durante el desarrollo de la tesis doctoral, se estableció el diseño de las actividades investigativas en dos fases, las cuales, explicitaremos a continuación.

5.2.1 Primera fase EXPLORATORIA.

Esta primera fase de diagnóstico o estudio exploratorio responde a la necesidad de conocer el estado de la docencia sobre el concepto reología en los programas de química Farmacéutica en las distintas Universidades de Colombia, la existencia de materiales didácticos sobre el tema y si este conocimiento, tenía alguna importancia en el ámbito de la tecnología farmacéutica para elaborar formas sólidas (comprimidos o tabletas). La muestra participante en la investigación estuvo conformada por 20 profesores del área de Tecnología Farmacéutica de las distintas universidades que colaboraron en el trabajo y 45 estudiantes del primer semestre del año 2008, matriculados en la asignatura Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia del programa de Química Farmacéutica. Las hipótesis planteadas en esta fase fueron:

H₁: La actual enseñanza del concepto *reología* en el programa de Química Farmacéutica no es adecuada para responder a los retos de las nuevas tecnologías desarrolladas en la producción de medicamentos sólidos, tipo tabletas y cápsulas.

H₂: Es posible implementar una metodología de enseñanza aprendizaje que permita cambiar la actual enseñanza por transmisión hacia una enseñanza centrada en el aprendizaje del alumno, es decir, considerando al alumno como agente constructor de su propio conocimiento.

H₃: El aprendizaje del concepto *reología*, como integrador en la asignatura Tecnología Farmacéutica, puede ayudar a una mejor comprensión y desarrollo de las actividades de elaboración de formas sólidas.

Con vista en los resultados satisfactorios obtenidos durante el desarrollo de la suficiencia investigadora (Archbold, 2009). Con respecto a los materiales existentes y a la información coleccionada, encontramos que:

- ✓ Los materiales que disponen los docentes en el campo de la tecnología farmacéutica, y en especial, en relación al concepto de reología aplicado a la elaboración de medicamentos sólidos, no poseen los elementos fundamentales de la temática planteada.
- ✓ El manejo de dicho material es de difícil acceso, comprensión por parte de los estudiantes ya sea por la forma con la cual son elaborados o por los elementos pedagógicos que adolece.
- ✓ El concepto de reología es importante en la formación de Químico Farmacéutico. Los profesores del área de tecnología farmacéutica de las distintas universidades de Colombia están de acuerdo que es fundamental, coincidiendo, además, que este concepto es básico en la elaboración de los medicamentos sólidos.

A partir de estos resultados, se planteó como perspectiva futura, continuar este proyecto de investigación en la tesis doctoral con la propuesta “La enseñanza/aprendizaje del concepto de Reología en estudiantes de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquía, a partir de una metodología activa”.

5.2.2 Segunda fase INTERVENCIÓN

En esta fase, se implementó la propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje activa en cuatro cohortes o estudios. Es importante enfatizar que, durante el trabajo realizado en esta fase, cuando se habla de cohorte, se entiende como un grupo de alumnos que presenta una característica común y que serán seguidos durante un periodo de tiempo para explicar sus avances alcanzados en el aprendizaje del concepto reología implementada en el proceso de enseñanza aprendizaje activa en el aula.

Las cohortes o estudios fueron conformados por estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de

Antioquia, en los semestres 2009-I, 2009-II, 2010-I y 2011-1 y se contrastaron los resultados del último estudio con un grupo paralelo (llamado en el desarrollo de la tesis *grupos testigo*) a quienes se intervino con la metodología tradicional utilizada en las distintas universidades para el proceso de enseñanza en el aula de la asignatura Farmacotecnia. El profesor que efectuó la intervención fue el mismo en los dos grupos. Además, el instrumento utilizado fue el mismo en los dos momentos en ambos grupos, antes del inicio de las actividades y luego al final de la intervención, denominamos en este trabajo “Pretest y Postest”. Así mismo, las preguntas guías de esta fase de la investigación fueron:

- ¿Cuál es la contribución de la metodología de enseñanza aprendizaje activa?:
 - a. Al aprendizaje de los conceptos relacionados con la reología.
 - b. A la predisposición del estudiante para el aprendizaje de estos conceptos físicos.
- ¿Cuál es la contribución de la metodología de enseñanza aprendizaje activa al aprendizaje del concepto reología implementado en la asignatura Farmacotecnia I comparado con la metodología tradicional utilizada en este curso en el programa de Química Farmacéutica?
- ¿Cómo contribuye la incorporación de elementos propios de los foros de discusión y el trabajo de acompañamiento en la habilidad de los estudiantes para formular preguntas?
- ¿Cuál es la contribución de la metodología de enseñanza aprendizaje activa al Aprendizaje Significativo y Crítico de los estudiantes de Farmacotecnia I?

A continuación, son presentados los principales instrumentos de recolección de datos empleados a lo largo de los cuatro estudios.

5.3 Materiales e Instrumentos.

En esta sección se describen los instrumentos de recolección de datos e información utilizados en la fase exploratoria y en la fase intervención o experimental en donde, se implementó la propuesta didáctica a lo largo de cuatro estudios o cohortes. Para ello, se considero la realidad del campo profesional de los Químicos Farmacéuticos en Colombia y la definición de instrumentos planteada por Arias (1997, p. 145) “*Los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información*”. Además,

en el capítulo 6, se efectuará una explicación pormenorizada del momento y características propias de la implementación de cada instrumento.

La sección fue dividida en dos apartados, en el primero se presentan los instrumentos utilizados en la fase exploratoria y en el segundo los utilizados en la fase de intervención.

5.3.1 Instrumentos utilizados en la fase exploratoria, correspondiente a la suficiencia investigadora (Archbold, 2009).

1. **Test-diagnostico-profesores** (anexo 1), con este instrumento se pretendió obtener información sobre el ambiente de la enseñanza y sus particularidades propias de los medicamentos, y en su elaboración, se consideraron los siguientes interrogantes.

- ✓ ¿Cuál es la participación de los alumnos en las actividades propuestas en aula en la enseñanza de la Tecnología farmacéutica o Farmacotecnia?
- ✓ ¿Cuál es la motivación que presenta el alumno en realizar las actividades propuestas por el profesor visto desde la perspectiva del docente?
- ✓ ¿Cómo planifica el proceso de enseñanza a llevar a cabo en el aula?

Este instrumento es de tipo Likert, configurado por 31 ítems, que se han agrupado de acuerdo a los intereses de la investigación en los siguientes bloques:

- ✓ Participación de los alumnos (ítems 1, 2, 5, 6, 18, 21, 22 y 25). Con estas preguntas se pretendió visualizar cómo es la participación del alumno en las clases y si el profesor toma estos conceptos de los alumnos para tenerlos en cuenta al realizar las actividades dentro del aula.
- ✓ Motivación (ítems 3, 7, 8, 12, 13, 23 y 27). Con estas preguntas se trató de adquirir información en términos generales, acerca de cómo percibe el alumno las clases y cuál es la motivación que tiene para el aprendizaje de los tópicos planteados por el docente.
- ✓ Innovación (ítems 4, 9, 14, 16 y 24). Con estas preguntas se quiso tener la información sobre cómo transcurren las actividades cotidianas del docente en el aula.

- ✓ Diferencias individuales (ítems 10, 11, 15, 17 y 20). Con estas preguntas, se indagó sobre cómo el docente tiene en cuenta la forma de aprender de sus estudiantes de acuerdo con sus diferencias individuales durante las actividades académicas.
- ✓ Pertinencia, planificación (ítems 19, 26, 28, 29 y 30). Con estos ítems, se trató de reunir información con respecto a la planificación y a la preparación de las distintas actividades del docente en el salón de clase.
- ✓ Existencia de material didáctico sobre reología (ítem 31). Con este ítem se indagó por la existencia de material didáctico con respecto al concepto de reología aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas; además se solicitaba a los docentes, informar de estos materiales; los aspectos positivos, negativos y qué les podían adicionar para que funcionaran bien en el proceso de enseñanza.

Como se describió anteriormente, el instrumento se dividió en seis grupos, los cinco primeros se analizaron siguiendo los criterios establecidos en la tabla 1. Se asignó a cada ítem un valor y luego obtener la sumatoria de estos, para cada profesor y efectuando el promedio obtenido por cada universidad con el fin de elaborar un gráfico, que nos permitiera compararlos. El último grupo, conformado por el ítem 31, donde se les solicitaba que nos proporcionaran información sobre la existencia de material didáctico y nos relacionaran, de acuerdo con su opinión, los aspectos positivos, negativos y a su parecer los elementos que se deberían adicionar a esos para considerarlos útiles, con la finalidad de incorporar estos aportes en la propuesta de enseñanza-aprendizaje implementada en la fase de intervención o experimental.

Tabla 1. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-Diagnostico de profesores.

CATEGORÍAS	VALOR ASIGNADO
CA: Completamente de acuerdo con la pregunta formulada	4
A: Parcialmente de acuerdo con el contenido formulado	3
D: Parcialmente en desacuerdo con el contenido formulado en la pregunta	2
CD: Completamente en desacuerdo con el contenido formulado en la pregunta	1

2. **Test-evaluación-reología-diagnostico-profesor** (anexo 2), pretende obtener información sobre el sentido del concepto reología y la importancia que los docentes otorgan a éste concepto en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas y si se cuenta con materiales didácticos sobre el tópico. En su diseño, se contemplaron los siguientes interrogantes.

- ✓ ¿Qué importancia tiene el concepto reología en la Tecnología Farmacéutica?
- ✓ ¿Cuándo se habla de flujo del material pulverulento o granulado, se está relacionando algunos conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke?
- ✓ ¿Qué importancia tienen, dentro del proceso de elaboración de medicamentos sólidos, los conceptos físicos de movimiento, fuerza y deformación?

El instrumento fue configurado por 18 ítems, que responden a tres interrogantes establecidos por el investigador con la finalidad de incorporar estos aportes en la propuesta de enseñanza-aprendizaje implementada en la fase de intervención o experimental. Para el análisis de este instrumento, se establecieron los criterios presentados en la tabla 2, obtenidos a partir de las definiciones y explicaciones existentes en los libros de tecnología farmacéutica, registrados en la bibliografía al respecto, asignándoles valores a cada ítem, los cuales, después de ser asignados a las respuestas individuales de cada profesor, fueron promediados y con ellas se realizaron unos gráficos por universidad con el propósito de compáralos y describirlos.

Tabla 2. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-evaluación-diagnostico-profesor.

CATEGORÍAS		VALOR ASIGNADO
a.	La elección no es acertada y la explicación no concuerda con el enunciado.	1 punto
b.	La elección no es acertada y la explicación es coherente con el enunciado seleccionado o si la elección es acertada y la explicación no es coherente con el enunciado.	1, 5 puntos
c.	La elección es acertada y la explicación es coherente con el enunciado.	3 puntos

3. **Entrevista semi-estructurada-diagnostico-profesores** (Anexo 3), efectuada en esta fase, siguió un protocolo de entrevista semi-estructurada, que favoreció un dialogo espontáneo y fluido por parte de cada uno de los profesores entrevistados de modo individual. Las entrevistas en esta fase no fueron grabadas, el investigador tomó notas escritas del dialogo y se realizaron con el propósito de fortalecer o invalidar las respuestas obtenidas en los demás instrumentos. El cuestionario utilizado para la entrevista en este caso, pretendió indagar sobre las concepciones de los profesores en cuatro aspectos: su visión acerca de la ciencia, enseñanza de las ciencias, el proceso de enseñanza-aprendizaje y la importancia del concepto *reología* en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

4. **Test-evaluación-diagnostico-estudiante** (Anexo 4) configurado por 11 ítems, con las cuales, se pretendió recopilar en la fase exploratoria, información sobre los conceptos de Física que poseían el grupo de estudiante seleccionado, con la finalidad de relacionarlos y utilizarlos en la planeación; y elaboración de la propuesta de metodología activa implementada en la fase de intervención o experimental.

El conocimiento de las ideas previas de los estudiantes, nos posibilitan de acuerdo a las teorías que soportan el marco teórico, diseñar y elaborar actividades que favorecen el aprendizaje significativo de los conceptos de reología que implementaremos en la metodología didáctica. Estos conocimientos que posee el estudiante y que ha adquirido en el pasado, pueden actuar como facilitadoras u obstaculizadoras en el aprendizaje.

En la tabla 3, se establecieron los criterios de análisis para este instrumento, aplicado a los estudiantes en la fase exploratoria, en este caso, nuestra intención es obtener información previa sobre temas vistos en la asignatura Física, con la intencionalidad de diseñar actividades de aprendizaje, privilegiar los conocimientos previos del alumno, facilitar la adquisición de saberes de todo tipo, enseñar a aprender y evaluar; mientras que el alumno realiza actividades, reflexiona y contrasta con la realidad, construye su propio aprendizaje y se autoevalúa. De ahí, que se pueda entender que el trabajo del docente no es enseñar, el trabajo del docente es propiciar que sus alumnos aprendan

(Díaz Barriga, 1998), en relación con la Teoría de Ausubel (1978), y el diseño y elaboración de la propuesta metodológica a implementar en la fase de intervención.

Tabla 3. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-evaluación-diagnostico-estudiantes.

CATEGORÍAS		VALOR ASIGNADO
a.	Responde científicamente correcto y efectúa la justificación correctamente.	3 punto
b.	Responde científicamente incorrecto y efectúa la justificación correctamente.	2 puntos
c.	Responde científicamente correcto y efectúa la justificación incorrecta.	1,5 puntos
d.	Responde científicamente incorrecto y efectúa la justificación incorrecta.	0 puntos

5. **Entrevista semi-estructurada-diagnostica-estudiante** (Anexo 5), efectuada en esta fase, siguió un protocolo de entrevista semi-estructurada, que favoreció un dialogo espontáneo y fluido por parte de cada uno de los profesores entrevistados de modo individual. Las entrevistas en esta fase no fueron grabadas, el investigador tomó notas escritas del dialogo y se realizaron con el propósito de fortalecer o invalidar las respuestas obtenidas en los demás instrumentos. El cuestionario utilizado para la entrevista en este caso, pretendió indagar por las concepciones de los estudiantes en tres aspectos: concepciones de que es ciencia, el proceso de enseñanza-aprendizaje y los aspectos referentes a las actividades realizadas en el aula con la finalidad que estas fuesen motivadoras amenas y llamativas para su ejecución.

5.3.2 Instrumentos utilizados en la fase intervención o experimental, correspondiente al desarrollo de los cuatros estudios de la tesis doctoral.

1. **Test – conceptual-reología-estudiantes** (Anexo 6), configurado por 16 ítems, que se han agrupado de acuerdo a la información que se deseaba obtener, estos bloques son los siguientes:

- ✓ Propiedades básicas y operaciones con sólidos pulverulentos (los cinco primeros ítems del instrumento bajo el número romano I). De acuerdo con el aprendizaje significativo de Ausubel, las preguntas de este grupo, buscan conocer los conocimientos previos de los estudiantes (entendido como la

estructura cognitiva preexistente, o sea, los conceptos, ideas, proposiciones, su organización.) para tenerlos en consideración en la enseñanza y ayudarles en la construcción de nuevos significados.

- ✓ Procesos, modelos y aplicaciones utilizados en la fabricación de formas farmacéuticas sólidas (los ocho ítems siguientes del instrumento bajo los números romanos II y III). La intencionalidad de este grupo, es el planteamiento de varias actividades cuya resolución implica el uso de conceptos, principios y relaciones entre estos conceptos de reología, para elaborar medicamentos sólidos.
- ✓ Aplicación (los tres últimos ítems del instrumento bajo el número romano IV). Las preguntas de este bloque están relacionadas con la capacidad del alumno para utilizar adecuadamente conocimiento de reología en la elaboración, proceso y transformación de medicamentos. Se podría lograr indicadores de aprendizaje significativo en la medida en que demuestren capacidad de utilizar conocimientos aprendidos significativamente en contextos de problemas diferentes a aquellos en los que se ha producido el aprendizaje, según Ausubel.

Para el análisis de este instrumento, se establecieron los criterios presentados en la tabla 4, obtenidos a partir de las definiciones y explicaciones existentes en los libros de tecnología farmacéutica, registrados en la bibliografía al respecto. Se asignó a cada ítem un valor y luego obtener la sumatoria de estos para cada estudiante, efectuando con los resultados obtenidos el promedio obtenido por cada alumno, con el fin de elaborar un gráfico, que posibilite su comparación y así describir las situaciones encontradas.

Tabla 4. Categorías y puntuaciones asignadas en el Test-conceptual Reología – estudiantes.

CATEGORÍAS		VALOR ASIGNADO
a.	Responde científicamente correcto y efectúa la justificación correctamente.	4 punto
b.	Responde científicamente incorrecto y efectúa la justificación correctamente.	2 puntos
c.	Responde científicamente correcto y efectúa la justificación incorrecta.	1,5 puntos
d.	Responde científicamente incorrecto y efectúa la justificación incorrecta.	0 puntos

2. **Entrevista semi-estructurada reología para estudiantes** (Anexo 7), conformado por tres grupos de interrogantes que nos permiten contrastar esta información con la coleccionada en los distintos instrumentos aplicados durante el proceso de enseñanza aprendizaje implementado en el cuarto estudio y así poder describir e inferir sobre el dominio de dichos conceptos por parte del estudiante. Esta entrevista no fue realizada a todo el grupo de estudiantes, sino que se seleccionaron dos alumnos por cada criterio presentado en la tabla 4, utilizados para analizar el instrumento **Test – conceptual-reología-estudiantes**, de la siguiente manera:

- ✓ Dos estudiantes que en el **Test-conceptual-reología**, sus respuestas **estuviesen en el** primer criterio establecido en la tabla 4 (Responde científicamente correcto y efectuó la justificación correctamente).
- ✓ Dos estudiantes que en el **Test-conceptual-reología**, sus respuestas estuviesen en el segundo criterio establecido en la tabla 4 (Responde científicamente incorrecto y efectuó la justificación correctamente).
- ✓ Dos estudiantes que en el **Test-conceptual-reología**, sus respuestas **estuviesen** en el tercer criterio establecido en la tabla 4 (Responde científicamente correcto y efectuó la justificación incorrecta).
- ✓ Dos estudiantes que en el Test-conceptual-reología, sus respuestas estuviesen en el cuarto criterio establecido en la tabla 4 (Responde científicamente incorrecto y efectuó la justificación incorrecta).

El investigador estableció el guión a partir de los temas contemplados en los problemas desarrollados en el aula durante el estudio cuatro, los cuales, a lo largo de la entrevista, el entrevistado nos irá proporcionando información a medida que se establezca el dialogo, sin sujetar el curso de la entrevista a ninguna estructura formalizada. Por lo tanto, el entrevistador tendrá que utilizar toda su habilidad para saber buscar aquello que quiere ser conocido, focalizando la conversación en torno a cuestiones precisas sin sesgar las respuestas que formule el entrevistado. Para ello habrá que saber escuchar, saber sugerir, y sobre todo alentar al estudiante para que hable.

En cuanto al registro de la entrevista. Se puede decir que no hay buenos ni malos sistemas de registro, todos tienen ventajas e inconvenientes. En cuanto a los sistemas de registro, podemos encontrar (Ruiz Olabuenaga, 2003):

- ✓ Tomar notas en el transcurso de la entrevista
- ✓ Tomar notas una vez finalizada la entrevista
- ✓ Sistema de registro mecánico.

En este sentido, las entrevistas realizadas en el estudio 4, fueron grabadas y posteriormente transcritas, la cual, poseían las mismas categorías generales del postest; con el propósito de conocer las visiones de los estudiantes en relación con los aspectos de la tecnología farmacéutica y la utilización del concepto reología en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Al igual que los distintos instrumentos aplicados en este estudio, esta entrevista permitió conocer las principales concepciones epistemológicas de los estudiantes, estrechamente relacionados con los principios de las teorías que fueron abordadas en esta investigación. Asimismo, esta entrevista permitió una mejor comprensión de las respuestas aportadas por los estudiantes y de su evolución durante la implementación de la propuesta didáctica.

3. **La Observación (anexo 8)**, Un instrumento fundamental para la recolección de datos y que atiende a los criterios de la investigación cualitativa y particularmente al estudio de cohorte longitudinal, es la observación; dado que esta permite al investigador una mayor comprensión del proceso que se vienen realizando en el aula. Marshall y Rossman (1989, p. 79) definen la observación como "*la descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario social elegido para ser estudiado*".

Las observaciones facultan al observador a describir situaciones existentes usando los cinco sentidos, proporcionando una *fotografía escrita* de la situación en estudio. Esta técnica, es ventajosa por dos aspectos fundamentales; en primer lugar, porque se obtiene información de su ejecución y los posibles errores que se haya cometido y en segundo lugar porque puede efectuarse durante todo el proceso de enseñanza –aprendizaje.

En esta investigación, el docente se vale de una observación amplia, enfocándose en las actitudes y reacciones positivas y negativas asumidas por los estudiantes frente a cada una de las actividades propuestas en la investigación. Esta observación se llevó a cabo con la finalidad de realizar una descripción lo más fiel posible de los cambios, avances

y retrocesos que se producían en el proceso de enseñanza aprendizaje activa implementada.

4. **Cuaderno de notas**, Como otra fuente de información coherente con la metodología de investigación adoptada, fue el cuaderno de notas del profesor investigador, quien realizó una observación, registro y descripción permanente de todas las actividades desarrolladas en el aula de clase; haciendo referencia principalmente a la descripción de las actividades de producción y elaboración de formas farmacéuticas sólidas y a las actitudes de los estudiantes en relación con estas; y en general, haciendo una valoración del ambiente de interacción que logra propiciarse a partir de la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje activa.

De acuerdo con Bogdan y Biklen (1982), el cuaderno de notas que diligenciaremos será descriptivo y reflexivo, debido a que captaremos las situaciones que se presentan en el aula lo más fiel posible e incorporaremos reflexiones e interpretaciones propias del investigador.

Según Finol, M. y Camacho (2006, p. 77) *Es un documento similar al diario. En él se registran la información de los hechos, eventos o acontecimientos en el propio terreno; ayudarían a analizar la situación al momento de recoger el material.* Por otra parte, Montenegro, S. et al., (2006, p. 54) *Es un instrumento en el cual se anotan todas las informaciones, los datos, las fuentes de información, las referencias, las expresiones, las opiniones, los hechos y los croquis, entre otros.*

Por tanto, el cuaderno de notas es un documento donde se registra información de diferentes tipos, incluyendo la descripción de los hechos que ocurren progresivamente. De ahí, que las entrevistas, la observación, el cuaderno de notas y las demás actividades e instrumentos utilizados en la recolección de información a lo largo de los cuatro estudios, permiten llevar a cabo la triangulación de fuentes de datos para dotar de un mayor significado las interpretaciones realizadas; así como para asegurar la validez de las mismas. Dicha triangulación implica además una comparación sistemática de los datos obtenidos al interior de cada estudio y de los cuatro estudios entre sí.

5.4 Actividades de enseñanza.

Con la finalidad de formar estudiantes – futuros profesionales- idóneos, en consonancia con las transformaciones emprendidas por el comité de carrera de la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, en busca de un currículo encaminado a lograr un plan de estudio flexible y pertinente, que involucrase estrategias metodológicas participativas en el logro de un profesional del área de la salud observador, reflexivo, crítico, analítico, creativo, sensible y comprometido con el bienestar del paciente y la comunidad en todos los aspectos relacionados con la elaboración, evaluación, dispensación y utilización correcta de los medicamentos y productos afines. La metodología de enseñanza aprendizaje activo que presentamos en el capítulo 4 (p. 43), busca atender los principios de la Teoría: Aprendizaje Significativo – principios disciplinares, Aprendizaje Significativo Crítico, epistemológicos y didácticos- en el aula de clase, a partir de la incorporación de elementos y conceptos propios de la “Reología”, mediante la implementación de actividades en las cuales, los alumnos puedan conjeturar propiedades, explorar su validez y validarlas en forma general, brindándoles herramientas para que sus argumentaciones puedan evolucionar hacia un nivel de formalidad cada vez mayor, como también, el trabajo autónomo de los alumnos permitiendo el desarrollo de mecanismos y criterios de autoevaluación de sus producciones. También se promueve el intercambio grupal interviniendo con preguntas que permitan a los alumnos tener en cuenta otras dimensiones involucradas en los problemas que están resolviendo, así como la búsqueda de otras relaciones y propiedades.

Caldeiro (2005) propone abordar la secuenciación de contenidos estableciendo jerarquías, lo que sería compatible con una interpretación constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, ya que tiene en cuenta simultáneamente la estructura interna de los contenidos y de los procesos psicológicos de los alumnos. Pero resulta inconveniente cuando la secuenciación se centra excesivamente en los componentes conceptuales: es necesario dar lugar a otros criterios que apliquen todos los principios del aprendizaje significativo. La consideración de la fuente disciplinar resulta de gran importancia para la selección, organización y secuenciación de los contenidos, ya que permite realizar generalizaciones que permitan comprender los objetos de estudio desde enfoques más amplios. Los dos tipos de estructuras que pueden distinguirse en las

disciplinas: la estructura sustancial (determinada por las preguntas centrales abordadas por la asignatura) y la estructura sintáctica (criterios metodológicos no la metodología en sí misma-).

Dado que la estructura lógica puede ser difícil de comprender en algunos casos, los contenidos deben enseñarse de manera progresiva y teniendo en cuenta las características de los estudiantes. No obstante, debe tenerse en cuenta que no existe una única forma de organizar lógicamente los contenidos, porque en parte, esto depende del enfoque global de referencia y sus propósitos, por lo tanto, no resultaría conveniente extrapolar organizaciones de conocimiento disciplinar de un contexto a otro.

La fuente disciplinar no debería ser el criterio exclusivo para seleccionar, organizar y secuenciar los contenidos. Aspectos como la psicología, la sociología y la didáctica son parte del modelo de aprendizaje significativo y debería ser tenido igualmente en cuenta. Del mismo modo, los contenidos educativos no deberían limitarse a los contenidos disciplinares.

Por otra parte, dado que la selección de contenidos disciplinares y su organización implica componentes valorativos e ideológicos, es importante que éstos sean explicitados. Finalmente, el planteo de un currículum globalizado y articulado de la enseñanza, favorece que se generen las relaciones complejas, integradas que requiere el aprendizaje significativo.

Las actividades desarrolladas en la propuesta didáctica, se enfocan en contenidos de la “Reología”, abordando la influencia de los conceptos: movimiento, fuerza, deformación, elasticidad, flujo de partículas sólidas en el proceso de elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

5.5 Contexto de la investigación

La ley 115 de 1994, establece que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos, y de sus deberes. Señala las normas generales para regular el Servicio Público de la Educación que cumple una función social acorde con las necesidades e intereses de las personas, de la familia y de la sociedad. Se

fundamenta en los principios de la Constitución Política sobre el derecho a la educación que tiene toda persona, en las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra y en su carácter de servicio público que puede ser ofrecido tanto por el Estado como por particulares.

La **Universidad de Antioquia (U. de A.)**, es la institución académica de educación superior más importante del departamento de Antioquia, fundada en 1803. La U. de A. es reconocida por ser una de las mejores universidades del país.

Su campus principal, Ciudad Universitaria, está ubicado en Medellín; y en adición a sus funciones en la capital de Antioquia cuenta con las sedes de Ciudadela Universitaria de Robledo, Edificio San Ignacio y Área de la Salud. También tiene sedes alternas en algunos municipios del departamento.

Es una entidad descentralizada del departamento de Antioquia, organizada como un ente universitario autónomo con régimen especial, vinculada al Ministerio de Educación Nacional en lo que tiene que ver con las políticas y la planeación del sector educativo y en relación con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Está integrada por 26 unidades académicas divididas en 14 facultades, cuatro escuelas, cuatro institutos y tres corporaciones que ofrecen cerca de 130 programas de pregrado. Su población estudiantil asciende a 37.032 (2011), siendo la cuarta academia colombiana con mayor número de estudiantes. El personal docente de la universidad es de 1853 profesores (2011).

Además de destacarse en el campo académico y en investigación, también sobresale como un importante centro cultural. La universidad cuenta con instituciones y dependencias universitarias que promueven la cultura y las artes, como el Museo Universitario, la Biblioteca Central, la Editorial U de A., la Emisora Cultural y el Centro Cultural Carlos E. Restrepo de la Facultad de Artes, entre otros.

La investigación se realizó con la colaboración de los profesores de las siguientes universidades: Nacional sede Bogotá, Atlántico sede Barranquilla, Cartagena sede en la ciudad de Cartagena, ICESI sede Cali y la de Antioquia sede Medellín y alumnos de la

de Antioquia. Como se presenta en el Cuadro 3, el número de profesores fue de 20 correspondientes al área de Tecnología Farmacéutica de las distintas universidades en Colombia que poseen el programa de Química Farmacéutica y 45 estudiantes de la Universidad de Antioquia matriculados en la asignatura Farmacotecnia I.

Cuadro 3. Número de profesores y alumnos participantes Fase Exploratoria

Fase de la investigación	Número de profesores	Universidad	Descripción	Año
Exploratoria	20	Nacional - Bogotá	El grupo estuvo conformado por 9 profesoras y 11 profesores del área de Tecnología Farmacéutica de las distintas Universidad del país que tienen el programa de Química Farmacéutica.	2008-I
		Cartagena		
		Atlántico		
		Antioquía		
Fase se la investigación	Número de estudiantes	Universidad	Descripción	Año
Exploratoria	45	Antioquía-Medellín	Estudiantes de la Universidad de Antioquia matriculados en la asignatura Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica que han aprobado la asignatura de Física I.	2008-I

En la segunda fase, la población participante, estuvo conformada por cuatro cohortes consecutivas de estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, para los periodos de estudios 2009-I, 2009-II, 2010-I y 2011-I en la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, Medellín. Del curso se seleccionaron una muestra de 40 estudiantes, que estuvieron de acuerdo con participar, diligenciando los distintos instrumentos que los estudios requerían, conformando así, las distintas cohortes. La intervención se realizó a todo el grupo de estudiantes matriculado en el curso regular de Farmacotecnia I en los distintos semestres. En el 4 y último estudio de esta investigación se contó en ese semestre con dos grupos paralelos de la asignatura Farmacotecnia I, pudiéndose así, tener un grupo para la intervención o experimental y el otro para el grupo testigo. En el cuadro 4, se presentan el número de alumnos, semestre

correspondiente al estudio y año correspondiente a las cohortes que conformaron la segunda fase de la investigación.

Cuadro 4. Número de estudiantes participantes en los distintos estudios y semestre en el cual se efectuó la intervención.

Fase se la investigación	Número de estudiantes	Número de Estudio	Descripción	Año
Intervención	40	1	40 estudiantes de la universidad de Antioquia.	2009-I
		2	40 estudiantes de la universidad de Antioquia.	2009-II
		3	40 estudiantes de la universidad de Antioquia.	2010-I
		4	80 estudiantes de la universidad de Antioquia (dos grupos de 40 estudiantes uno de intervención y otro testigo).	2011-I

En el próximo capítulo 6, describiremos los procesos efectuados para analizar la información obtenida en los cuatro estudios realizados en las fases de intervención o experimentación.

Capítulo 6
RESULTADOS Y ANÁLISIS

*Tenemos para ofrecer más de lo que estamos dando,
tenemos que servir a más gente de la que servimos*
W. H. Stewart.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo explicitamos los resultados y el análisis realizado con el fin de lograr responder a los objetivos planteados en la investigación, la cual, se ejecutó en dos fases. La primera fase denominada *Exploratoria* y efectuada durante la Suficiencia Investigadora (Archbold, 2009) y la segunda fase, en la que, se llevó a cabo la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje activa, denominada de *Intervención o Experimental*, desarrollada a través de cuatro estudios que corresponden a la tesis doctoral.

6.1 Fase Exploratoria.

Esta fase, diseñada para alcanzar los objetivos de la Suficiencia Investigadora, tuvo como propósito conocer la opinión de los profesores del área de Tecnología Farmacéutica de las distintas Universidades del país, acerca del concepto de *Reología* y su importancia en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. También se examinó en esta fase, los conocimientos y los significados que un grupo de alumnos del sexto semestre de la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, tienen sobre los conceptos básicos *de la dinámica newtoniana y la elasticidad*, requeridos para entender los procesos reológicos aplicados a la producción de formas farmacéuticas sólidas, con la finalidad de elaborar y proponer una metodología de enseñanza-aprendizaje activa a ser implementada en la fase de Intervención o Experimental.

6.1.1 Objetivos de la fase exploratoria.

- Valorar la importancia que los profesores de las distintas Universidades del país asignan al concepto de “Reología” y su aplicación en la elaboración de medicamentos sólidos (tabletas o comprimidos).
- Determinar los conocimientos y los significados que los estudiantes tienen acerca del concepto “Reología” y su relación con las nociones de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke.
- Planear y elaborar una metodología de enseñanza-aprendizaje sobre el concepto “Reología” aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas y su implementación en la asignatura Farmacotecnia I.

6.1.2 Contexto en que se llevo a cabo el estudio

El estudio, correspondiente a la Suficiencia Investigadora (Archbold, 2009), fue realizado durante los dos semestres académicos de 2008, época en la cual, los profesores participantes efectuaban su labor académica en las universidades: Nacional sede Bogotá, Atlántico, Cartagena y Antioquía, y los estudiantes seleccionados habían cursado la asignatura Física I, enfocada al tratamiento de los conceptos de la dinámica newtoniana y a la elasticidad de Hooke, en la cual, el alumno adquiere una visión general de los contenidos de la disciplina. En donde, la unidad de análisis estuvo conformada por 20 profesores del área de tecnología farmacéutica, pertenecientes a las universidades antes mencionadas y por un grupo de 45 estudiantes, matriculados en la asignatura Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquía.

En esta sección, describiremos los resultados obtenidos en forma concisa y breve, debido a que, en la suficiencia investigadora, se presentaron con todos los detalles (op. cit.). Para ello, en el cuadro 5 (p. 152), a modo de resumen, se muestran los diferentes instrumentos de recolección de datos utilizados, como fueron agrupados los distintos ítems que los componen, los objetivos, la duración y la población que participó en la investigación.

A continuación, se presenta las respuestas obtenidas de los docentes a través de los distintos instrumentos y su análisis, para luego finalizar con la información aportada por los estudiantes.

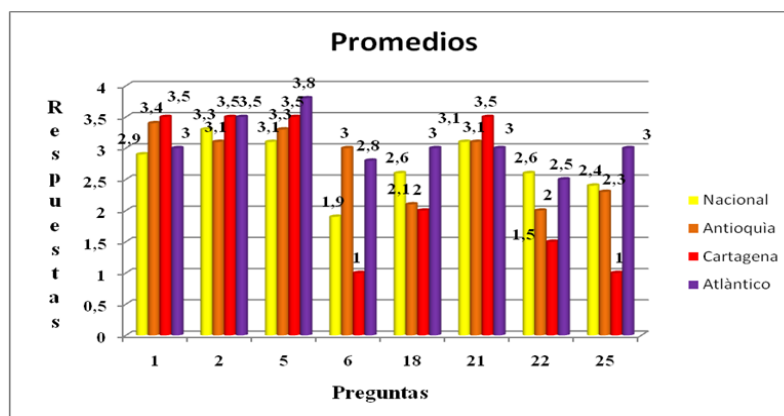
6.1.3 Instrumentos para la recolección de la información aplicada a los Docentes

- **Test – diagnostico-profesores** (Anexo 1), consta de 31 preguntas, a 30 de ellas, fueron agrupados en cinco subgrupos de acuerdo a la información que estos ítems nos proporcionaban, dejando la pregunta 31, para ser analizada en forma individual.

Instrumentos	Objetivos	Agrupación de los ítems	Descripción	Duración y población
1. Test – diagnóstico-profesores.	1. Valorar la importancia que los profesores de las distintas Universidades del país le otorgan al concepto de “Reología” y su aplicación a la elaboración de medicamentos sólidos (tabletas o comprimidos). 2. Determinar los conocimientos y los significados que los estudiantes poseen acerca del concepto “Reología” y su relación con los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke. 3. Planear y elaborar una metodología de enseñanza-aprendizaje sobre el concepto “Reología” aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas y su implementación en la asignatura Farmacotecnia I.	1, 2, 5, 6, 18, 21, 22 y 25.	Conocer el nivel de participación que el docente da a sus estudiantes en el aula de clase.	2 horas A profesores.
		3, 7, 8, 12, 13 y 23.	Proporcionan el nivel afectivo y motivacional que ocurre en el aula sobre las actividades propuestas por el profesor.	
		4, 9, 14, 16 y 24.	Proporcionan elementos para establecer como ocurren las actividades cotidianas del docente en las clases.	
		10, 11, 15, 17 y 20.	Aportan información sobre la dinámica utilizada por el docente en el proceso enseñanza-aprendizaje.	
		19, 26, 28, 29 y 30.	Dan cuenta del nivel de planificación de las actividades realizadas en el aula por parte del profesor.	
		31.	Proporcionan información sobre la existencia de material didáctico.	
2. Test-evaluación-reología-diagnóstico-profesor.	Indagar como interpretan los profesores el concepto de Reología de acuerdo con los principios y leyes de la Física.	I, II, III y IV.	Establecer si los docentes entendían el concepto, su utilización, su importancia y que tan pertinente es esté, en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.	2 horas A profesores
3. Entrevista – Semi-estructurada.	Corroborar y ampliar la información obtenida en los distintos instrumentos aplicados.	I, II, III, IV y V.	Complementar y validar la información obtenida de los profesores en los dos instrumentos anteriores.	30 minutos por docente.
4. Test – Evaluación – Diagnóstico-estudiantes.	1. Conocer el dominio que tenían los estudiantes acerca de los conceptos de fuerza, deformación, velocidad y flujo de la materia solida. 2. Comprender y describir qué significado inicial tienen los estudiantes sobre el concepto de reología.	I (1, 2, 3, 4 y 5).	Da cuenta del dominio de los conceptos de la Teoría de Newton.	2 horas A estudiantes
		II (1, 2, 3, 4 y 5).	Percibir como explican los conceptos definidos en los ítems anteriores y como elaboran ejemplos de los mismos.	
		III (1, 2 y 3).	Conocer si los estudiantes en las asignaturas anteriores vistas los docentes le han informado sobre el Aprendizaje Significativo.	
		IV	Conocer sus comentarios y aportaciones sobre el proceso enseñanza-aprendizaje.	
5. Entrevista – Semi-estructurada.	Ampliar y validar la información obtenida sobre los conceptos básicos de Fuerza, deformación, flujo y movimiento del instrumento aplicado.	A, B y C.	Complementar y validar la información obtenida en el instrumento anterior.	20 minutos por cada estudiante.

Cuadro 5. Instrumentos de recolección de datos utilizados en la fase Exploratoria, su agrupación, su descripción, objetivos, duración y población.

El primer subgrupo de ítems de este instrumento, nos proporcionó información a cerca de **la intervención de los estudiantes durante las actividades en el aula**, resultados que fueron relacionados y analizados con base a los postulados establecidos por Moreira (2005) en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, con respecto al intercambio de significados a través del lenguaje entre el estudiante y el profesor en una especie de *negociación* del concepto, y la formulación de preguntas pertinentes, incentivadas por el profesor en las actividades desarrolladas en el aula, propiciando un ambiente en el cual, el alumno aprenda a elaborarlas de manera apropiada y sustantiva, favoreciendo la formulación permanente de preguntas en lugar de respuestas. A partir de esta información y su cuantificación de acuerdo a los criterios presentados en la tabla 1 (Cap. 5, p. 129), se elaboró el gráfico 1.

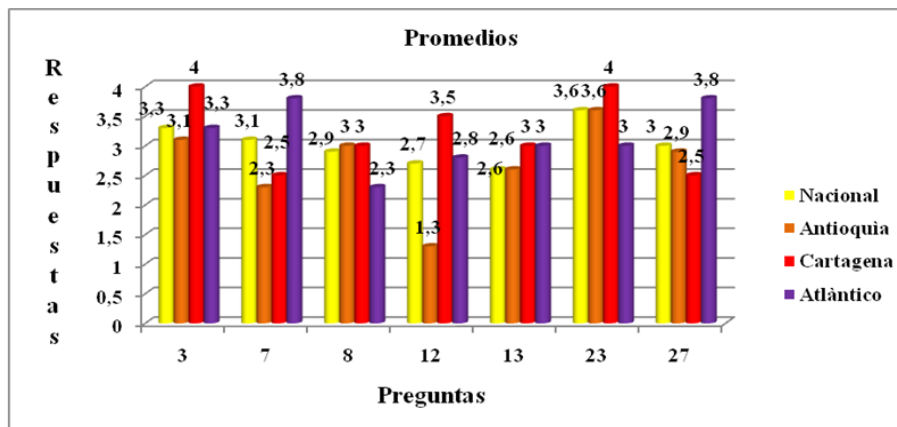


Gráfica 1. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la participación de los estudiantes en las actividades programadas en el aula.

En el gráfico 1, se visualiza que, los profesores de las universidades de Cartagena y Antioquía, en el primer ítem, tienen en cuenta las opiniones de los alumnos en la planeación de las actividades en una mayor medida que las otras. Pero al realizar el análisis de este subgrupo de ítems, en forma global, se encuentra que los docentes de la Universidad del Atlántico en una mayor proporción que las demás, permiten o favorecen la intervención de los alumnos en clase, lo que incentiva su participación, propiciando así, que se involucren más en el desarrollo y construcción de las actividades, al concebir que sus opiniones y aportaciones son tomadas en consideración en la planeación de las diferentes tareas. Así mismo, se destacan los resultados obtenidos de la Universidad de Cartagena, por ser inferior en todos estos aspectos, lo que nos permite decir, que, en ella, se favorece aun y en una buena medida la enseñanza

más tradicional. El control del proceso de enseñanza aprendizaje, está centrado en el docente y el estudiante es un invitado pasivo.

El segundo subgrupo de ítems, nos suministró información sobre la **motivación que el proceso de enseñanza propicia en los estudiantes para que efectúen y participen en las actividades propuestas**, con los datos obtenidos y su cuantificación de acuerdo a los criterios presentados en la tabla 1 (cap. 5, p. 129), se realizó la gráfica 2, la cual, se analizó con respecto al planteamiento de Ausubel (1983), “*El alumno debe manifestar [...] una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria*” (p. 48). Si el docente en el aula de clase, logra que el alumno se motive y se apropie de las tareas encomendadas, está claro, que los resultados del proceso de enseñanza aprendizaje tendrán mejores resultados, favoreciéndose así que este sea significativo.

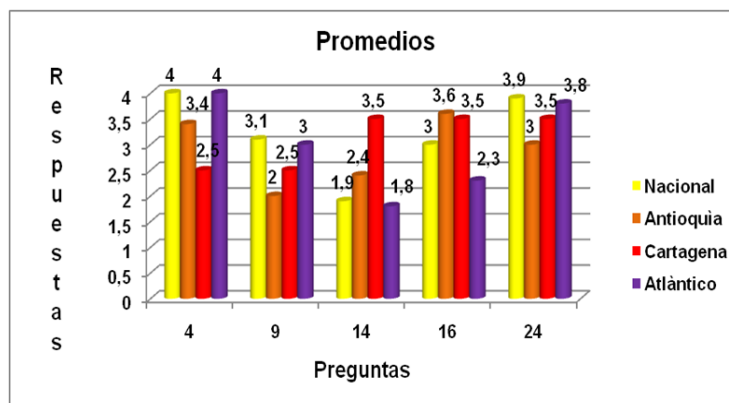


Gráfica 2. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la motivación que el proceso de enseñanza aprendizaje propicia en los estudiantes a participar en las actividades en el aula.

El gráfico 2, nos muestra el grado de aceptación, motivación y disposición que poseen los estudiantes para realizar las actividades en el aula, de acuerdo a la opinión de los profesores. Resultados que coinciden o son muy similares en tres de las cuatro universidades participantes en la investigación (Universidad Nacional sede Bogotá, Universidad de Cartagena y la Universidad de Atlántico), observándose una marcada diferencia en los resultados obtenidos de los docentes de la Universidad de Antioquía,

en cuanto a que las actividades no favorecen su aceptación ni los motiva a realizarlas, lo que, permite inferir que tal vez, las estrategias utilizadas por los profesores en el aula, no genera en el estudiante incentivos que propicie interés o los incite a desarrollar dichas actividades.

El tercer subgrupo de ítems, nos proporcionó información con respecto a: **La relación profesor alumno en el aula**, para Ausubel, la reciprocidad entre el docente y el alumno es sumamente importante, para desarrollar la labor mediadora en la formación del alumno, coincidiendo con los postulados de Vygotsky en su planteamiento de ZDP, para el acompañamiento del estudiante. A partir de los resultados aportados por los docentes y su cuantificación de acuerdo a los criterios mostrados en la tabla 1 (cap. 5, p. 129), se elaboró el gráfico 3.

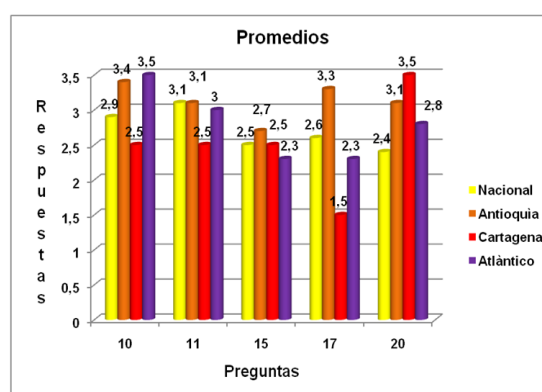


Gráfica 3. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la relación profesor-alumno.

De la información presentada en el gráfico 3, se observó que los profesores de la universidad de Antioquía, tienen en cuenta su papel mediador, considerando al alumno como eje central en su formación, tendencia que se mantiene en las otras universidades, pero en una magnitud menor, lo que permite inferir, que se conserva todavía la concepción, del profesor como eje central, en contravía del proceso educativo contemporáneo, en el cual, el docente es visto como mediador y potenciador de la autonomía en aprendizaje del alumnado, conformando un nuevo escenario para el rol del educador, lo que representa un cambio respecto al papel tradicional del profesorado, enfatizando la necesidad de prestar una mayor atención al aprendizaje del estudiante, superando así, el modelo de profesor como transmisor autorizado de conocimientos para convertirse en un tutor del aprendizaje, es decir, un profesor capaz de motivar a los

alumnos en la materia que enseña, plantear preguntas, guiar en la búsqueda de soluciones y evaluar adecuadamente el aprendizaje. Este planteamiento recoge los principios constructivistas del aprendizaje (Ausubel, 2002; Vygostky, 1995 y Moreira, 2005) en los que el docente tiene la responsabilidad de proporcionar a los estudiantes oportunidades para discutir, explicar, construir conocimiento en un contexto de aprendizaje. Los profesores de hoy tienen la difícil tarea de diagnosticar permanentemente la situación de clase y presentar estrategias de intervención que generen estudiantes propositivos e inquisitivos.

El cuarto subgrupo de preguntas, nos suministró información con respecto a: **La dinámica que el profesor propone en el salón de clase**, en ellas, se indaga sobre las actividades y tareas de enseñanza desarrolladas por los docentes con el objetivo de dirigir de manera óptima, el proceso autónomo de construcción de conocimientos, habilidades y valores por parte de los estudiantes, en cuyo orden y organización se evidencia el método empleado por los profesores para estructurar el proceso. La actuación metodológica de los docentes, que se materializa al desarrollar estas tareas, son instrumentadas a través de procedimientos, técnicas y recursos didácticos, que se organizan en función de los medios materiales y del repertorio cognitivo - instrumental de que disponga para el trabajo en el aula.



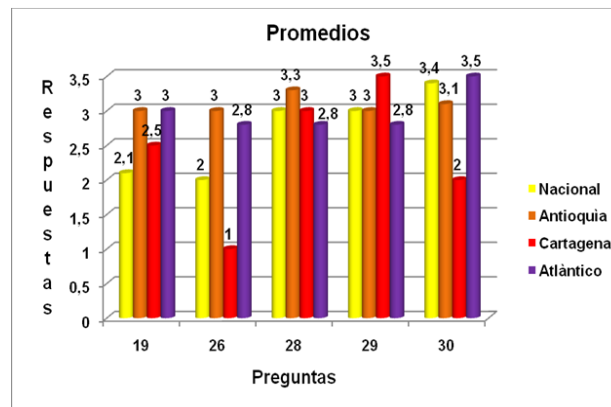
Gráfica 4. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre la dinámica establecidas en el aula de clase.

Los resultados presentados en la gráfica 4, mostraron que, dentro de las dificultades propias del proceso de enseñanza, los docentes en esta área del conocimiento (tecnología farmacéutica), están haciendo sus mejores esfuerzos para encontrar estrategias que posibiliten la transformación, el enriquecimiento y la evolución a través de la interacción permanente de los estudiantes con actividades y/o problemas que

permitan una buena dinámica de aula. Ello presupone que, al analizar el sistema de tareas propuestas en el aula, no se generen discontinuidades en dicha actuación y que globalmente este sistema apunte al cumplimiento de los objetivos, que, a su vez, integre los que orientaron a cada una de las tareas por separado. Como parte del proceso de enseñanza que desarrolla el docente, está el diseño, la adecuación o contextualización y la utilización de las actividades ya existentes, destinadas a promover la construcción autónoma del sistema cognitivo - instrumental de cada estudiante.

En ese sentido y de acuerdo a la opinión de los docentes, se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar las actividades en el aula, pero en los resultados presentados en la gráfica 4, se observó que no se ha alcanzado una buena dinámica en el desarrollo de las actividades implementadas en el aula, dando la idea de que estas acciones son monótonas y repetitivas, y que no despiertan interés por parte de los alumnos.

La quinta agrupación de preguntas, aportó información sobre el: **Nivel de planeación que el docente realiza para desarrollar las actividades en el aula.** En este sentido, se observó que todos los profesores en cierta medida realizan, algún tipo de planificación de sus clases, como una forma de guiar y focalizar su esfuerzo para enseñar a sus alumnos, con la intencionalidad de saber a dónde se dirigen las metas de aprendizaje que desean, visualizando así, a través de qué actividades, medios, recursos, trabajos, ejercicios y pasos, van a alcanzarlos, y las herramientas que deben usar para saber que han logrado los aprendizajes esperados, es decir, cómo van a obtener los indicadores de avance y logro de sus estudiantes. En el contexto de esta investigación las planificaciones de las distintas actividades se realizaron a partir de los postulados de Ausubel (1978), que nos recomienda presentar las ideas más generales relativas al contenido que se desea enseñar, en un primer momento, para luego, desarrollar las situaciones más específicas del tema. Los datos obtenidos se cuantificaron de acuerdo a los criterios expuestos en la tabla 1 (cap. 5, p. 129), y con ellos, se construyó el gráfico 5.



Gráfica 5. Respuestas de los docentes al subgrupo de preguntas sobre el nivel de planificación que realizan para implementar las actividades en el aula de clase.

De acuerdo con los datos obtenidos en este subgrupo de preguntas y presentados en el gráfico 5, se deduce, que los profesores de la universidad de Antioquia programan en una mayor medida las actividades a realizar en el aula, en comparación con las demás universidades, así mismo y de acuerdo a sus opiniones, manifiestan que, en dicha programación, se han dejado espacios que permiten incorporar modificaciones si son requeridas para el desarrollo de alguna actividad en particular. Del mismo modo, los profesores utilizan la planificación para establecer secuencias de contenidos en el abordaje de un tema específico de forma organizada y subsiguiente en cuanto a su nivel de complejidad de acuerdo a los paradigmas establecidos por Ausubel en la teoría del Aprendizaje Significativo. Convirtiendo esta programación en un elemento central en el esfuerzo por promover y garantizar los aprendizajes de los estudiantes, permitiéndoles maximizar el uso del tiempo, definir los pasos y recursos necesarios para el logro del proceso enseñanza aprendizaje.

Por último, el interrogante 31 del instrumento, proporcionó información sobre la existencia o no, de materiales didácticos, relacionados con el concepto de reología aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Así mismo en dicho ítem, se solicitaba a los profesores que efectuaran de acuerdo a su opinión, una descripción de los aspectos; positivos, negativos o aquellos que les agregarían a dichos materiales. Las anotaciones dadas por los docentes, fueron analizadas de manera individual y transcrita en el cuadro 6, con la finalidad de efectuar una comparación entre las distintas opiniones, y que nos permitiera encontrar coincidencia y diferencias, y así poder inferir al respecto de estos materiales en el contexto del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

Cuadro 6. Respuestas de los docentes sobre la existencia de materiales didácticos sobre reología en el Test- diagnóstico-profesores al ítem 31.

ÍTEM 31	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS A AÑADIR
Docentes	UNIVERSIDAD NACIONAL (DOCENTES)		
1.	Permiten ampliar y profundizar en los conceptos básicos.	No siempre pueden estar actualizados y además al estar en otro idioma no los aprecian mucho.	Cobijar más aspectos relacionados con ejercicios de aplicación de formulación.
2.	Ejemplos prácticos.	Falta de gráficas y dibujos.	No apporto respuesta
3.	Facilidad para entender y complementar.	Limitaciones.	Internet y otros, bibliografía actualizada.
4.	Facilitan el proceso de autoformación	Se deben introducir primero, pues no hay cultura de lectura fuerte.	Trabajo didáctico.
5.	Pertenencia con la temática, contribución en la clarificación de conceptos, aplicaciones reales a los temas desarrollados.	No todo el grupo maneja el mismo nivel de inglés y esto puede desmotivar la lectura.	Más análisis de casos reales.
6.	Conocimiento y claridad	Falta un poco descripción.	Descripción esquemática de procesos.
7.	Aclaran temas vistos en clase, profundización.	Pereza de leerlos.	Tema adicional que pudiera aclarar las temáticas discutidas con nivel más elevado en otros materiales.
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA (DOCENTES)			
1.	Lenguaje comprensible permite que el estudiante posea un texto de por vida.	No se han producido en cantidad suficiente para los estudiantes.	Incluir tareas, ejercicios y trabajos en casa.
2.	Actualizado	Escaso o de difícil acceso.	Ejemplos y ejercicios.
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO (BARRANQUILLA)			
1.	Actualización, bibliografía reciente del documento.	Seguimiento de los estudiantes para su observación, si lo comprenden.	Que tengan componentes teóricos y prácticos.
2.	Consiguen ayudas fármaco técnicas para ser desarrolladas con base en los conocimientos discutidos en el proceso de aprendizaje.	Pueden contener aspectos muy abstractos o de difícil comprensión.	Mayor número de ejemplos.
3.	Facilita el desarrollo de la clase.	El costo para el estudiante, el constituirse para algunos estudiantes en el único material para estudiar.	Una forma interactiva en la que el material se pueda ir construyendo a medida que avanza la clase.
4.	Claros.	En ocasiones difíciles de conseguir.	Ayuda electrónica.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (MEDELLÍN)			
1.	Sirve de guía en el aprendizaje.	Se pueden considerar únicos.	Más ejemplos.
2.	Criterios a aplicar en casos reales.	Toda la temática está dispersa.	Más didáctico.
3.	Apoyan el desarrollo de las actividades.	No apporto respuesta.	No apporto respuesta.
4.	Actualizados, claros y precisos.	Muy teóricos.	Ejercicios prácticos.
5.	Llevar a que el alumno aplique sus conocimientos.	No todos los alumnos se motivan a realizar los ejercicios.	La motivación.
6.	Guía temática.	No es muy profundo.	Referente bibliográfica primaria.
7.	Claridad, actualizado y práctico.	No apporto respuesta.	Mayores gráficos y diagramas.

En el caso de la existencia de materiales, los docentes manifestaron que: *si existen materiales sobre el concepto de reología disponible y utilizable en el proceso de enseñanza en la asignatura Farmacotecnia I*, pero en sus anotaciones con respecto a los tres aspectos (positivos, negativos o que agregarían a estos materiales), solicitados en esta pregunta del test y presentados en el cuadro 6, manifiestan que dichos documentos poseen una serie de inconvenientes de redacción, costos, acceso, ejemplos prácticos, que no les permiten a los alumnos estudiarlos y aplicarlos debidamente en las situaciones que se desarrollan en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. En este aspecto, y parafraseando a Ausubel (1983), podemos decir que, cuando por problemas del material el aprendiz, es incapaz de atribuirle un significado, tendrá dificultades para relacionar, integrar o asimilar los nuevos materiales a los conocimientos que posee, lo que conlleva al estudiante a presentar inconveniente en la resolución y comprensión de la situación problemática presentada en la actividad.

Además, los profesores son reiterativos en sus respuestas, manifestando, en unos casos, que no poseen ejercicios prácticos y en otros casos, existen, pero los pocos ejercicios que plantean, no están relacionados con los conceptos utilizados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, como también, la dificultad que tienen los alumnos para adquirirlos, debido a los costos y a las restricciones que los autores han establecido a su reproducción.

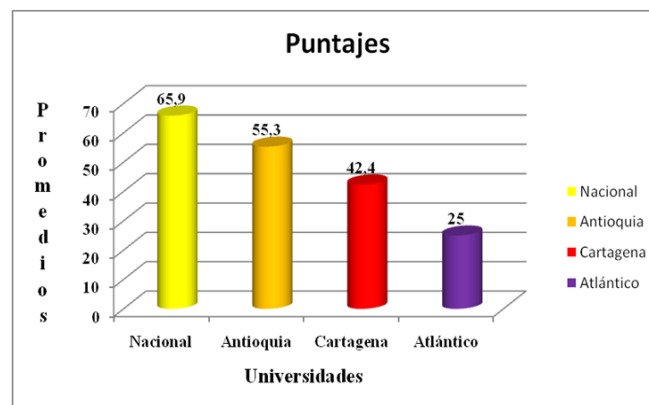
- El **Test-Evaluación-diagnostica-profesores** (Anexo 2), nos permitió conocer y analizar la forma en la cual, los docentes manejan el concepto, la importancia y la pertinencia de su utilización en los distintos procesos que se realizan al elaborar formas farmacéuticas sólidas. Para analizar las respuestas se establecieron unos criterios y unos valores en base a las definiciones y explicaciones existentes en las referencias registradas en la bibliografía, las cuales, se presentan en la tabla 2 (Cap. 5, p. 130).

De acuerdo a lo expuesto en la tabla 2, se les asignaron los valores a las respuestas de los profesores al Test-evaluación-reológica-diagnostica (Anexo 10), se efectuó la sumatoria de los puntos obtenidos individualmente, para luego, elaborar el promedio aritmético y el porcentaje obtenido por universidad, registrando estos datos y presentándolos en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de los docentes al instrumento **Test-Evaluación-reológica-diagnostica-profesores**, número de profesores y porcentaje por universidad.

Universidad	Número de profesores	Puntaje por universidad	Porcentaje % obtenido en el instrumento por universidad
NACIONAL	7	43,5	65,9
ANTIOQUIA	7	36,5	55,3
CARTAGENA	2	28,0	42,4
ATLÁNTICO	4	16,5	25,0

A partir de los datos consignados en la tabla 5, se construyó el gráfico 6, con la finalidad de comparar e interpretar mejor los resultados, así como, conocer como era su utilización en las distintas actividades implementadas en el aula.

**Gráfica 6.** Respuestas de los docentes al **Test-Evaluación-reológica-diagnostica-profesores** relacionado con el concepto reología en término de porcentaje en las distintas universidades.

De las respuestas de los docentes, presentadas en la gráfica 6, podemos visualizar lo siguiente:

- ✓ El manejo desigual del concepto entre los profesores de las distintas universidades.
- ✓ El porcentaje tan bajo en dos universidades con respecto al conocimiento y utilización por parte de los docentes del concepto. Situación, que nos generó una preocupación muy grande, con respecto a la enseñanza del concepto *reología* y su aplicación en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas por parte de esos profesores.

Así mismo, se pudo extraer de la información aportada por los docentes en este instrumento, que los profesores de la Universidad Nacional sede Bogotá, están trabajando en el aspecto reológico de las formas farmacéuticas sólidas, más que en las

otras universidades, detectándose una marcada diferencia en el uso del concepto en las actividades implementadas en la asignatura Tecnología Farmacéutica por parte de los profesores de la Nacional que en las otras universidades consultadas.

En ese sentido, podemos inferir que existe una gran posibilidad de que estos profesores, tengan problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto implementado en el aula, debido a las dificultades que presentan con el dominio de estos conceptos, notándose estas, a través de las explicaciones y relaciones que utilizan en las presentaciones que efectúan a sus estudiantes. De modo que, parafraseando a Ausubel, podemos decir; que si el alumno aprende determinado contenido substantivamente, conseguirá explicarlo con sus propias palabras, pues ha aprendido el sentido, el significado de lo que le ha sido enseñado como también, si el alumno aprende el contenido de forma significativa, almacenara las nuevas informaciones, durante más tiempo, de modo que use el nuevo concepto independiente del contexto en que haya sido aprendido, como los conceptos son enseñados en forma ambigua y deficiente, el estudiante no lograra aprenderlos en forma correcta.

- **Entrevista semi-estructurada-diagnostica-profesores** (Anexo 3). Con la entrevista nos propusimos complementar, aclarar, ampliar o cuestionar las respuestas obtenidas de los docentes en los dos instrumentos aplicados (**Test – diagnostico-profesores, Test-Evaluación-reologia-diagnostica-profesores**).

La metodología utilizada para realizar la entrevista, fue abordar por separado los diferentes temas con cada profesor y registrar el dialogo en forma escrita por parte del investigador. Los diálogos registrados, fueron analizados, buscando diferencias y coincidencias.

El primer punto de la entrevista se relaciona con la **Importancia del concepto “Reología” en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas para el futuro Químico Farmacéutico.**

Al comparar la información obtenida de los profesores de la Universidad Nacional se encontró que seis de ellos, estuvieron de acuerdo que el tema es importante y necesario en la enseñanza aprendizaje de los alumnos del programa de Química Farmacéutica,

justificando sus respuestas en la influencia que tienen las asignaturas de Física y Fisicoquímica sobre el comportamiento de las moléculas, su movimiento y su deformación al ser sometidos a una presión.

Así mismo, se encontró que un docente, que respondió en uno de los instrumentos escritos, **que, si era importante**, en la entrevista asume una posición distinta, diciendo que “*no es importante*”, justificando su nueva postura, en términos relacionados con los conceptos definidos en la tecnología farmacéutica y que ellos, resolvían todos los problemas que el estudiante tuviere en el proceso requerido para elaborar formas farmacéuticas sólidas. En ese mismo aspecto, cinco profesores de la Universidad de Antioquia coinciden en afirmar que es importante, pero su justificación es planteada a través de los problemas físicos que relacionan el tamaño de las partículas y su resistencia para fluir; los dos profesores restantes de la universidad de Antioquia estuvieron de acuerdo que es importante el tema, pero su justificación no estuvo relacionada con ningún concepto de reología.

Además, se encontró que los profesores de la Universidad de Cartagena y Atlántico coinciden que es importante pero sus justificaciones están soportadas en pruebas de laboratorio y no en los conceptos físicos notándose un manejo demasiado mecánico de los temas relacionados con la compresión, dureza y flujo del granulado en el proceso de manufactura de las formas farmacéuticas sólidas.

El segundo punto de la entrevista estuvo relacionado con **la metodología de enseñanza utilizada por el profesor al impartir la asignatura Farmacotecnia I o Tecnología Farmacéutica I.**

Al examinar las respuestas obtenidas de los 20 profesores de las distintas universidades sobre la metodología utilizadas en el aula, encontramos que para implementar los distintos temas de la asignatura, fue unánime el uso de la exposición magistral, con preguntas y aclaraciones a situaciones no entendidas por los estudiantes, pero se notó en sus explicaciones que los docentes, son el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y en una medida muy pequeña delegan al estudiante responsabilidades, para que éste, adquiera un papel activo en el proceso de aprendizaje. Enfatizando y justificando su uso y abuso del método expositivo en las actividades de aula, la excusa, que tenían que

abarcar grandes núcleos de información en un tiempo relativamente corto, sin analizar si esa información es relevante, importante o entendida por el estudiante.

El tercer punto de la entrevista, se refirió a **la legislación y políticas educativas de Colombia, por su particularidad en cuanto a la profesión del Químico Farmacéutico**. Cabe enfatizar que este profesional, tiene características diferentes a los profesionales en esta área de otros países, debido a que, su formación le permite desempeñarse tanto en las farmacias como en la producción y control del medicamento.

La información obtenida en este punto de la entrevista, se centró en el carácter público de la enseñanza superior, y las diferentes dificultades que afrontan estas instituciones cuyo presupuesto es eminentemente de origen estatal, lo que nos llevó a entender el déficit de materiales y elementos requeridos en el proceso de enseñanza aprendizaje. Así mismo, permitió conocer las propuestas presentadas por los docentes en términos del desempeño laboral del profesional en Química Farmacéutica como integrante del área de la salud.

El cuarto punto de la entrevista, se referenció con respecto **al contenido curricular del programa Química Farmacéutica**. En este aspecto, hay que destacar que el currículo de los programas de Química Farmacéutica en Colombia, se establecen de acuerdo con la ley 212 del 1995, las cuales, fueron armonizadas a la luz del Decreto 1964 del 2006, con el fin de lograr una movilidad entre los estudiantes y profesores de las distintas universidades, dejando a cada universidad un porcentaje de este, a aspectos idiosincráticos de la población en el área de su influencia. La armonización de las asignaturas constituidas por el decreto 1964 del 2006, posibilitaron establecer una serie de asignaturas básicas que se deben cursar en todas las universidades con estos programas.

Las asignaturas de Física y Fisicoquímica se establecieron claramente en semestres iniciales y las referentes a tecnología farmacéutica, fueron ubicadas en el sexto nivel, con la finalidad de que los estudiantes a través de los distintos cursos, tuviesen los conceptos necesarios para afrontar los contenidos relacionados con la reología y demás elementos constitutivos de estas asignaturas. En este aspecto, al revisar los programas de Química Farmacéutica de las distintas universidades, se encontró que se cuenta con

una serie de asignaturas en el micro currículo, que permiten inferir que tendrán los elementos básicos requeridos para afrontar los temas pertinentes de la elaboración de medicamentos sólidos.

De la entrevista podemos inferir. En primer lugar, se percibe que los profesores continúan muy arraigados con la idea de ser el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, aun sabiendo que, en esta época del internet, la información es abundante en las redes, y que es preciso que los docentes enseñen a sus alumnos a que sean capaces de buscarla y analizarla o en otros términos sean capaces de construirlas con su acompañamiento. Y, en segundo lugar, que las actividades realizadas en el aula, posiblemente no están favoreciendo en los estudiantes, la adquisición de habilidades que les permita interpretar, asimilar y relacionar los nuevos conceptos tratados en la asignatura con los que poseen, propiciando en el aula, un proceso mecánico, utilizado por los alumnos para afrontar las evaluaciones.

6.1.4 Instrumentos para la recolección de la información aplicada a los Estudiantes

Al grupo seleccionado de 45 estudiantes, se les aplicó el instrumento Test-evaluación-diagnostico-estudiante, con la finalidad de conocer si poseían los conceptos básicos de la Física, con respecto a la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, necesarios para entender los temas tratados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

- **Test-evaluación-diagnostico-estudiante (Anexo 4)**, con la aplicación de este instrumento, nos propusimos conocer **las ideas anclajes** que expliquen el proceso de aprendizaje, de acuerdo con los paradigmas planteados por Ausubel, (2002) y Moreira, (2000).

Asimismo, Fairstein y Gissels (2009), manifiestan que "*una estructura cognitiva es un conjunto de conocimientos ya adquiridos que se encuentran interrelacionados entre si...son los que nos permiten o no dar sentido a cualquier nuevo conocimiento*" (p. 38). Destacándose en esta cita, que la estructura cognitiva es el producto de la historia de los aprendizajes de cada persona. Es decir, las estructuras que posee una persona en un momento dado dependen de los conocimientos que ha adquirido en el pasado, actuando como facilitadoras u obstaculizadoras en el aprendizaje, debido a que un conocimiento

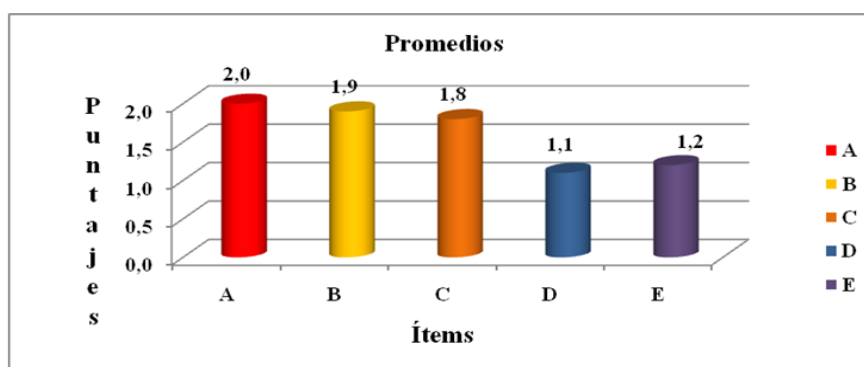
cualquiera se incorpora si y solo si puede incluirse en alguna estructura cognitiva que le dé sentido y significado. Si no hay una estructura previa para incorporarlo, el nuevo conocimiento puede ser deformado y hasta rechazado por la mente.

Para realizar el análisis de las respuestas emitidas por los estudiantes al **Test-evaluación-diagnostico-estudiante**, se establecieron unos criterios y se les asignaron valores de acuerdo a los presentados en la tabla 3 (cap. 5, p. 132). Los valores obtenidos por los estudiantes se sumaron y se promediaron con respecto a cada ítem del instrumento y se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Respuesta obtenida de los 45 estudiantes al **Test-evaluación-diagnostico-estudiante**, la sumatoria de los puntajes asignados y el promedio de cada ítem.

Ítem	Sumatoria	Promedio
A	89,5	2,0
B	85,5	1,9
C	81,5	1,8
D	51,5	1,1
E	52,5	1,2

Los datos presentados en la tabla 6, fueron llevados a la grafica 7, con la finalidad de visualizarlos mejor y así poder describir en profundidad los resultados obtenidos de los estudiantes.



Gráfica 7. Respuestas de los estudiantes al **Test-evaluación-diagnostico-estudiante a partir de los promedios.**

Del gráfico 7, podemos concebir con mayor claridad lo que habíamos detectado en los resultados obtenidos del test, en donde se registró que los estudiantes poseen en términos generales los conceptos básicos de la Física, requeridos para el aprendizaje de la asignatura Tecnología Farmacéutica I, notándose en estos, por la forma en que plantean las definiciones y las justificaciones de los conceptos, que presentan algunas

dificultades para realizar su aplicación, las cuales, serán tenidas en cuenta al elaborar la metodología de enseñanza aprendizaje activo, a ser implementada en la siguiente fase.

De todos modos, se puede inferir que los alumnos pueden relacionar los conocimientos de movimiento, flujo y deformación con los conceptos de granulación y tableado en el proceso de compresión presentados en el curso Farmacotecnia I, con una buena posibilidad de obtener resultados positivos en las tareas asignadas, pero hay que insistir en la propuesta didáctica, en reforzar algunos conceptos, entre ellos, el de flujo y la deformación de partículas sólidas, conocimientos fundamentales en la elaboración de formas farmacéuticas.

- **Entrevista semi-estructurada-diagnostico-estudiante** (Anexo 5). Con la entrevista nos propusimos complementar o invalidar la información obtenida en el instrumento escrito aplicado a los estudiantes. La entrevista no fue grabada, debido a que los estudiantes no estuvieron de acuerdo, manifestando que la presencia de grabadoras les intimidaba. El temario utilizado en la entrevista, estuvo conformado por tres puntos relacionables con los interrogantes planteados en el instrumento escrito aplicado (**Test-evaluación-diagnostico-estudiante**).

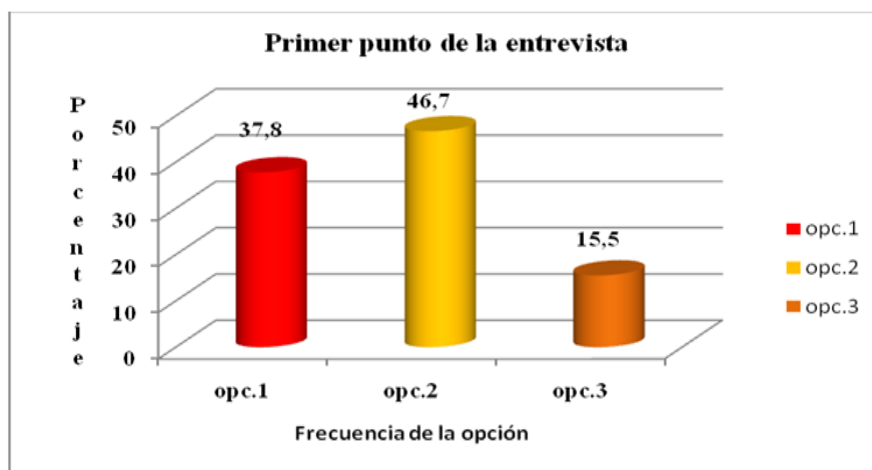
Una vez finalizada la entrevista, los diálogos obtenidos y registrados por el investigador, fueron analizados de manera cuali-cuantitativamente, agrupando las respuestas más comunes y contabilizando las veces en que se repetían algunos conceptos, para luego, estudiarlos en términos de porcentajes y presentarlos en forma de gráfica, con la intención de visualizar mejor estos resultados y poder describir en profundidad los elementos aportados.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en cada temario de la entrevista: El primer dialogo se centró en las siguientes preguntas: **¿Cuáles fueron los resultados obtenidos en la asignatura Física vista en el semestre anterior?** y a **¿Qué se deben estos resultados? ¿Justifique los resultados?** Los resultados obtenidos en los diálogos a partir de los interrogantes, estuvieron enmarcados en las siguientes opciones: Muy buenos, regulares y malos; información con las cuáles, se elaboro la tabla 7, presentando la frecuencia en que se repetían las opciones.

Tabla 7. Respuesta de los estudiantes al primer dialogo de la entrevista semi-estructurada, a partir de las tres opciones propuestas y su frecuencia.

Pregunta	Opciones	Frecuencia en las respuestas
¿Cuáles fueron los resultados obtenidos en la asignatura Física vista en el semestre anterior? y a ¿Qué se deben estos resultado?	Resultados muy buenos	17
	Resultados regulares	21
	Resultados malos	7

Los datos registrados en la tabla 7, se llevaron a porcentajes y con ellos, se elaboró la gráfica 8.



Gráfica 8. Respuesta de los estudiantes al primer punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las tres opciones planteadas.

En la gráfica 8, visualizamos que el 46,7 % de los estudiantes obtuvieron resultados no muy satisfactorios o regulares al finalizar el curso de Física, un 15,5 % de los resultados fueron deficientes y solo un 37,8 % de los alumnos sus resultados fueron buenos. Encontrándose que, en términos generales, los estudiantes que se matriculan en la asignatura Farmacotecnia I, en un porcentaje del 84,5 han superado el curso con un rendimiento aceptable, observaciones que permiten inferir que poseen en cierta medida los conocimientos requeridos de la Física para comprender y resolver los distintos problemas planteados en el campo de la producción de formas farmacéuticas sólidas.

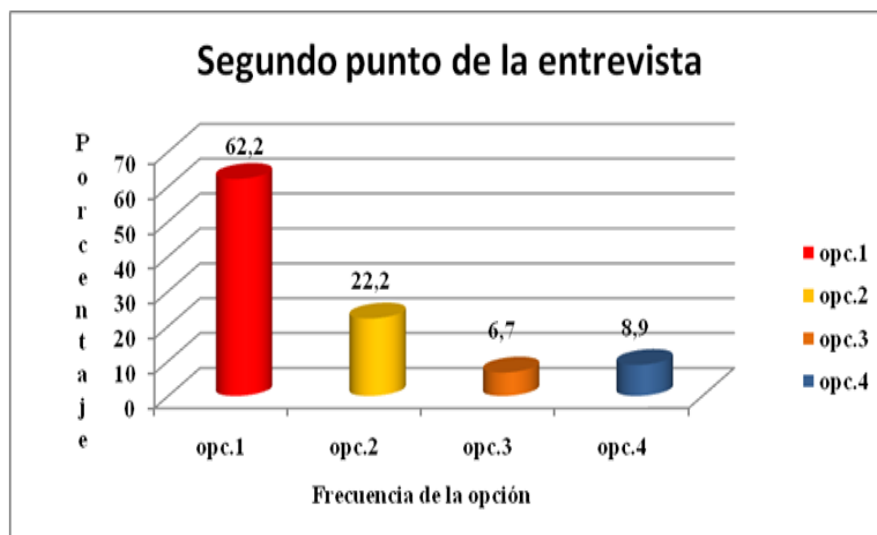
El segundo tema de la entrevista se centro en la siguiente pregunta: **¿Qué tópicos de la Física le agradó más y le gustó estudiarlo aún cuando tenía que dedicarle más tiempo del asignado? ¿Qué conceptos recuerda y, en especial, lo relacionados con movimiento, flujo y fuerza?** Descríbalos en forma breve. Los diálogos obtenidos a partir de los interrogantes, estuvieron centrados alrededor de las siguientes opciones: Me gusta la Física, No me motiva la Física, Me han dicho los compañeros que es difícil

y No me gusta la Física; respuestas con las cuáles, se elaboro la tabla 8, en donde se presenta la frecuencia en que se repetían las opciones.

Tabla 8. Respuesta de los estudiantes al segundo dialogo de la entrevista semi-estructurada, a partir de las cuatro opciones propuestas y su frecuencia.

Pregunta	Opciones	Frecuencia en las respuestas
¿Qué tópicos de la Física le agrado más y le gusto estudiarlo aun cuando tenia que dedicarle más tiempo del asignado? ¿Qué conceptos recuerda y en especial lo relacionados con movimiento, flujo y fuerza?	Ne gusta la Física.	28
	No me motiva la Física.	10
	Me han dicho los compañeros que la Física es difícil.	3
	No me gusta la Física.	4

Los datos registrados en la tabla 8, a través de un proceso de cuantificación se llevaron a porcentajes y con sus resultados se elaboró la gráfica 9.



Gráfica 9. Respuesta de los estudiantes al segundo punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las cuatro opciones planteadas.

De acuerdo a la gráfica 9, podemos extraer que la gran mayoría de los estudiantes, 62,2 %, manifestaron que les gustaba la Física, argumentando su predilección con los temas de la dinámica newtoniana y la importancia de estos, en el quehacer cotidiano, como el desplazamiento que la persona realiza para llegar a los distintos lugares, la fuerza que se hace al levantar los distintos objetos, como también, para afrontar una serie de procesos, requeridos en la elaboración de los medicamentos. Así mismo, se pudo extraer de las respuestas emitidas por el 22,2 % de los alumnos, al justificar la opción *-no me motiva la física-* que se debe a la forma como el docente presenta los distintos temas en la

clase, no les incentiva a estudiar ni a realizar las actividades que se presentaban en el aula.

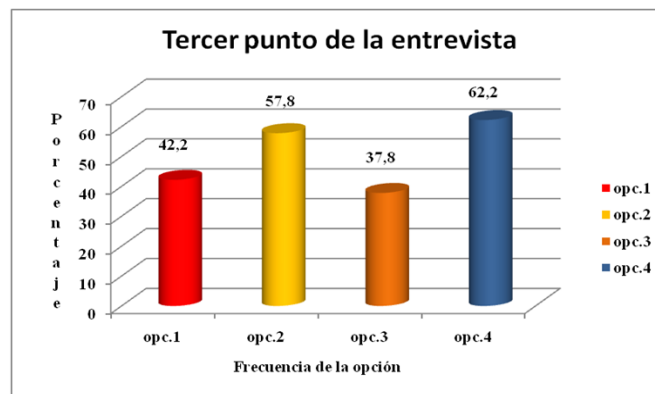
En esta entrevista, es preocupante los resultados de la tercera opción “*Me han dicho los compañeros que la Física es difícil*”, pues, se ve claramente el poder de sugestión que algunos estudiantes generan en los otros alumnos, con sus comentarios negativos sobre una asignatura y, en particular, a los que en el semestre siguiente se matricularan en este curso, afortunadamente la población en este caso fue mínima 6,7 %, pero siempre hay que generar propuestas o acciones que las neutralicen.

El tercer tema de la entrevista se centro en la siguiente pregunta: ¿En los cursos anteriores le han hablado de la teoría del Aprendizaje Significativo?, ¿Para usted **Qué es Aprendizaje Significativo?** y **¿Qué dificultades encontró en el aprendizaje del curso de Física?** Los diálogos de este interrogante, estuvieron concentrados alrededor de cuatro opciones: Había escuchado hablar sobre Aprendizaje Significativo, no había tenido información sobre Aprendizaje Significativo, No había tenido dificultades en la asignatura Física y Si había tenido dificultades en la asignatura Física; respuestas con las cuáles, se elaboró la tabla 9.

Tabla 9. Respuesta de los estudiantes al tercer interrogante de la entrevista semi-estructurada, a partir de las cuatro opciones propuestas y su frecuencia.

Pregunta	Opciones	Frecuencia en las respuestas
¿Qué es Aprendizaje Significativo? ¿Qué dificultades encontró en el aprendizaje del curso de Física?	Habían escuchado sobre Aprendizaje Significativo.	19
	No habían tenido información sobre Aprendizaje Significativo.	26
	No habían tenido dificultades en la asignatura.	17
	Si habían tenido dificultades en la asignatura.	28

Las respuestas a las distintas opciones del interrogante de la entrevista, fueron registradas en la tabla 9, las cuales, a través de un proceso de cuantificación fueron convertidas en porcentajes y con los resultados se realizó el gráfico 10.



Gráfica 10. Respuesta de los estudiantes al tercer punto del dialogo de la entrevista semi-estructurada en términos de las cuatro opciones planteadas

En este dialogo, nos permitió conocer las inquietudes y dificultades que tuvieron los estudiantes durante el proceso de enseñanza aprendizaje del curso de Física. Así como, su visualización en base al gráfico 10, en la cual, un 62,2 % de los estudiantes relacionaron las dificultades con dos situaciones; en primer lugar, manifestaron que la asignatura presenta muchas ecuaciones que la hacían difícil de entender y asimilar, además, los conceptos tratados en los distintos temas, no estaban relacionados con las actividades implementadas en el aula. Y, en segundo lugar, la metodología que el profesor utilizó para enseñar los conceptos en el aula, no los motivó a estudiarlos y a realizar las actividades, pues eran complejos, enredados y aburridos.

6.1.5 Consideraciones finales de la fase Exploratoria

De los resultados, análisis e interpretaciones de las respuestas a los instrumentos utilizados en esta fase y, atendiendo a los referentes teóricos que han guiado el proceso, podemos hacer algunas consideraciones conclusivas, a la vez, que apuntamos algunas pautas orientadoras para la segunda fase.

La concepción constructivista adoptada en el marco teórico referencial de esta investigación, está ligada al Aprendizaje Significativo, concebido como un aprendizaje relacional, cuyo sentido lo da la relación del nuevo conocimiento con conocimientos anteriores, con situaciones cotidianas, con la propia experiencia, con situaciones reales, etc. En este aspecto Ausubel (1978), plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información. Su tesis pedagógica queda resumida en esta conocida sentencia- *Si tuviese que reducir toda la*

psicología cognitiva a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe: averígüese esto y enséñese en consecuencia- (Moreia, 2000, p. 9).

Esta concepción de aprendizaje significativo admite que la información es integrada a una amplia red de significados que la persona ha adquirido con anterioridad, ya sea en la escuela, la familia o la vida misma; la cual se modifica progresivamente por la incorporación de nuevos elementos. Cada vez que al alumno se le presenta alguna información nueva o cuestiona sobre algún tema, o lo que sabe de él, ocurre una activación inmediata de experiencias y saberes previos; el conocimiento y el manejo de estos datos son indicadores de que algo sabe del contenido o del tema, de la asignatura o del fenómeno de estudio. El aprendizaje significativo no es la *-Simple conexión-* de la información nueva con la ya existente en la estructura cognoscitiva de la persona que aprende; el aprendizaje involucra la modificación de la nueva información, siempre y cuando exista disposición e interés para aprender.

Al optar por una actitud constructivista con respecto al aprendizaje de los alumnos, una de nuestras preocupaciones fundamentales, aunque desde luego no la única ni la última, fue, conocer qué es lo que los alumnos ya saben sobre lo que vamos a enseñarles, así como la forma en que pueden ser tratados y evaluados en el aula. En ese aspecto, se trata de partir de los conocimientos de los alumnos para modificarlos mediante la presentación y el análisis de un conocimiento científico más elaborado. Pero ello sólo será posible si ese conocimiento científico se presenta de modo que haga referencia al mundo cotidiano del alumno, que es donde se han originado sus conocimientos previos. De ahí, que en esta fase se indagó y se revisó sobre la existencia e importancia de los materiales y los conceptos previos de los alumnos que se matriculan en la asignatura Farmacotecnia I, encontrando las siguientes consideraciones conclusivas:

- Con respecto a los materiales existentes y a su contenido, encontramos que:
 - ✓ Los materiales que disponen los docentes en el campo de la tecnología farmacéutica, y en especial, en relación al concepto de “reología” aplicado a la elaboración de medicamentos sólidos, presentan en unos casos, los conceptos de manera tan compleja que los alumnos no captan los elementos que requieren y

en otros casos lo presentan de forma tan simple - *deformación y el flujo*-, que no les permiten relacionarlos y aplicarlos a los materiales sólidos pulverulentos, sustancias que conforman las formulas de las formas farmacéuticas.

- ✓ El manejo de dicho material es de difícil acceso y comprensión por parte de los alumnos ya sea por la forma en la que fueron elaborados o por los elementos pedagógicos que adolece, requiriendo para su utilización por parte del alumno de un acompañamiento del docente.
- Con respecto a los conceptos de la Física I, que tienen los estudiantes que acceden a la asignatura Farmacotecnia I, se observó que los alumnos poseen dichos conceptos en una medida aceptable que les permite comprender y desarrollar los temas concernientes a la tecnología farmacéutica de sólidos, necesitando que el profesor los asesore permanentemente en la utilización de estos documentos, debido a que la organización secuencial de los contenidos, no les permiten estudiarlos de manera autónoma, motivo que en un porcentaje importante, conduce a que los alumnos no le preste ninguna atención, desmotivando su utilización durante las actividades de clase.

Por lo tanto, podemos decir, que la formación del estudiante depende en gran medida de una metodología, que lo prepare para utilizar sus conocimientos científicos, habilidades y destrezas en comprender los cambios que ocurren en el mundo y poder participar activamente en el desarrollo de una mejor sociedad. En este sentido, podemos parafrasear, utilizando algunas expresiones de Rodríguez P. M. L. et al., (2008). *Si somos capaces como docentes de favorecer el desarrollo de estrategias y habilidades en el aula*, estos alumnos construirán un conocimiento mucho más sólido y perdurable.

Los resultados encontrados a través de las indagaciones y evaluaciones coinciden con los requerimientos que al respecto señala Hernández Rojas (2000), al referirse a las condiciones necesarias para que el aprendizaje sea significativo, en lo que respecta a la significatividad que debe poseer el material que se desea que el alumno aprenda, así como, su posibilidad de ser relacionable con los conocimientos previos del estudiante. Y, por último, que el alumno tenga la disponibilidad, intencionalidad y ganas de

aprender, como la predisposición de participar activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje que se implemente en el aula. Todos estos elementos fueron tenidos en cuenta en la propuesta que se planteará para la continuación del trabajo doctoral en la metodología de enseñanza-aprendizaje a implementar en la segunda fase, la cual consistió en:

Elaborar e implementar una metodología de enseñanza aprendizaje activa centrada en el concepto reología orientada a la elaboración de medicamentos sólidos (tabletas o comprimidos), fundamentada en las Teorías del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira y en el concepto de mediación de Vygotsky sobre la zona de desarrollo próximo en la asignatura Farmacotecnia I.

Nuestro conocimiento ha avanzado de manera prodigiosa en los últimos siglos, pero en realidad es, y siempre será, un edificio en constante construcción.
Peláez, 2015.

6.2 Fase de Intervención.

A partir de los resultados de la fase exploratoria (Archbold, 2009), se tomó la decisión de elaborar e implementar una metodología de enseñanza aprendizaje activa, que permitiera impartir en el aula el concepto “reología” en la asignatura Farmacotecnia I, dirigida a los estudiantes de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, teniendo como base el programa, los objetivos y su contenido.

Haciendo énfasis en que el proceso educativo, es un acontecimiento complejo, en el cual, está implicado; **el profesor**, quien está encargado de planificar la agenda de actividades y decidir qué conocimientos deberían tomarse en consideración y en qué orden de acuerdo a los postulados que sustentan la concepción elegida por el docente, en este caso, se ha asumido los principios que conforman las Teorías: Aprendizaje Significativo de Ausubel y Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira, en el cual, **el que aprende**, debe optar por aprender, siendo esta su responsabilidad, **el currículo**, que comprende los conocimientos, habilidades y valores de la experiencia educativa que satisfagan criterios de excelencia, de modo tal, que los conviertan en algo digno de estudio. **El medio**, que es el contexto en que tienen lugar la experiencia de aprendizaje influye en la forma en que el profesor y el estudiante llegan a compartir los significados de los conceptos tratados. En estas teorías de Ausubel y Moreira, se privilegia y se comparten significados de aquello que se quiere enseñara entre los partícipes del proceso -estudiantes – profesores-.

De ahí, que el proceso de enseñanza aprendizaje, bajo estos postulados, requiere como condición fundamental, que el material utilizado sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, y además que el estudiante tenga la disposición para relacionar, de manera sustantiva y no arbitraria, el nuevo material, con su estructura cognitiva. Para ello, en esta fase, se puso a disposición de los estudiantes un material potencialmente significativo que posibilite la interacción, con la intención de explorar si se favorece el proceso de aprendizaje en los principios de Ausubel (1978). En la próxima sección se presentan las distintas acciones llevadas a cabo en el primer estudio y sus resultados.

Estudio I.

6.2.1 Estudio I. Cohorte 2009-I. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín Colombia.

El primer estudio de esta investigación, se centra en indagar de modo cuanti-cualitativo las evidencias del aprendizaje del concepto de Reología y sus aplicaciones en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, a través de explicaciones más pertinentes y claras, realizadas por los estudiantes en las distintas actividades desarrolladas en el aula, a partir de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke estudiadas en la asignatura Física I.

6.2.1.1 Objetivos específicos del primer estudio.

- Describir cómo contribuyen las actividades con acompañamiento y la resolución de problemas, mediante la metodología enseñanza-aprendizaje activa implementada en la asignatura Farmacotecnia I, en el aprendizaje del concepto reología.
- Determinar la influencia de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa en la predisposición de los estudiantes a participar en las actividades propuestas.

6.2.1.2 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.

Teniendo en cuenta que el interés de este estudio se centró en una situación que se quería investigar con el propósito de lograr una comprensión global sobre ella, optamos por realizar un estudio de caso colectivo (Stake, 1998). El caso o unidad de análisis estuvo conformado por un grupo de 40 estudiantes del curso de Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, el cual, fue realizado durante el primer semestre académico de 2009 y para ese entonces, los estudiantes participantes en él, habían cursado la asignatura Física I, único curso en el currículo del programa.

6.2.1.3 Momentos del estudio.

Este proceso de investigación se llevó a cabo por medio de la intervención directa en el aula de clase, buscando favorecer la interacción profesor-alumno-metodología de enseñanza en el proceso de aprendizaje del concepto de reología, el cual, estuvo conformado por tres momentos. Los diferentes momentos con sus respectivas

actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración, se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Momentos, actividades, instrumentos de recolección de datos objetivos y duración implementados en el estudio I.

Momentos	Actividades e instrumentos de recolección de datos	Objetivo	Duración
Recolección de información inicial.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Conocer el dominio que tenían los estudiantes acerca de los principales conceptos de la dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke..	2 horas.
Propuesta didáctica.	1. Presentación del profesor sobre la metodología de trabajo a ser desarrollada, algunas ideas y estrategias de la enseñanza activa; y los modos posibles de implementar el trabajo de acompañamiento y la resolución de problemas.	Proporcionar elementos para desarrollar de manera adecuada los trabajos con acompañamientos.	2 horas
	2. Manejo de los foros de discusión, como una actividad programada en el aula de clase al término de dos secciones del tema de la unidad temática correspondiente, donde se discuten y se plantean interrogantes sobre los conceptos enseñados.	Dar a conocer los elementos y los distintos criterios que se utilizaran en el desarrollo de esta actividad en el aula.	1 hora
	3. Presentación de los talleres de resolución de problemas como una actividad presencial al finalizar cada unidad temática, en la cual, los estudiantes de la asignatura Farmacotecnia I, se agrupan en sub-grupos de cinco alumnos.	Familiarizar a los alumnos con la resolución de problemas y las distintas etapas que se abordarán para su implementación.	1 hora
	4. Abordaje de la temática sobre los sólidos pulverulentos en la elaboración de formas farmacéuticas implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Implementar en el aula la relación de los distintos conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke con los sólidos pulverulentos.	10 horas
	5. Abordaje de la temática acerca de los procesos de producción de tabletas o comprimidos implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Desarrollar y relacionar los conceptos de la red conceptual reología con los elementos propios de la producción de comprimidos.	12 horas
Recolección de la información final.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Detectar alguna posible evolución de los estudiantes en la comprensión de los conceptos de dinámica y elasticidad.	2 horas.
	Entrevista semi-estructurada	Percibir el significado atribuido por los estudiantes a las actividades implementadas en la metodología.	20 minutos por cada estudiante.

El instrumento *Test-conceptual-reología*¹ utilizado en el momento inicial (Pretest) y después de la implementación de la metodología (Postest) fue el mismo.

6.2.1.3.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6):

En coherencia con los referentes teóricos abordados, en este primer estudio, se pretendió identificar los conceptos previos (acerca de la dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke) pertinentes y disponibles en la estructura de conocimiento de los estudiantes y las relaciones que se pueden establecer entre ellos. Para lo cual, se utilizó como *pretest*, el test-conceptual-reología, aplicado en la primera sesión de la intervención realizada al grupo de 40 alumnos, con una duración de dos horas.

El instrumento posee la siguiente estructura: el primer subgrupo de ítems llamado *Propiedades básicas* (PB), hacen referencia a los principios de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, un segundo subgrupo de ítems denominado *Procesos de manufactura* de formas farmacéuticas (PMFF), en los cuales, se da cuenta de los conceptos propios de la forma farmacéutica, si el medicamento es líquido, sólido o semi-sólido y un tercer subgrupo de ítems designado *Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica* (CRTF), en los cuales, se indaga sobre los conocimientos de la tecnología farmacéutica concernientes a la preparación del producto, su granulometría y los problemas relativos a su producción.

6.2.1.3.2 Propuesta didáctica. La propuesta didáctica concreta contempla varias actividades con acompañamiento de modo empírico, dirigido hacia la resolución de problemas y a la predisposición de los estudiantes a participar en las acciones programadas, que, de acuerdo con la fundamentación teórica adoptada, constituyen el material potencialmente significativo. Este tipo de acciones son implementadas partiendo de la idea de que las actividades con acompañamiento pueden ser una estrategia particularmente útil para lograr una motivación del estudiante hacia el aprendizaje, condición necesaria para que se dé un aprendizaje significativo desde la perspectiva ausubeliana y además que sea crítico desde los paradigmas de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira.

Las actividades con acompañamiento, los talleres y la resolución de problemas formaron parte de la programación de la asignatura Farmacotecnia I. Las diferentes

acciones que conformaron la propuesta didáctica y sus respectivos instrumentos de recolección de datos se describieron en los capítulos pertinentes de esta investigación (Cap. 4 y 5 respectivamente).

Durante la implementación de la propuesta didáctica, hubo acompañamiento permanente a los estudiantes por parte del profesor investigador, con la finalidad de atender todas las inquietudes que los alumnos pudieran tener, relacionadas tanto, con la claridad de los conceptos involucrados en la red conceptual reología, como también, con aspectos físicos y matemáticos de los problemas seleccionados. Además, se les entregó un listado de textos y documentos de apoyo para complementar las notas de clases.

6.2.1.3.3 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6). Finalizando el proceso de intervención con el material potencialmente significativo, se empleó nuevamente el Test-conceptual-reología en este caso como *postest*, como un instrumento que aporta información sobre la comprensión y aplicación lograda por los estudiantes acerca de los conceptos de dinámica Newtoniana y la elasticidad Hookeriana abordados en las actividades de acompañamiento y resolución de problemas. Sin embargo, es importante indicar que dicha comprensión y aplicación fue fundamentalmente valorada a partir de las diferentes actividades implementadas a lo largo del estudio. Los resultados tanto del *pretest* como el *postest* se presentan en el Anexo 11.

6.2.1.4 Entrevista semi-estructurada-reologia (Anexo 7). Su objetivo es tener una percepción acerca del significado atribuido por los estudiantes a las actividades de la red conceptual reología, utilizando los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, desarrollados durante la intervención en los procesos de elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

En la entrevista participaron los 40 estudiantes que aceptaron ser parte del proceso investigativo, el cual, se realizó de manera individual al concluir el proceso de intervención con la metodología de enseñanza aprendizaje activo, con el temario de preguntas consignadas en el (Anexo 7). Las entrevistas no fueron grabadas, el

investigador tomó notas de ellas en el momento de su ejecución, registrando los distintos comentarios y explicaciones que los alumnos expresaron.

6.2.1.5 Análisis y discusión de resultados. Se presenta en esta sección un análisis cuanti-cualitativo de la información obtenida en el estudio, a partir de los diferentes instrumentos utilizados para la recolección de los datos. El tratamiento de la información derivada del pretest y postest, observaciones, talleres, resolución de problemas, las intervenciones en los foros y los trabajos de acompañamiento efectuados por los estudiantes, fueron realizados mediante la agrupación de datos y su posterior análisis descriptivo e interpretativo.

A continuación, se presentan los resultados y significados más relevantes obtenidos en el estudio.

6.2.1.5.1 Discusión y análisis de los datos obtenidos en el instrumento Test-conceptual-reología aplicado en los dos momentos (pretest – postest). El instrumento consta de tres subgrupos de ítems:

El primer subgrupo de ítems (PB) del instrumento, coherentes con los conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke, establecidos en los talleres, el trabajo con acompañamiento y los problemas realizados en el aula, sirvieron para abordar fenómenos físicos de interés tales como: flujo, deformación, movimiento de partículas, relacionados con la caracterización e importancia de los sólidos pulverulentos su procesamiento y su comportamiento reológico.

Del análisis de este subgrupo de información se observa que, en la primera aplicación del instrumento (*pretest*), los alumnos asocian los conceptos fuerza, gravedad y flujo de una manera científicamente no correcta en sus respuestas iniciales, pero se observó que a medida que se realizaban las tareas, trabajos y problemas, durante la intervención, los estudiantes mejoraban esas relaciones, percibiéndose una serie de cambios, tanto en la resolución de los problemas como en las explicaciones dadas al utilizar estos conceptos en las diferentes tareas asignadas. Además, en la resolución del **test** al finalizar la intervención (*postest*), se encontró que los estudiantes presentaban explicaciones más coherentes con las concepciones científicas existentes en los distintos documentos

revisados. Así mismo, se evidenció que un grupo de 7 alumnos, permanecieron sin cambios en la forma de explicar y plantear las relaciones de manera coherente con los conceptos científicamente aceptados, al desarrollar los distintos procesos de elaboración de formas farmacéuticas con sólidos pulverulentos.

Otra situación observada a través del estudio, fue la persistencia de los errores cometidos en los talleres y los problemas, al relacionar los conceptos de deformación de las partículas cuando se les ejerce una fuerza de compresión, con los resultados obtenidos en la prueba de friabilidad de las tabletas, debido a que les fue complejo asociar y trabajar el concepto de partículas elásticas y plásticas en el proceso de compresión y su relación con la dureza final del comprimido. En la tabla 10, presentamos las respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PB) en concordancia con los principios físicos involucrados en las actividades desarrolladas en el aula, referente a los fenómenos de dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.

Tabla 10. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PB) referentes al concepto de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.

Propiedades Básicas	Número de estudiantes	Conceptos Físicos involucrados en los distintos procesos
A	37	<i>Forma y tamaño de las partículas con relación al movimiento.</i>
B	25	<i>Fuerzas de cohesión entre partículas.</i>
C	15	<i>Deformación plástica y elástica de las partículas.</i>
D	27	<i>Flujo y movimiento.</i>
E	29	<i>Fuerzas de fricción entre las partículas y la superficie del equipo.</i>

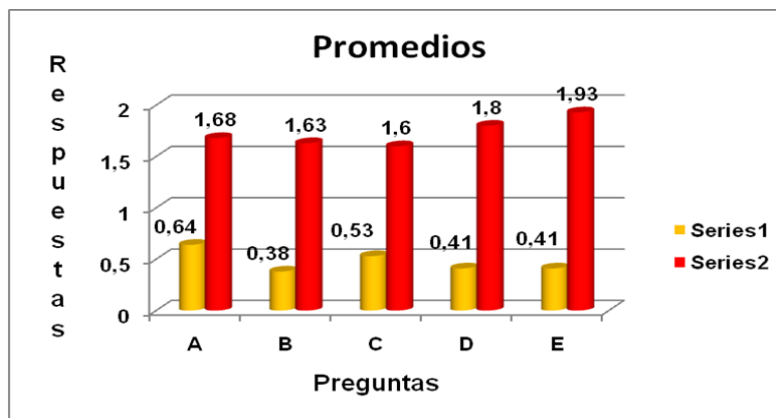
Así mismo, al revisar los conceptos físicos que los educandos relacionaron con los temas de la tecnología farmacéutica de los sólidos, se encontró que habían enriquecido sus explicaciones con el transcurrir de las distintas actividades implementadas en el aula en función de los distintos conceptos involucrados en el subgrupo de ítems. En el cuadro 8, se consignan a modo de ejemplo, la información obtenida de un estudiante, en el pretest y el postest, con la finalidad de visualizar la evolución adquirida durante el proceso de enseñanza en el uso y aplicación de los conceptos físicos en la elaboración de formas farmacéuticas. En dicho cuadro, el estudiante nos muestra grandes progresos

en su forma de explicitar los conceptos y las situaciones presentadas. En él, describe y utiliza las características físicas de la materia “sólido”, y su relación con procesos clave de la tecnología farmacéutica, fundamentales en la estabilidad de las formulaciones a las condiciones ambientales y la manufactura del producto.

Cuadro 8. Respuestas de un estudiante al subgrupo de ítems (PB) del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).

Propiedades Básicas		Respuesta en el momento inicial.	Respuesta del estudiante en el momento final.
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos.	<i>Por ser una de las materias primas más utilizadas en la industria farmacéutica y en base a la cual la tecnología utilizada ha tenido que mejorar y desarrollarse.</i>	<i>Porque la gran mayoría de las sustancias se encuentran en estado sólido, que nos permite una fácil manipulación, estabilidad.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas.	<i>Ya que es más conveniente la manipulación de estos sólidos pulverulentos al momento de modificar sus características físicas, como el tamaño, la forma y la estabilidad de la calidad de la materia prima para la producción.</i>	<i>Por su comportamiento, las partículas se comportan como entes individuales y discontinuos.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas.	<i>En procesos como la trituración se puede ver la importancia de que la materia prima posee propiedades reológicas.</i>	<i>La forma de las partículas influye en el empaquetamiento de las partículas como en el flujo de la misma.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>Propiedades físicas como la densidad, el peso, el volumen, la humedad.</i>	<i>La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado por la tolva durante el proceso de tableteado.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>Un polvo se granula buscando homogenizar el principio activo y excipientes en la forma farmacéutica.</i>	<i>El tamaño de partícula y la uniformidad de ésta dentro del granulado proporcionan características necesarias para el tableteado.</i>

Luego, se procedió a analizar cada ítem del subgrupo (PB) para cada alumno, de la misma forma en que se efectuó el caso presentado en el cuadro 8, asignándoles un puntaje de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con la finalidad de elaborar un gráfico, que nos permitiera visualizar mejor los resultados obtenidos con la implementación del proceso de enseñanza aprendizaje, con respecto al conocimiento de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad involucrados en la producción de formas farmacéuticas. Los cuales, se presentan en el gráfico 11.



Gráfica 11. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PB) del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).

En el gráfico 11, visualizamos mejor lo que habíamos percibido al cuantificar las respuestas en los dos momentos del proceso de enseñanza aprendizaje, en donde encontramos que los estudiantes en el postest, utilizaban de forma correcta el lenguaje científico propio de la tecnología farmacéutica, dando explicaciones en base a los conceptos de la dinámica newtoniana en forma apropiada y coherente. También, debemos puntualizar que en los resultados obtenidos encontramos que siete estudiantes no presentaron cambios en la utilización de los conceptos físicos para resolver los problemas planteados en el desarrollo de los procesos tecnológicos requeridos para elaborar formas farmacéuticas sólidas, permaneciendo con las dudas y dificultades en su aplicación, situación que no pudimos explicar ni ellos aclarar en la entrevista realizada.

Con el segundo subgrupo de ítems **procesos de manufactura de formas farmacéuticas** (PMFF), se revisó, si los estudiantes habían adquirido la habilidad para relacionar los conceptos de la tecnología farmacéutica correspondiente al estado del medicamento (si estos productos, son líquido, sólido o semi-sólido), con los conceptos físicos referentes al estado de la materia y su connotación en el proceso de producción. Este aspecto, resultó complejo y difícil de manejar por parte de los alumnos, percibiéndose a través de las actividades realizadas en el aula, las dificultades que estos conceptos les generaban al ser aplicados en los procesos con sólidos pulverulentos. Así mismo, se registro en las distintas tareas realizadas durante el proceso de enseñanza aprendizaje, los problemas que los alumnos tenían, al relacionar el concepto de fisisorción y la quimisorción con la superficie externa de la partícula y la adsorción de gas, en el proceso de medición del

tamaño de las partículas. Situaciones que se vieron reflejadas en la información y las observaciones resultantes del análisis del subgrupo.

De los resultados obtenido en estos ítems, se extractó que a los alumnos, se les hace complejo entender el hecho, de que las partículas de los sólidos pulverulentos son agrupaciones cuyo comportamiento depende de las características individuales de cada granulo que conforman la masa del sólido pulverulento, por lo tanto, les resultó difícil explicar y relacionar la adsorción de capa de gas alrededor de las partículas individuales y su relación con los procesos de medición que se realizan para conocer el tamaño de dichas partículas. En la tabla 11, mostramos las respuestas de los estudiantes en relación con los principios físicos involucrados en las actividades desarrolladas en el aula referentes a los fenómenos de adsorción y área superficial de las partículas.

Tabla 11. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) referentes a los conceptos de dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.

Proceso de manufactura	Número de estudiantes	Conceptos Físicos involucrados en los distintos procesos
A	38	<i>Diámetro de la esfera relacionado con la forma y tamaño de las partículas.</i>
B	8	<i>Presiones parciales de un gas.</i>
C	17	<i>Flujo de las partículas y su resistencia a desplazarse.</i>
D	27	<i>Fuerza aplicada a una partícula y su empaquetamiento.</i>
E	32	<i>Fuerzas de fricción entre las partículas y la superficie del equipo.</i>

Otro elemento revisado durante las distintas actividades realizadas en el aula y analizado en los ítems de este subgrupo, fue el uso de expresiones más acorde con el lenguaje tecnológico propio de las formas farmacéuticas y su evolución en relación con los conceptos físicos (área superficial, adsorción, disolución), involucrados en la elaboración de medicamentos.

En los resultados de este subgrupo, los estudiantes nos proporcionaron una serie de información sobre los conceptos de tamaño, distribución, forma de las partículas y la fuerza aplicada al proceso de tableteado para lograr al final un comprimido que tenga las características de dureza, exigida en la elaboración de medicamentos sólidos, mostrando que han experimentado una evolución al realizar explicaciones de una forma

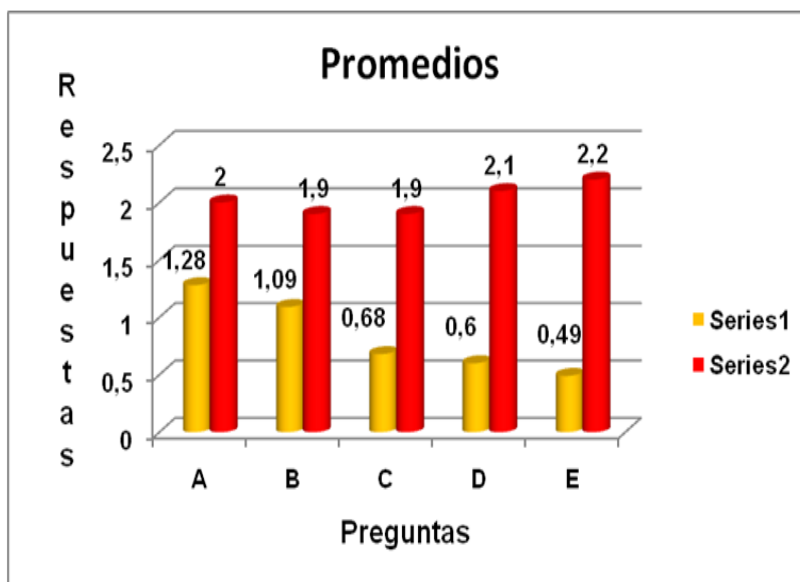
más coherente con los conceptos aceptados científicamente. Los resultados obtenidos por un estudiante a modo de ejemplo se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Respuestas de un estudiante al subgrupo (PMFF) **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).

Proceso de manufactura		Respuesta en el momento inicial.	Respuesta del estudiante en el momento final
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de la partícula.	<i>Porque a partir de este análisis aseguro que un sólido pulverulento se convierta en una forma farmacéutica homogénea y que este sea de fácil tamizado.</i>	<i>Si, por que este análisis me permite conocer el tamaño promedio de las partículas del granulado y así tener elementos para garantizar la homogeneidad del producto.</i>
B	Da cuenta de concepto, tales como: presión absorción.	<i>En este ítem no contestó, solo dijo que no, sin ninguna explicación.</i>	<i>Es una prueba que me permite calcular el tamaño de la partícula, con la claridad que después del rango los resultados tienen grandes variaciones.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad.	<i>Sobre todo por la densidad del solido ya que si hablamos de la propiedad de flujo como lo es la viscosidad, ésta depende indirectamente del peso que ocupa un sólido en cierto volumen.</i>	<i>El cambio de tamaño de las partículas, la densidad y la humedad entre otras afectan el flujo, debido a las fuerzas de adhesión y cohesión resultantes que se oponen a la gravedad.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, forma de las partículas.	<i>En este ítem no contesto solo dijo que no, sin ninguna explicación.</i>	<i>El ángulo de reposo nos proporciona elementos para conocer el flujo del granulado y se define como el ángulo formado por la horizontal y la generatriz del cono formado.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableteado	<i>Ya que éste nos explica las características que tiene el granulado al aplicársele presión.</i>	<i>Es la capacidad del granulado de empaquetarse en un volumen específico obtenido a partir del índice de Carr.</i>

Posteriormente, se analizaron los ítems del subgrupo (PMFF) para cada alumno, de la misma forma en que se efectuó el caso presentado en el cuadro 9, para luego asignarles a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con el propósito de efectuar un gráfico, que nos permitiera visualizar mejor los resultados obtenidos con la implementación del proceso de enseñanza aprendizaje, con respecto al aprendizaje de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad involucrados en la producción de formas farmacéuticas.

En el gráfico 12, mostramos los promedios obtenidos por los estudiantes en cada ítem del instrumento aplicado en los dos momentos descritos como *pretest* y *postest* correspondientes al subgrupo *procesos de manufactura*.



Gráfica 12. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y posttest).

A partir del gráfico 12, podemos confirmar y corroborar las apreciaciones que teníamos a través de las observaciones y anotaciones realizadas en las distintas actividades que los estudiantes ejecutaron en los procesos farmacotécnicos requeridos al elaborar los productos asignados en el curso Farmacotecnia I, con respecto al uso y aplicación de los conceptos de dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke, se visualizó en un momento inicial que los estudiantes tenían una serie de dificultades para su utilización en los problemas planteados, situación que lograron superar con la implementación de la propuesta didáctica, encontrándose al final de la intervención, que los estudiantes desarrollaban de forma más apropiada y acorde con las concepciones científicamente aceptadas los distintos problemas.

El tercer subgrupo, da cuenta de los conceptos físicos involucrados en tecnología farmacéutica (CRTF) requeridos para la preparación de comprimidos, su granulometría y los problemas referentes al peso y su dureza. De ahí, la necesidad de que el estudiante tenga claro los conceptos involucrados en las leyes de Newton, para que, los pueda aplicar a los fenómenos dinámicos que ocurren en los procesos de deformación, en donde confluyen, además de las fuerzas exteriores que actúan sobre cada partícula de un cuerpo deformado (que puede ser de tipo gravitatorio, eléctrico, etc.), otras internas de tipo molecular, que no son observables directamente. Estos movimientos que tienen lugar por acción de estas fuerzas, se describen haciendo algunas hipótesis acerca de su

naturaleza. Es pertinente anotar en ese aspecto, que los sólidos presentan una rigidez que no tienen los fluidos, debido al comportamiento de las fuerzas internas que se desarrollan al someterlos a una tensión exterior, resultando en el proceso desplazamientos relativamente pequeños entre las partículas que integran dichas sustancias. Situaciones que se vieron reflejadas en la información y las observaciones adquiridas del análisis de este subgrupo.

En este aspecto, los estudiantes presentaron problemas para comprender y relacionar el flujo de los sólidos, debido que; en las asignaturas anteriores -Física y Fisicoquímica-, el concepto de flujo sólo fue aplicado a los productos líquidos, situación que fue superada, con las actividades implementadas en la metodología de enseñanza-aprendizaje durante el desarrollo de la asignatura Farmacotecnia I, logrando al final, una comprensión del concepto de flujo en los casos, en que se encuentran involucrados los sólidos granulados. En la tabla 12, presentamos las respuestas de los estudiantes con relación a los distintos conceptos de la Física utilizados para describir las fuerzas implicadas en el flujo del granulado en los procesos requeridos para elaborar las formas farmacéuticas y el comportamiento de las partículas frente a la forma final de las tabletas (friabilidad).

Tabla 12. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (PMFF) del **Test-conceptual-reología**, referente a los conceptos de dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke.

Tecnología farmacéutica.	Número de estudiantes	Conceptos Físicos involucrados en los distintos procesos
A	37	<i>Fuerzas de gravedad.</i>
B	18	<i>Fuerzas de fricción, fuerzas de cohesión.</i>
C	16	<i>Fuerzas de adhesión.</i>
D	27	<i>Fuerza aplicada a una partícula y su empaquetamiento.</i>
E	32	<i>Partículas elásticas y plásticas.</i>

Así mismo, durante las distintas actividades realizadas en el aula y analizadas a la luz de los ítems de este subgrupo, se encontró que las expresiones utilizadas por los estudiantes fueron más acordes con el lenguaje tecnológico propio de las formas farmacéuticas y su relación con los conceptos físicos: área superficial, adsorción, disolución, etc., involucrados en la elaboración de medicamentos eran más apropiadas científicamente.

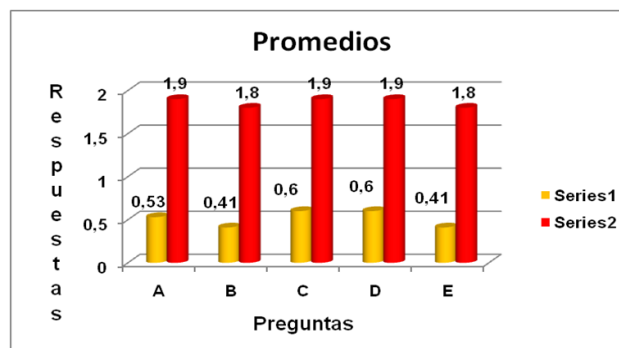
En el cuadro 10, a modo de ejemplo, se presentan los resultados obtenidos de un estudiante, el cual, nos proporcionó una serie de información sobre los conceptos; tamaño, distribución, forma de las partículas y la fuerza aplicada al proceso de tableteo para lograr al final un comprimido que tenga las características de dureza exigida, en la elaboración de medicamentos sólidos, y cómo han evolucionado sus explicaciones de una forma más coherente con los conceptos aceptados científicamente.

Cuadro 10. Respuestas de un estudiante al subgrupo de ítems (CRTF) del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).

Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica.		Respuesta en el momento inicial.	Respuesta del estudiante en el momento final
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>Es una medida que se hace desde un punto en el centro de un círculo hasta un punto en la circunferencia y que se traduce en una línea que parte por la mitad un círculo.</i>	<i>Cuando relacionamos el tamaño de la partícula por aproximación a una esfera, generamos conceptos referentes al diámetro para el cálculo del tamaño de la partícula.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>Es la capacidad que tienen ciertas partículas de caer al fondo de un recipiente cuando no son solubles en un determinado solvente.</i>	<i>Es un método indirecto para calcular el tamaño de las partículas dispersas en un medio insoluble.</i>
C	Explicación de la fuerza existente entre partículas.	<i>Es la unión covalente o no covalente que se da entre partículas de diferentes sustancias.</i>	<i>Son las fuerzas con las que se atraen moléculas de una misma especie para mantenerse como grupo.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado	<i>Gran tamaño de la partícula.</i>	<i>Las fuerzas que favorecen el flujo de un sólido en el proceso de tableteo es la gravedad contrarrestada por la fuerza de fricción, adhesión.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado frente a la deformación.	<i>En esta figura se observa que la compresión puede depender del tipo de sustancia a la que se le haga el proceso y también del grado de presión que a este se le aplica, por esto los conceptos que están implicados son la compresibilidad y sus propiedades reológicas.</i>	<i>El comportamiento elástico y plástico de las partículas al ser sometidos a una fuerza de compresión en el proceso de tableteo.</i>

Subsiguientemente, se procedió a analizar cada ítem del subgrupo (CRTF) para todos los alumnos, de la misma forma en que se efectuó el caso presentado en el cuadro 10. Y por último se les asignó a los ítems, un puntaje de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con la intención de efectuar un gráfico, que permitiera visualizar mejor los resultados obtenidos con la implementación del proceso de enseñanza aprendizaje, con respecto al conocimiento de los conceptos de la dinámica

newtoniana y la elasticidad involucrados en la producción de formas farmacéuticas. En el gráfico 13, presentamos los promedios obtenidos por los estudiantes en cada ítem del instrumento aplicado en los dos momentos descritos como *pretest* y *postest* correspondientes al subgrupo *tecnología farmacéutica*.



Gráfica 13. Respuestas de los estudiantes al subgrupo de ítems (CRTF) del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la intervención (pretest y postest).

En el gráfico 13, visualizamos mejor la evolución, que presentaron los estudiantes a través del proceso de enseñanza aprendizaje activo implementado, con respecto a la utilización y aplicación de los conceptos físicos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, en la producción de tabletas y sus controles, con relación a los conceptos de dureza y friabilidad. También, se observó que un pequeño grupo de estudiantes (cinco), presentaron una serie de problemas para utilizar el concepto de friabilidad (resistencia de las tabletas al roce entre ellas), y relacionarlo con el concepto de dureza de las tabletas (fuerza aplicada al granulado en el proceso de compresión), permaneciendo hasta el final del proceso con las mismas dificultades e inquietudes.

6.2.1.5.2 Discusión y análisis de los datos obtenidos en términos a la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades, propiciado por la metodología de enseñanza-aprendizaje.

La información recolectada a partir de las observaciones realizadas durante el desarrollo de los talleres, foros y trabajos con acompañamiento implementados en la metodología de enseñanza aprendizaje, nos permitió efectuar las siguientes reflexiones, en pos de examinar la predisposición y la participación que la metodología de enseñanza implementada, generó en los estudiantes de Farmacotecnia I.

- Con respecto a la participación en los foros de discusión y a la calidad de las intervenciones. De acuerdo a la información obtenida en las plenarias de los foros, y presentadas en la tabla 13, podemos efectuar las siguientes reflexiones.

Tabla 13. Participación, calidad y número de intervenciones de los estudiantes en los foros programados.

Participación	Criterios de calidad de las intervenciones	Número de intervenciones
5	Muestran que conocen el tema, aportan ideas y justifican.	3 o más
15	Muestran que conocen el tema, aportan ideas sin justificación.	2
18	Muestran algo sobre el tema, pero no aportan nuevas ideas.	1
2	Realizan la intervención pero no conocen el tema ni aportan ideas.	0

En primer lugar, encontramos que sólo un pequeño grupo de cinco estudiantes, efectuaron participaciones en un número superior al mínimo establecido en los criterios, argumentando y justificando los conceptos involucrados en la discusión, de manera coherente y científicamente correcto, utilizando apropiadamente los conceptos de fuerza, deformación y flujo, situación que nos dejó bastante preocupado. Así mismo, se encontró que la mayoría de los estudiantes (18), realizaron una sola intervención y sus explicaciones muestran poco dominio de los conceptos tecnológicos, percibiéndose que las consultas realizadas por los subgrupos, fueron muy superficiales sin aportar ideas que permitieran resolver los problemas planteados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

En segundo lugar, se observó durante las actividades grupales previas a los foros, que, a los estudiantes, les resultaba incomodo compartir sus ideas y debatirlas, para llegar a un consenso, que luego, serían puestas en común en las presentaciones en los foros, por temor a ser cuestionados por los compañeros.

- Otro elemento, analizado para valorar la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades propuestas en la metodología implementada, fue la revisión bibliográfica realizada en el informe entregado al finalizar el trabajo de acompañamiento asignado, con la finalidad de conocer; ¿Cómo fue la motivación

que el tema asignado le produjo?, ¿Cuál fue el interés despertado? ¿Qué información revisó?

El primer interrogante ¿Cómo fue la motivación que el tema asignado le produjo? Los estudiantes respondieron que los temas fueron muy interesantes pero el tiempo para realizarlos no le había sido suficiente. También, utilizaron como justificación de la poca motivación, las dificultades que tienen para trabajar en grupo, además, no se podían poner de acuerdo para encontrar horarios que se ajustase a todos los miembros del grupo para trabajar más tiempo. En este aspecto, es fundamental, el clima motivacional que los profesores crean en el aula, el cual, se traduce en la representación que los alumnos se hacen respecto a qué es lo que cuenta en las clases, qué es lo que quiere de ellos el profesor y qué consecuencias puede tener en ese contexto que les permita actuar de un modo u otro.

Estos resultados nos llevaron a revisar una serie de actividades implementadas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Farmacotecnia I, tales como, el entorno de la clase, su organización; el apoyo o asesoría efectuado por parte del profesor; así mismo, se examinó si los trabajos asignados fueron desafiantes para el nivel de los estudiantes y qué importancia tenían estos para los alumnos.

El segundo interrogante ¿Cuál fue el interés despertado? Los 40 estudiantes estuvieron de acuerdo en que los trabajos asignados eran interesantes, por su relación directa con el quehacer del Químico farmacéutico, en lo que respecta al área industrial farmacéutica. Pero al observar el trabajo realizado en el aula, encontramos que no ejecutaron sus mejores esfuerzos en lograr que estos trabajos fuesen coherentes con los conceptos tecnológicos científicamente aceptados.

El tercer interrogante ¿Qué información revisó? Para responder al interrogante, se analizaron las referencias bibliográficas reportadas en los informes entregados al finalizar el trabajo con acompañamiento, elaborando con los resultados la tabla 14, en la cual, se presenta el número de referencias bibliográficas y las veces que los referenció en el texto del informe entregado.

Tabla 14. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad de acompañamiento.

Número de referencias bibliográficas en el informe.	Análisis y utilización de los conceptos en el texto del documento entregado.	Número de informes
2	No citaron las referencias en el texto del informe.	5
1	Sólo un informe reporto en el texto la referencia.	2
3	Citó dos referencias que no registró en la bibliografía del documento.	1
0	No presentó referencia bibliográfica en el informe.	3

Este trabajo con acompañamiento, como herramienta activa en la metodología de enseñanza-aprendizaje, representa una técnica pedagógica con potente impacto en la transformación de los procedimientos tradicionales de las actividades en el aula, debido a que logra identificar en el proceso grupal, cómo llegan los estudiantes a acuerdos dejando a un lado los intereses individuales en beneficio del conjunto y del trabajo asignado. En ese aspecto es pertinente mencionar la siguiente cita: *“La actividad de pensar da autonomía, capacidad crítica, reflexiva, tolerancia y libertad, en consecuencia, capacidad de elección, de toma de decisiones. Con la Psicología cognitiva, el pensamiento, su proceso y formas de pensar han adquirido una resonancia predominante. Uno de los objetivos educativos del trabajo en el aula, se sintetiza en la expresión enseñar a pensar y aprender a pensar”*. (Ontoria et al., 1996, p. 13).

Esto implica, que los estudiantes lleguen a una serie de acuerdos y negociaciones en aras de reunir los distintos datos e información requerido por el grupo, y que posibiliten el análisis, la síntesis, la comparación y la agrupación de conceptos que faciliten el desarrollo del trabajo que se les han asignado, claro está, que todo esto requiere esfuerzo y dedicación que solo se consigue, si hay interés de los participantes. En ese aspecto, podemos decir que no hubo una buena motivación y por ende no se cautivó el interés por realizar la acción, la cual, desestimuló el deseo de ejecutar cualquier actividad, conduciéndolos a no realizar mucho esfuerzo por hacer las actividades solicitadas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En este aspecto, se observó que los estudiantes, no efectuaron una buena revisión bibliográfica, solo se limitaron a tomar una o dos referencias, como se presenta en la tabla 14. Desarrollando el contenido del trabajo, sin identificar el estado actual del tema, sus avances y dificultades, lo que nos permite inferir, que el tema posiblemente no les impactó o no les fue del todo interesante o simplemente no le dedicaron el tiempo necesario para lograr una mayor erudición o no les motivó.

6.2.1.6 Consideraciones conclusivas de este primer estudio.

Los resultados de este estudio, muestran que la mayoría de los estudiantes cuyos conocimientos previos eran pertinentes y apropiados en cuanto a los conceptos básicos de la física newtoniana y la elasticidad de Hooke, fueron capaces de entender y realizar las actividades planteadas en la asignatura Farmacotecnia I, situación que coincide con las investigaciones realizadas por Ausubel et al., (1983); Novak, 1982; Driver, 1988, en las cuales, destacan el papel de los conocimientos previos de los alumnos en el aprendizaje.

Otro aspecto importante encontrado en este estudio, fue la capacidad de los estudiantes para relacionar los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido con los procesos de granulación y compresión de formas farmacéuticas logradas por la mayoría de los estudiantes, observados al explicitar e intervenir en las diferentes actividades desarrolladas en el aula durante la implementación de propuesta didáctica. Destacándose así, el papel de la enseñanza con ayuda, realizada en los trabajos con acompañamiento, en busca de que el alumno con los instrumentos y recursos de apoyo pueda ir más allá de lo que sería capaz individualmente (Vygotsky, 1979). Coincidiendo los resultados con los logrados por Díaz Barriga (2003), sobre el papel que desempeñan los conocimientos previos y la importancia de la mediación para la construcción conjunta de significados en el avance y dominio de la red conceptual de reología por parte de los estudiantes.

De hecho, para comprender algo nuevo, una persona necesita activar una idea o conocimiento previo, con el que le pueda dar sentido a esta nueva información. No podemos aprender de la nada. Y como docentes, tenemos que aprovecharlo para que nuestros estudiantes comprendan los temas que les presentamos, de manera que su

aprendizaje sea verdaderamente significativo. Esta capacidad de relación, es un proceso cognitivo básico en el que se organiza la información seleccionada, relacionando unos elementos con otros para dar coherencia y significación; la integración de la información organizada con el conocimiento previo, depositado en la memoria, creando nuevas estructuras de conocimiento. Ausubel hablaba de un aprendizaje significativo basado precisamente en *-la relación que se puede establecer entre el nuevo material y las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto-* (citado en López; 2009: p. 3). Desde esta perspectiva, las propuestas de enseñanza desarrolladas en el aula, presuponen una concepción de alumno activo, pensante, y cognitivamente capaz de comprender lo que está aprendiendo.

Así mismo, en este estudio, se pretendió indagar y comprobar la contribución de los foros y los trabajos con acompañamiento en la predisposición de los estudiantes a participar activamente en la realización de estas actividades, situación que no se evidenció a lo largo de la intervención en el aula, pues los resultados obtenidos nos mostraron que los alumnos se limitaban a realizar lo mínimo requerido para afrontarlas. Tal vez, se debió a las dificultades que presentan los alumnos universitarios para realizar trabajos en equipos, que en su mayoría no comprenden la mecánica del trabajar como grupo en los términos planteados por Litwin (2008), *-el trabajo en equipo permite que los estudiantes, se organicen, distribuyan tareas, formulen y confronten hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y cada uno de ellos se transforme en un recurso para los demás-* y que no fueron aclaradas o enfatizadas por parte del docente investigador a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje. En ese aspecto García (2008), en su estudio sobre las dificultades que encuentran los docentes cuando, en su tarea cotidiana de enseñar, se enfrentan con alumnos que no muestran la predisposición necesaria para afrontar el proceso de aprendizaje, no comprenden lo que el profesor les encomienda, o no disponen de las habilidades necesarias para realizar un aprendizaje autónomo, nos presenta una serie de estudios que abordan la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje desde las estrategias que activan, dirigen y mantienen la motivación para el rendimiento académico. Otros estudios relacionados con la motivación y actitudes de los alumnos hacia la ciencia en términos negativos realizados por (Gil, 1994; Yager y Penick, 1986; Vargas-Gómez y Yager, 1987) constituyen una barrera para el aprendizaje. En ese sentido, Ausubel (1978), plantea que la motivación en el marco educativo, está relacionado por lo menos con los siguientes componentes: El impulso

cognitivo, derivado del hecho de que el estudiante encuentre interesante una tarea o a la necesidad individual de alcanzar una determinada competencia.

Concretándose, en otros términos, que la motivación es tanto causa como efecto del aprendizaje. Por ello, el docente debe fijar metas que sean comprendidas por los alumnos, que sean realistas, susceptibles de ser alcanzadas por ellos por tener un grado de dificultad que se ajusta a su nivel. Propiciando con su rol de docente mediador, ayudarlos a que logren dichas metas y evaluar sus progresos. Tratando desde ya, presentar los contenidos de la manera más atractiva posible, recurriendo a los materiales didácticos más efectivos, pero siempre sin olvidar que el verdadero protagonista del proceso de aprendizaje no es otro que el alumno.

La problemática señalada, nos planteó la necesidad de realizar otro estudio en la misma perspectiva que el primero, en la búsqueda de obtener respuesta sobre la predisposición y participación de los alumnos a realizar las actividades asignadas en la metodología implementada en la asignatura Farmacotecnia I.

De ahí, que se optó por efectuar un segundo estudio, que nos permitiera responder al objetivo específico: Determinar y evidenciar la influencia de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa en la predisposición de los estudiantes a participar en las actividades propuestas.

Estudio II.

6.2.2 Estudio 2. Cohorte 2009-II. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín Colombia.

El estudio se centró en conocer y evidenciar la influencia de la metodología de enseñanza aprendizaje activa, en la predisposición de los estudiantes a participar en las actividades implementadas. Como también, el aprendizaje de la red de conceptos de Reología y sus aplicaciones en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

6.2.2.1 Objetivos específicos del segundo estudio.

- Determinar y evidenciar la influencia de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa en la predisposición de los estudiantes a participar en las actividades propuestas.
- Valorar la contribución de las actividades con acompañamiento y la resolución de problemas mediante la metodología enseñanza-aprendizaje activa implementada en la asignatura Farmacotecnia I al aprendizaje de la red conceptual reología en la elaboración de medicamentos sólidos.

6.2.2.2 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.

Teniendo en cuenta que el interés de este estudio, es conocer y evidenciar la influencia de la metodología de enseñanza-aprendizaje en la predisposición de los estudiantes a participar en las actividades programadas en el aula, optamos por realizar un estudio de caso grupal (Stake, 1998). El caso o unidad de análisis estuvo conformado por un grupo de 40 estudiantes del curso de Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, el cual, fue realizado durante el segundo semestre académico de 2009 y para ese entonces, los estudiantes participantes en él, habían cursado la asignatura Física I, único curso en el currículo del programa.

6.2.2.3 Momentos del estudio.

Este proceso de investigación se llevó a cabo por medio de la intervención directa en el aula de clase, buscando favorecer la interacción profesor-alumno-metodología de enseñanza en el proceso de aprendizaje del concepto de reología, el cual, estuvo conformado por tres momentos. Los diferentes momentos con sus respectivas

actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración, se muestran en el Cuadro 7 (p. 213).

6.2.2.3.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología. (Anexo 6): En coherencia con los referentes teóricos abordados, en este segundo estudio, se pretendió identificar los conceptos previos acerca de la dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke pertinentes y disponibles en la estructura de conocimiento de los estudiantes y las relaciones que pudieren establecer entre ellos. Para percibir estos conceptos, se aplicó el test-conceptual-reología en la primera sesión de la intervención realizada al grupo de 40 alumnos como *pretest*, con una duración de dos horas. El instrumento fue el mismo utilizado en el estudio 1 y en la (p. 177), se describió su estructura.

6.2.2.3.2 Propuesta didáctica. La metodología de enseñanza-aprendizaje activa, contempla varias actividades; resolución de problemas, acompañamiento y talleres, que, de acuerdo con la fundamentación teórica adoptada, constituyen el material potencialmente significativo. Las actividades desarrolladas en la propuesta, se elaboraron a partir de la idea de Vygotsky (1931), sobre el concepto de zona de desarrollo próximo, concebido como la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del estudiante (aquello que es capaz de hacer por sí solo) y el nivel de desarrollo potencial (aquello que sería capaz de hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz). Este concepto sirve para delimitar el margen de incidencia de la acción educativa. El concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es central en el marco de los aportes de esta teoría al análisis de las prácticas educativas y al diseño de estrategias de enseñanza. Se pueden considerar dos niveles en la capacidad de un alumno. Por un lado, el límite de lo que él sólo puede hacer, denominado nivel de desarrollo real y por otro, el límite de lo que puede hacer con ayuda, el nivel de desarrollo potencial. Este tipo de actividades son implementadas partiendo de la idea de que el acompañamiento, la resolución de problemas y los talleres pueden ser estrategias útiles para lograr una motivación del estudiante hacia el aprendizaje, condición necesaria para que se dé un aprendizaje significativo desde la perspectiva ausubeliana. De ahí, y siguiendo los principios programáticos del aprendizaje significativo y la idea de Vygotsky sobre la zona de desarrollo próximo se implementaron, como elementos básicos de la propuesta didáctica, actividades de acompañamiento, talleres y resolución de problemas. Los cuales, durante su realización, hubo permanente acompañamiento del profesor

investigador a los estudiantes con la finalidad de ayudarlos a resolver sus inquietudes relacionadas, tanto con la claridad de los conceptos involucrados en la red conceptual reología, como los aspectos físicos y matemáticos de los problemas seleccionados. Además, se les entregó un listado de textos y documentos de apoyo como complemento de las notas de clases, para el desarrollo y resolución de las actividades.

6.2.2.3.3 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6). Finalizando el proceso de intervención con el material potencialmente significativo, se empleó nuevamente el Test-conceptual-reología en este caso como postest, como un instrumento que aporta información sobre la comprensión y aplicación lograda por los estudiantes acerca de los conceptos de dinámica Newtoniana y la elasticidad Hookeriana, abordados en las actividades de acompañamiento y resolución de problemas. Sin embargo, es importante indicar que dicha comprensión y aplicación fue fundamentalmente valorada a partir de las diferentes actividades implementadas a lo largo del estudio. Los resultados tanto del pretest como el postest se presentan en el Anexo 12.

6.2.2.4 Entrevista semi-estructurada (Anexo 7). Estas entrevistas, nos permitieron conocer y adquirir una percepción acerca del significado atribuido por los estudiantes a las actividades de la red conceptual reología, a partir de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, desarrollados durante la intervención en los procesos de elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

La entrevista se efectuó a los 40 estudiantes que aceptaron ser parte del proceso investigativo, la cual, se realizó de manera individual al concluir el proceso de intervención con la metodología de enseñanza aprendizaje activo, utilizando para ello, el temario de preguntas consignadas en el anexo 7. Las entrevistas no fueron grabadas, el investigador tomó notas de ellas en el momento de su ejecución, registrando los distintos comentarios y explicaciones que los alumnos expresaron.

6.2.2.5 Análisis y discusión de resultados. Se presenta en esta sección, un análisis cuali-cuantitativo de la información obtenida a partir de los diferentes instrumentos utilizados para la recolección de los datos. El análisis de la información derivada del *pretest* y *postest*, observaciones, talleres, resolución de problemas, las intervenciones en los foros y los trabajos con acompañamiento efectuados por los estudiantes, realizados

mediante la agrupación de datos y su posterior análisis descriptivo e interpretativo. A continuación, se presentan los resultados y significados más relevantes, obtenidos en el estudio.

6.2.2.5.1 Discusión y análisis de los datos obtenidos relacionados con la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades en la metodología de enseñanza-aprendizaje.

La información recopilada a partir de las observaciones efectuadas durante el desarrollo de los talleres, foros y trabajos con acompañamiento, realizados en el aula de clase, durante la intervención nos permitió realizar el siguiente análisis.

- Participación en **los foros de discusión**. De los resultados obtenidos a partir de las intervenciones realizadas por los estudiantes, se registró una gran participación por parte de los alumnos con explicaciones, aclaraciones y justificaciones centradas en un buen dominio de los conceptos científicamente apropiados involucrados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, así mismo, se encontró que un estudiante en las intervenciones en el foro, presentó explicaciones y justificaciones que dejaban entrever que no había revisado el tema o que lo desconocía. También, se observó en las actividades grupales, que los estudiantes, discutían y compartían en forma amena los distintos temas, para llegar a un consenso y enriquecer el argumento que planteaban posteriormente en los foros de discusión. En la tabla 15, se presentan el número de intervenciones y la calidad de éstas.

Tabla 15. Participación, calidad y número de intervenciones de los estudiantes en los foros programados.

Número de participaciones en la actividad	Calidad de la intervención	Número mínimo de intervención
20	Muestran que conoce el tema, aporta ideas y justifica.	3 o más de 3
5	Muestran que conoce el tema, aporta ideas sin justificación.	2
4	Muestran algo sobre el tema pero no aportan nuevas ideas.	1
1	Realiza la intervención pero no conoce el tema ni aporta ideas.	0

Como se visualiza en la tabla 15, en este estudio, los estudiantes se apropiaron del foro, participando y realizando explicitaciones y justificaciones acorde con los conceptos científicamente correctos, en la resolución de los problemas planteados en la elaboración de formas farmacéuticas. Reflejando que la metodología activa y participativa implementada, ha motivado y ha hecho corresponsable a los estudiantes de la realización de los procesos asignados en el aula. En este caso y parafraseando a Estefanía (2011, p. 140), *la participación conlleva autoestima, asunción de las responsabilidades, cooperación, favorece la iniciativa personal y el trabajo en equipo*. Lo que en definitiva se traduce en una actitud positiva, que favorece la formación o aprendizaje del estudiante.

- Otro elemento, utilizado para valorar la participación y la predisposición de los estudiantes a realizar las actividades propuestas en la metodología implementada, fue la revisión bibliográfica que efectuaron en el informe entregado al finalizar el trabajo con acompañamiento asignado, con la finalidad de conocer; ¿Cómo fue la motivación que el tema asignado le produjo?, ¿Cuál fue el interés despertando? ¿Qué cantidad de documentos o revistas consultaron?

El primer interrogante planteado en esta sección ¿Cómo fue la motivación que el tema asignado le produjo?, nueve grupos, respondieron que fue de su interés trabajar en formulaciones de productos, porque podían ver directamente la relación de la asignatura y los problemas que tienen los medicamentos. Dos grupos, opinaron a este interrogante,

que todos los temas les atraen y trabajarían con igual entusiasmo en el contenido de los distintos tópicos.

El segundo interrogante ¿Cuál fue el interés despertando?, los 11 grupos respondieron que estaban dispuestos a emplear más tiempo del asignado porque sus temas les interesaban y les entusiasman el trabajar en problemas prácticos.

Con la revisión de los informes del trabajo con acompañamientos entregados, se estudió el tercer interrogante: ¿Qué cantidad de documentos o revistas se consultaron? En este aspecto, se observó que los estudiantes, realizaron una buena revisión bibliográfica, registrando en la mayoría de ellos (8 informes), presentando en el texto de estos documentos, comparaciones entre los distintos autores y efectuando una especie de crítica en algunos casos, o reforzando los conceptos desarrollados en la clase. En el anexo 17, se presentan algunos informes de los trabajos entregados por los alumnos, los cuales, en las presentaciones realizadas por los estudiantes en clase, proporcionaron buenas discusiones e interesantes aportaciones con respecto a las distintas formulaciones. En la tabla 16, se presentan el número de referencias bibliográficas utilizadas y también la cantidad de informes recibidos en la actividad con acompañamiento.

Tabla 16. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad de acompañamiento.

Número de referencias bibliográficas utilizadas en el informe.	Análisis y utilización de los conceptos en el texto del documento entregado.	Número de informes entregados
8	No citaron las referencias en el texto del informe.	9
1	Sólo un informe reportó en el texto la referencia.	1
1	Citó dos referencias que no registro en la bibliografía del documento.	1
0	No presento referencia bibliográfica en el informe.	1

Como se evidenció en el estudio, el trabajo con acompañamiento realizado, como herramienta activa en la metodología de enseñanza-aprendizaje, constituyó una técnica pedagógica que generó un potente impacto en la transformación de los procedimientos pasivos que tradicionalmente se dan en otras actividades en el aula, impulsando el

trabajo grupal, como herramienta para activar los procesos de aprendizaje e intereses particulares de estos estudiantes, ofreciendo con esta estrategia, la promoción y la colaboración en el trabajo académico; mostrándoles los múltiples enfoques que se pueden tener frente a un determinado problema y estimulando la toma de posiciones y sus compromisos en el proceso de enseñanza aprendizaje.

También, se observó durante la implementación de la propuesta didáctica, que los estudiantes disfrutaban de las actividades, se sentían comprometidos, preguntando que más podían hacer, para desarrollar de mejor manera los problemas asignados, así mismo, el ambiente vivido en el aula de clase fue placentero, en el cual, reinó el respeto y la armonía, en donde el estudiante fue el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, reconociéndole el esfuerzo que hacían, evitando la censura, cuando no se lograban los resultados esperados y animándolos a seguir intentando para mejorar la actividad, pues, en ese aspecto, tanto teóricos del aprendizaje como profesores (Santrock, 2003; Huertas, 1997; Pozo, 1999; Míguez, 2001), están de acuerdo en que los estudiantes motivados aprenden con mayor rapidez, y más eficazmente, que los estudiantes que no están motivados. Así mismo, siguiendo nuestro marco teórico, con esta herramienta y de acuerdo a Vygotsky, los alumnos con la ayuda del profesor mediador, construyen sus propias comprensiones y competencias llevando a cabo proyectos y tareas que despierten su interés.

6.2.2.5.2 Discusión y análisis de los datos obtenidos en el instrumento Test-conceptual-reología.

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos en el estudio, relacionados con la contribución de la propuesta didáctica implementada, al aprendizaje y utilización de los conceptos de física involucrados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, a partir del análisis de la información obtenida de los problemas, talleres y aplicación del **Test-conceptual-reología**. El instrumento, se aplicó en un primer momento como pretest, y al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje como postest, obteniéndose los siguientes resultados:

- El subgrupo (PB), dan cuenta de las propiedades básicas o aquellos principios físicos y fisicoquímicos que se requiere para desarrollar el proceso farmacéutico concerniente a la elaboración de medicamentos sólidos. En este caso, y a modo de

ejemplo, se presenta en el cuadro 11, las respuestas obtenidas por un estudiante en los dos momentos en los que se aplicó el instrumento.

Cuadro 11. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo PB.

Propiedades Básicas		Respuestas al <i>pretest</i> del estudiante.	Respuestas al <i>postest</i> del estudiante.
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos	<i>Es más fácil el manejo de ellos en la mayoría de los caso, permite darle la forma que quiera al producto final.</i>	<i>La forma sólida de las materias primas favorece la estabilidad y la conservación de las propiedades por más tiempo.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas	<i>No tengo claro el concepto de reología.</i>	<i>Es el proceso por la cual se estudia el comportamiento de las mezclas solidas en cuanto a su flujo.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas	<i>No sé a qué se refiere cuando se habla de operaciones básicas que son condicionadas por sus propiedades reológicas.</i>	<i>El tamizado proporciona un tamaño de partícula uniforme para que la mezcla se realice en forma adecuada y eficiente.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>Propiedades físicas como el peso, el volumen, la humedad.</i>	<i>Cuando procede al proceso de compresión para la obtención de comprimidos la fuerza de gravedad tiene mucho que ver en el flujo del granulado.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>Si, un buen mezclado de todos los ingredientes (principios activos, excipientes), mas fácil su manipulación.</i>	<i>Un buen flujo del granulado en las matrices de la tableteadora, garantiza un peso promedio estable del comprimido.</i>

Como se presenta en el cuadro 11, al comparar las respuestas obtenidas en el momento inicial (*pretest*) para los ítems A y C de este subgrupo por el estudiante tomado como ejemplo : *Es más fácil el manejo de ellos en la mayoría de los caso, permite darle la forma que quiera al producto final*, y *No se a que se refiere cuando se habla de operaciones básicas que son condicionadas por sus propiedades reológicas*; con la obtenida en el segundo momento (*postest*) para los mismos ítems A y C: *La forma solida de las materias primas favorecen la estabilidad y la conservación de las propiedades por más tiempo* y *El tamizado proporciona un tamaño de partícula uniforme para que la mezcla se realice en forma adecuada y eficiente*; vemos que al inicio de la asignatura, el alumno, no lograba asociar las propiedades intrínsecas de la materia como la dureza con el proceso de trituración o molienda, operación fundamental para la obtención de partículas con tamaño similares requeridos en el proceso de mezclado de las distintas formulaciones, además, relaciona el estado sólido de la materia con la forma final del producto farmacéutico de manera científicamente no correcta. En las explicaciones al finalizar la intervención, se observa que las relaciones

de los conceptos físicos involucrados son asociados de manera más acorde con los conceptos de la dinámica newtoniana, efectuando con mayor claridad la descripción física de la materia para explicar las propiedades reológicas de las sustancias y su relación con el tamizado que, en último término, tienen que ver con las dimensiones de las partículas que conforman el sólido pulverulento, además, las integra a dos procesos claves de la tecnología farmacéutica requeridos en la producción, como lo es la estabilidad a las condiciones ambientales y la manufactura del producto.

- El análisis del segundo subgrupo de ítems (PMFF) del instrumento, se efectuó de la misma forma que para el primer subgrupo, comparando los resultados del pretest y el postest y las anotaciones realizadas en el aula, resultante de las observaciones realizadas durante la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje en el aula.

Al igual que para los ítems de subgrupo (PB), a modo de ejemplo, se presenta en el cuadro 12, la información obtenida de un estudiante en los dos momentos para este subgrupo (PMFF) de ítems, con la finalidad de visualizar lo ocurrido durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

Cuadro 12. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo PMFF.

Procesos y modelos utilizados por los estudiantes		Respuestas al pretest del estudiante	Respuestas al postest del estudiante
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de la partícula.	<i>El análisis granulométrico determina las características o propiedades que debe tener un sólido, teniendo en cuenta la fluidez, grado de compresibilidad, cohesión, en las cuales, influye el tamaño y la forma de las partículas.</i>	<i>Si, porque este análisis me permite conocer el tamaño promedio de las partículas del granulado, lo que me dice de la regularidad que se va a tener en la alimentación de las matrices en el proceso de obtención de los comprimidos.</i>
B	Da cuenta de conceptos tales como: presión absorción.	<i>No sé en qué consiste el modelo BET, creo que es la adsorción de gas en el sólido.</i>	<i>Es una prueba que me permite calcular el tamaño de la partícula, a partir de la cantidad del gas adsorbido en la superficie del sólido.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad.	<i>Sobre todo por la densidad del sólido ya que si hablamos de la propiedad de flujo como lo es la viscosidad, esta depende indirectamente del peso que ocupa un sólido en cierto volumen.</i>	<i>La presencia de humedad residual en el granulado aumenta las fuerzas de adhesión entre las partículas, lo cual proporciona una mayor resistencia al flujo del sólido.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, forma de las partículas.	<i>El ángulo de reposo se calcula midiendo el ángulo de la pendiente que se produce cuando se derrama libremente un granulado desde un embudo, a menor ángulo mayor fluidez.</i>	<i>El ángulo de reposo nos da una medida del flujo del sólido pulverulento junto con otras pruebas como el índice de Carr.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableteado	<i>Sí, porque la compresibilidad está determinada por el grado de acomodación que tienen las partículas para unirse, en un área específica.</i>	<i>En este proceso se destaca la capacidad del granulado de deformarse al aplicarle una fuerza para obtener una tableta.</i>

Al estudiar las respuestas del estudiante presentado en el cuadro 12, y comparar los resultados obtenidos en el pretest y el postest para el ítem A: *El análisis granulométrico determina las características o propiedades que debe tener un sólido, teniendo en cuenta la fluidez, grado de compresibilidad, cohesión, en las cuales, influye el tamaño y la forma de las partículas*, con la lograda en el postest del mismo ítem A: *Si, porque este análisis me permite conocer el tamaño promedio de las partículas del granulado, lo que me dice de la regularidad que se va a tener en la alimentación de las matrices en el proceso obtención de los comprimidos*, vemos que el alumno mostró progresos significativos en sus construcciones, al lograr explicar en esta oportunidad, los conceptos científicamente correctos, destacándose aquellas que tienen que ver con las características físicas de la sustancia; en primer lugar, el fenómeno de adhesión de un “gas” en la superficie del sólido, y en una segunda instancia, nos plantea las razones del proceso, referentes a conocer el tamaño de la partícula, a través de un método indirecto,

identificando la finalidad de la etapa de tamizado y su resultado final -un granulado homogéneo- requerido en el proceso siguiente, en que se requiere obtener el peso de la forma farmacéutica.

- Para efectuar el análisis del tercer subgrupo de ítems (CRTF), se comparó los resultados del pretest con los obtenidos en el postest, y las anotaciones resultantes de las observaciones realizadas durante la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje en el aula. De la misma forma que los subgrupos anteriores se presentan a modo de ejemplo en el cuadro 13, las respuestas obtenidas por un estudiante a este subgrupo.

Cuadro 13. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología, en los dos momentos al subgrupo CRTF.

Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica		Respuestas al pretest del estudiante	Respuestas al postest del estudiante
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>Tamaño que ocupa una determinada partícula.</i>	<i>Es la aproximación de la forma de la partícula al de una esfera y así relacionar la medida del diámetro para calcular el tamaño de la partícula.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>La precipitación de algún componente de una mezcla que se puede dar por su mayor densidad.</i>	<i>La prueba de sedimentación es un método indirecto para calcular el tamaño de la partícula en dispersiones diluidas.</i>
C	Explicación de la fuerza existente entre partículas.	<i>Es la fuerza de unión entre las mismas partículas.</i>	<i>Las fuerzas de cohesión son aquellas que se ejercen entre moléculas de la misma especie las cuales mantienen las moléculas juntas.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado	<i>La diferencia de tamaño de partícula.</i>	<i>Las fuerzas que favorecen el flujo de un sólido en el proceso de tableado es la gravedad contrarrestada por la fuerza de fricción, adhesión.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado frente a la deformación.	<i>Es la compresibilidad, no es claro para mí.</i>	<i>El comportamiento de las partículas al ser sometidas a una fuerza de compresión en el proceso de tableado.</i>

Al efectuar el análisis comparativo de las respuestas obtenidas en los dos momentos, podemos visualizar si el proceso de enseñanza aprendizaje, favoreció o no, el aprendizaje de los conceptos de reología involucrados en la producción de formas

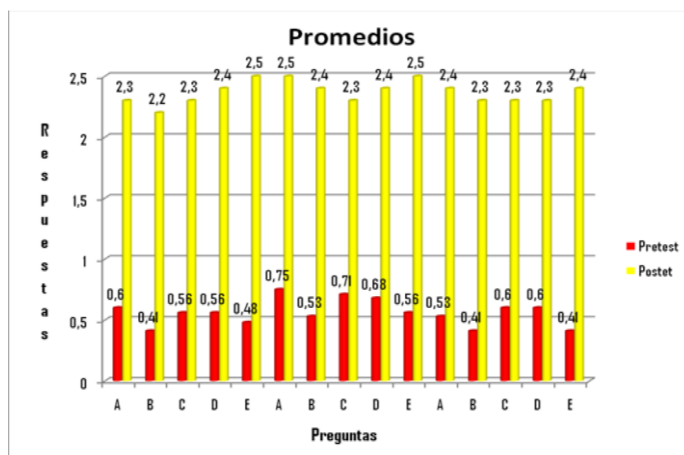
farmacéuticas sólidas. Al comparar la respuestas obtenida en el pretest de este estudiante, donde en el ítem B, nos responde *La precipitación de algún componente de una mezcla que se puede dar por su mayor densidad* y la proporcionada en el postest, al mismo ítem B, donde nos manifiesta que *La prueba de sedimentación es un método indirecto para calcular el tamaño de la partícula en dispersiones diluidas*, en el que podemos ver que ha logrado un progreso significativo en sus construcciones, al proporcionar en sus explicaciones el uso del concepto de sedimentación de una manera científicamente correcta, destacándose en su respuesta, el manejo adecuado de la Ley de Stokes, en el proceso de calcular el tamaño de las partículas pequeñas.

Estudiadas todas las respuestas obtenidas de los estudiantes y analizadas como los ejemplos presentados en los cuadros 11, 12 y 13, se procedió a asignales un puntaje de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), datos que nos permitió elaborar la tabla 17.

Tabla 17. Respuestas de los estudiantes al instrumento **Test-conceptual-reología**, en los distintos ítems de cada subgrupo y en los dos momentos: inicio y finalización de la intervención.

Test-conceptual-reología	Promedios obtenidos por los alumnos al inicio.		Promedios obtenidos por los alumnos al finalizar.		Observaciones
	A	B	A	B	
Ítems correspondientes al subgrupo PB.	A	0,60	A	2,3	De la información obtenida en el momento inicial, observamos que los estudiantes asocian los conceptos físicos que poseen, en la descripción de conceptos más concretos de la tecnología farmacéuticas, lo que, inicialmente, los llevan a confusiones conceptuales por ejemplo; una de sus respuestas <i>“Es más fácil el manejo de ellos en la mayoría de los caso, permite darle la forma que quiera al producto final”</i> , en este caso el estudiante no plantea ninguna operación, ni describe elementos de la Física que nos permita inferir qué conceptos esta relacionando en este caso. En los resultados obtenidos en la segunda aplicación del instrumento se observa la evolución adquirida durante la intervención, a través, de mejores relaciones y explicitaciones donde se nota el cambio en el uso del lenguaje propio de la tecnología farmacéutica I y su interrelación con los conocimientos de Física que el estudiante posee.
	B	0,41	B	2,2	
	C	0,56	C	2,3	
	D	0,56	D	2,4	
	E	0,48	E	2,5	
Ítems correspondientes al subgrupo PMFF.	A	0,75	A	2,5	
	B	0,53	B	2,4	
	C	0,71	C	2,3	
	D	0,68	D	2,4	
	E	0,56	E	2,5	
Ítems correspondientes a el sub grupo CRTF.	A	0,53	A	2,4	
	B	0,41	B	2,3	
	C	0,60	C	2,3	
	D	0,60	D	2,3	
	E	0,41	E	2,4	

A partir de los datos presentados en la tabla 17, se elaboró el gráfico 14, con la finalidad de visualizar mejor el proceso ocurrido en el aula a partir de la metodología de enseñanza aprendizaje implementado, en cuanto al aprendizaje de los conceptos de reología involucrados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.



Gráfica 14. Respuestas de los estudiantes al **Test-conceptual-reología**, a los distintos ítems de cada subgrupo, en los dos momentos: inicio y finalización de la intervención.

Al analizar los resultados presentados en el gráfico 14, y los obtenidos en las distintas actividades programados en la asignatura Farmacotecnia I, podemos visualizar el dominio y utilización de manera adecuada de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hook, en los procesos de mezclado, granulación y compresión, requeridos en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, pudiéndose inferir que en alguna medida es significativo.

6.2.2.6 Consideraciones conclusivas del segundo estudio.

El incremento de las participaciones en los foros con explicaciones y justificaciones científicamente correctas, así como, una mejor revisión y análisis de los conceptos consultados para desarrollar los trabajos con acompañamiento, evidenciaron una buena predisposición para realizar las actividades propuestas, efectuando más intervenciones, con un mayor entusiasmo y si había que dedicarle tiempo adicional para realizar las actividades, no formulaban impedimento alguno para hacerlo.

En este aspecto, se superó en una gran medida, lo que algunos dicen -el miedo al ridículo-, frente a los demás, que presentan la gran mayoría de los estudiantes, cuando realizan alguna intervención o pregunta o aclaraciones cuando no se sabe, con prejuicios obvios en el aprendizaje. Así mismo, una preocupación excesiva por la estima personal, puede llevar a un alumno a priorizar formas de estudio inadecuadas para el aprendizaje en profundidad. Pero la preocupación por la estima también puede generar efectos positivos, se ha observado por ejemplo que, ante el fracaso, los alumnos que habían desaprobado, tendían a aprobar en la segunda oportunidad cuanto mayor era su preocupación por -quedar bien-.

En este sentido, tomando los aportes de Pintrich y Schunk (2006), desde un enfoque cognitivo podemos pensar que esa preocupación como efecto positivo, sea un generador que lo motive y lo impulse hacia el logro de la meta -el aprendizaje-. Los estudiantes que están motivados muestran más interés en las actividades que les proponen, atienden con más atención a las instrucciones del docente, están más dispuestos a tomar apuntes, trabajan con mayor diligencia, con mayor seguridad en sí mismos y realizan mejor las tareas propuestas. Mientras que aquellos que no están motivados, prestan poca atención

al desarrollo de la clase y a la organización del material, así como piden poca ayuda cuando no entienden el tema que se les está enseñando (Pintrich y Schunk, 2006).

Además, Cartagena (2008), agrega que los estudiantes que están motivados tienen varias razones para estudiar, desarrollar actividades cognitivas y resolver problemas complejos, entre otros, porque disfrutan del trabajo con sus compañeros o porque no quieren fracasar, sino tener éxito.

Otro aspecto primordial encontrado en el estudio dos, fue la capacidad de relacionar los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido con los procesos de granulación y compresión de formas farmacéuticas logrado por la mayoría de los estudiantes, al explicitar e intervenir en las diferentes actividades desarrolladas en el aula, durante la implementación de propuesta didáctica.

Destacándose en el proceso de enseñanza llevado a cabo, el papel de la medicación, realizada por el docente en los trabajos con acompañamiento, con el objeto de que el alumno con los instrumentos y recursos de apoyo fuese -más allá de lo que sería capaz individualmente- (Vygotsky, 1979).

Los resultados obtenidos en el estudio son coherentes con los logrados por Díaz Barriga (2003), sobre la importancia de los conocimientos previos y el valor de la mediación (profesor) para la construcción conjunta de significados en el avance y dominio de la red conceptual implementada en la asignatura Farmacotecnia I, junto a la concepción de un alumno activo, pensante, y cognitivamente capaz de comprender lo que está aprendiendo. En ese sentido, Ausubel se refiere a un aprendizaje significativo basado precisamente en *-la relación que se puede establecer entre el nuevo material y las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto-* (citado en López; 2009: p. 3).

En esa dirección e impulsado por los resultados alentadores y prometedores obtenidos en este trabajo, nos planteamos un tercer estudio, en el cual, se pudiera visualizar, además, del aprendizaje logrado, si los estudiantes, conseguirían formular preguntas que fuesen pertinentes y claras de acuerdo a los principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005).

Estudio III.

6.2.3 Estudio 3. Cohorte 2010-1. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín.

El tercer estudio, se centra en indagar de modo cualitativo la influencia y la contribución de la metodología propuesta en la adquisición de habilidad de parte de los estudiantes para formular preguntas de acuerdo a algunos principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico. Como también, valorar y evidenciar el aprendizaje del concepto de Reología y sus aplicaciones en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

6.2.3.1 Objetivos generales del tercer estudio.

- Indagar la influencia y la contribución de tener en cuenta tres principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, a partir de las actividades con acompañamiento, la resolución de problemas y los foros en el aula de clase en la habilidad de formular preguntas.
- Describir y determinar la influencia de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa teniendo en cuenta tres principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, en la predisposición de los estudiantes a participar en los foros y talleres propuestos.
- Analizar y evidenciar la contribución de las actividades con acompañamiento y la resolución de problemas en la metodología enseñanza-aprendizaje activa, implementada en la asignatura Farmacotecnia I, al aprendizaje de la red de conceptos de reología en la elaboración de medicamentos sólidos.

6.2.3.2 Objetivos específicos u orientadores

- Valorar en los estudiantes la habilidad para formular preguntas, propiciado por el trabajo con acompañamiento y las intervenciones en los foros. **Relacionado con el principio programático de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.**

- Determinar la contribución de la metodología activa implementada en la asignatura Farmacotecnia I, en la evolución del lenguaje técnico. **Relacionado con el principio programático de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. Del conocimiento como lenguaje.**
- Evaluar la incidencia de los foros de discusión implementados en el aula, en el aprendizaje de los conceptos de la física newtoniana y su aplicación en los procesos de elaboración de formas farmacéuticas. **Coherente con el principio programático de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico “de incertidumbre del conocimiento.**

6.2.3.3 Contexto en el cual se llevo a cabo el estudio.

Teniendo presente que el interés de este estudio, se centró en una situación que se quería investigar con el propósito de lograr una comprensión global sobre ella, optamos por realizar un estudio de caso colectivo (Stake, 1998). El caso o unidad de análisis estuvo conformado por un grupo de 40 estudiantes del curso de Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquía, el cual, fue realizado durante el primer semestre académico de 2010 con una intensidad de cuatro horas semanales divididas en secciones de dos horas (jueves y viernes) y para ese entonces, los estudiantes participantes en él, habían cursado la asignatura Física I, único curso en el currículo del programa.

6.2.3.4 Momentos en los cuales se llevo a cabo el estudio tres.

Este proceso de investigación se llevó a cabo por medio de la intervención directa en el aula de clase, buscando favorecer la interacción profesor-alumno-metodología de enseñanza, en el proceso de aprendizaje del concepto de reología, el cual, estuvo conformado por tres momentos: recolección de la información inicial, aplicación de la propuesta didáctica y recolección de la información final.

Los diferentes momentos con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración, se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Momentos, actividades e instrumentos de recolección de datos implementados en el estudio tres.

Momentos	Actividades e instrumentos de recolección de datos	Objetivo	Duración
Recolección de información inicial.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Conocer el dominio que tenían los estudiantes acerca de los principales conceptos de la dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke.	2 horas.
Propuesta didáctica.	1. Lectura y análisis de los artículos: Las razones que impulsaron a la OMS, a establecer las Buenas Prácticas de Manufacturas en la elaboración de los medicamentos y Falsificación de productos Farmacéuticos (Rodríguez, 2007).	Proporcionar elementos para desarrollar de manera adecuada los trabajos con acompañamiento, foros y el análisis crítico de los problemas sobre los medicamentos falsificados.	4 horas
	2. Formulación de preguntas por parte de los estudiantes a partir de situaciones y errores en el manejo de los medicamentos.	Promover la formulación de preguntas de interés para situaciones problemas propuestas. Dar a conocer los elementos y los distintos criterios que se utilizaran en el desarrollo de esta actividad en el aula.	2 hora
	3. Presentación de los talleres de resolución de problemas como una actividad presencial al finalizar cada unidad temática, en la cual, los estudiantes de la asignatura Farmacotecia I, se agrupan en sub-grupos de cinco alumnos.	Familiarizar a los alumnos con la resolución de problemas y las distintas etapas que se abordara para su implementación.	1 hora
	4. Abordaje de la temática sobre los sólidos pulverulentos, en la elaboración de formas farmacéuticas implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Implementar en el aula la relación de los distintos conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke con los sólidos pulverulentos.	10 horas
	5. Abordaje de la temática acerca de los procesos de producción de tabletas o comprimidos implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Desarrollar y relacionar los conceptos de reología con los elementos propios de la producción de comprimidos.	12 horas
Recolección de la información final.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Detectar alguna posible evolución de los estudiantes en la comprensión de los conceptos de dinámica y elasticidad.	2 horas.
	Entrevista semi-estructurada	Percibir el significado atribuido por los estudiantes a las actividades implementadas en la metodología.	6 horas.

El instrumento *Test-conceptual-reología*¹ utilizado en el momento inicial (Pretest) y después de la implementación de la metodología (Postest) fue el mismo.

6.2.3.4.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6).

En una sección inicial anterior a la intervención didáctica, fue aplicado el test-conceptual-reología, el cual, tuvo una duración de dos horas, en coherencia con el referente teórico abordado en el estudio tres, con esta prueba, se pretendió identificar y conocer el dominio que tenían los estudiantes de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke de los 40 estudiantes del curso de Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia y así, a partir de estos resultados, incorporar o redefinir algunas de las actividades programadas en la metodología de enseñanza-aprendizaje. El instrumento fue el mismo que se utilizó en el estudio 1, en donde fue descrito su conformación y la agrupación de los distintos ítems que la integran (p. 175).

6.2.3.4.2 Propuesta didáctica.

La metodología de enseñanza-aprendizaje activa concreta, incluyó varias actividades que tuvieron como propósito favorecer en el estudiante una actitud reflexiva y crítica en relación a los procesos de elaboración de los medicamentos desarrollados en el curso de Tecnología Farmacéutica o Farmacotecnia I, a partir de la implementación de actividades con acompañamiento y resolución de problemas, como ejes orientadores para el análisis y construcción de la red de conceptos de reología, necesarios en el proceso tecnológico de elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Las actividades con acompañamiento, los talleres y la resolución de problemas hicieron parte de la programación de la asignatura Farmacotecnia I. Las diferentes actividades que conformaron la propuesta didáctica y sus respectivos instrumentos de recolección de datos se describieron en los capítulos pertinentes de esta investigación (Capítulos 4 y 5 respectivamente).

6.2.3.4.2.1 La primera actividad, se programó alrededor de la lectura y discusión del documento elaborado por Rodríguez (2007), *Falsificación de productos Farmacéuticos*, en donde se efectuó una discusión y análisis sobre los medicamentos desde el punto de vista de las Buenas Prácticas de Manufactura y las implicaciones en la salud de la población que los utilizan. A partir de la lectura en grupos de este artículo, se pidió

identificar los conceptos involucrados, los principios que explican dicha acción -la *falsificación*-. Estimulándolos, además, a formular preguntas de interés que posibilitaran el análisis de dicho fenómeno, con el propósito fundamental de familiarizar a los estudiantes con elementos y conceptos propios de la reología y la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, asimismo, conocer sus habilidades para la formulación de preguntas de interés en torno al aspecto estudiado en el artículo. En el cuadro 15, se presentan las actividades programadas en la propuesta didáctica para la recolección de la información relacionada con el principio programático de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.

Cuadro 15. Actividades programadas en la propuesta de enseñanza-aprendizaje para la recolección de información relacionada con el principio programático **De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.**

Actividades e instrumentos para la recolección de información.	Objetivos	Duración
1. Lectura crítica y discusión del artículo: Falsificación de productos farmacéuticos Rodríguez (2007); en el cual se realizaba el análisis de las razones que impulsaron a la OMS, a establecer las Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de medicamentos. En esta actividad los estudiantes identificaron elementos como: teorías, conceptos y se les incitó a formular preguntas de interés para el análisis de la problemática.	Proporcionar elementos para desarrollar de manera adecuada los trabajos de acompañamientos, foros y el análisis crítico de los problemas de los medicamentos falsificados, así mismo, como la formulación de preguntas.	4 horas (2 secciones).
2. Formulación de preguntas por parte de los estudiantes a partir de situaciones problema referentes a la Tecnología Farmacéutica.	Suscitar la formulación de preguntas de interés para situaciones problema propuestas en el marco de la tecnología farmacéutica.	2 horas.
3. Foros de discusión, trabajos de acompañamiento y talleres de resolución de problemas: los estudiantes formularon preguntas susceptibles de ser respondidas a partir de la interacción con los compañeros y el profesor.	Facilitar la formulación de preguntas a partir de la interacción estudiante-estudiante y profesor-estudiante.	6 horas (3 secciones).
4. Abordaje de los conceptos referentes a los sólidos pulverulentos en la elaboración de formas farmacéuticas, prestando especial atención a la formulación de preguntas centradas en los medicamentos sólidos.	Propiciar en los alumnos la capacidad para formular preguntas a partir de los temas farmacéuticos.	10 horas (5 secciones)

6.2.3.4.2.2 La segunda actividad, se centro en la formulación de preguntas a partir de situaciones concretas planteadas en los problemas y en el trabajo con acompañamiento

referentes a la dinámica newtoniana y a la elasticidad de Hooke, aplicada a la elaboración de medicamentos, por ejemplo; ¿Cómo enfrentaría o resolvería usted estas situaciones?: Un granulado que no cumple con la prueba del ángulo de reposo, o una tableta que presenta una dureza excesiva, o un sólido pulverulento que tiene una deficiente compactación o un comprimido que no se desintegra. Estas series de escenarios fueron implementadas con el propósito de promover en los estudiantes la formulación de preguntas de interés en relación con los conceptos físicos involucrados y la red conceptual de reología.

Durante la resolución de las actividades, hubo acompañamiento permanente a los estudiantes por parte del profesor investigador, con la finalidad de atender sus inquietudes, relacionadas tanto, con la claridad de los conceptos involucrados en la red conceptual reología, como, en cuanto al aspecto físico y matemático de los problemas seleccionados. Además, se les entregó un listado de textos y documentos de apoyo para complementar las notas de clases.

6.2.3.4.2.3 La tercera actividad, se continuó con la tarea de enseñar a los estudiantes la forma de abordar los talleres y los trabajos con acompañamiento y así, obtener información relevante sobre los tres principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico descritos en los objetivos específicos u orientadores establecidos para este estudio.

Cabe anotar que los talleres y el trabajo con acompañamiento establecidos en la metodología de enseñanza aprendizaje desarrollado en esta investigación, tienen la siguiente connotación.

- ✓ **Los talleres.** Concebido como una forma de organizar las actividades, con la intencionalidad de favorecer la iniciativa de los participantes en la búsqueda de soluciones a los interrogantes planteados, así como la estimulación del desarrollo de su creatividad. En las cuales, se propicia la aplicación de los conocimientos ya adquiridos con anterioridad, a situaciones nuevas con relación a la elaboración de tabletas. Un taller ofrece una forma de crear una experiencia educativa intensa en un periodo corto de tiempo, como también, el de introducir un concepto nuevo, estimulando a los participantes a investigar más por sí mismos. Estos talleres son

efectuados en subgrupo de seis estudiantes, de modo informal sin un protocolo rígido para propiciar el debate y la participación, y con una duración de hora y media cada tres semanas.

- ✓ **Trabajo con acompañamiento.** Es una actividad diseñada a partir de los objetivos de la asignatura Farmacotecnia I y realizada en subgrupo de estudiantes durante todo el semestre, el cual genera al finalizar el tiempo asignado, un informe en donde el estudiante ha desarrollado una aplicación que da cuenta de la utilidad de estos conocimientos impartidos en la asignatura en su formación.

El acompañamiento es una forma de tutoría que como método ha sido conocido desde la antigüedad. Meuler (1988), sostiene que quien se deja acompañar sabe a dónde quiere ir, aunque haya pausas y rodeos. Desde el punto de vista técnico, el acompañamiento es un elemento indirecto de control sobre las acciones de trabajo de las personas. En lo referente a actitudes y procesos de relación interpersonal, hace énfasis en el desarrollo de seguridad, confianza y mejoramiento de la autoestima del acompañado.

La mediación o acompañamiento, como proceso para lograr el avance y desarrollo del alumno, actúa como apoyo, interponiéndose entre el estudiante y su entorno, para ayudarlo a organizar y a ampliar sus conocimientos; que utilizara para resolver los problemas que se le asigne. Si el estudiante aún no ha adquirido las capacidades para organizar lo que percibe, el mediador le ayuda a resolver la actividad que se le plantea, tomando en cuenta sus propias competencias intelectuales.

6.2.3.4.2.4 La cuarta y quinta actividad, aportan los contenidos correspondientes a las unidades temáticas relacionadas con la elaboración de formas farmacéuticas sólidas en la asignatura Farmacotecnia I, las cuales, fueron abordados a través de la metodología expositiva abierta, con interrupciones para permitir preguntas, comentarios, críticas, reflexiones y cuestionamiento, siguiendo siempre los postulados de la Teoría del Aprendizaje Significativo, para favorece la adquisición, la asimilación y la retención del contenido del curso. Los temas presentados durante estas actividades corresponden a:

- La Estructura de los sólidos, caracterización, micronización-mononización.

- Granulometría y Micromerítica, Frecuencia, Diámetro promedio, Friabilidad, Ángulo de reposo, Índice de Carr, Humedad de equilibrio, reología de los sólidos pulverulentos.
- Tecnología de elaboración de comprimidos, Método de elaboración, Componentes, Materia prima, Equipos, Propiedades de deformación y mecánica de los materiales

6.2.3.4.3 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6).

Finalizando el proceso de intervención con el material potencialmente significativo, se empleó nuevamente el Test-conceptual-reología en este caso como *postest*, como un instrumento que aporta información sobre la comprensión lograda por los estudiantes acerca de los conceptos de dinámica Newtoniana y la elasticidad Hookeriana abordados en las actividades con acompañamiento y resolución de problemas. Sin embargo, es importante indicar que dicha comprensión y aplicación fue fundamentalmente valorada a partir de las diferentes actividades implementadas a lo largo del estudio. Los resultados tanto del *pretest* como el *postest* se presentan en el Anexo 13.

6.2.3.5 Entrevista semi-estructurada reología (Anexo 7). En una última sesión, atendiendo al protocolo de entrevista semi-estructurada, se entrevistó de modo individual a cada uno de los cuarenta estudiantes del curso. La entrevista fue diseñada de tal forma que posibilitara un diálogo fluido en el que cada uno de los entrevistados pudiera expresar libremente su opinión y hacer los comentarios que considerasen necesarios. Esta entrevista tuvo como propósito complementar la información obtenida en el cuestionario y en las actividades realizadas en el aula, detectando concepciones epistemológicas de los estudiantes relacionados con los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, como son: Del conocimiento como lenguaje y De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar / aprender preguntas en lugar de respuestas. De igual manera que los instrumentos de recolección de datos aplicados previamente, esta entrevista permitió adquirir información valiosa y determinante para la planeación y redefinición de la propuesta didáctica, en este caso, las entrevistas no fueron grabadas, el investigador tomó notas de ellas en el momento de su ejecución, registrando los distintos comentarios y explicaciones que los estudiantes expresaron.

6.2.3.6 Análisis y discusión de resultados.

En esta sección se presenta, un análisis tanto cuantitativo como cualitativo de la información obtenida en el estudio a partir de los diferentes instrumentos utilizados para la recolección de los registros. La información derivada del *pretest* y *posttest*, observaciones, talleres, resolución de problemas, intervenciones en los foros y trabajos con acompañamiento. Estos registros fueron agrupados y transformados en datos, los cuales, fueron analizados de forma descriptiva e interpretativamente. A continuación, se presentan los resultados y las discusiones más relevantes obtenidos en el estudio.

6.2.3.6.1 Momento inicial: aplicación del Test-conceptual-reología como Pretest (antes de la implementación de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa). Para analizar la información obtenida, se efectuó una comparación de los conceptos emitidos por los estudiantes y las descripciones de estos conceptos encontrados en los distintos textos de Física utilizados por los estudiantes del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia-Colombia. Las respuestas de los estudiantes al Test-conceptual-reología se analizan siguiendo las agrupaciones efectuadas al test y explicitadas inicialmente en el estudio uno (ver p. 175).

En el cuadro 16, se presenta las respuestas de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a las propiedades básicas, para mostrar la forma en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 16. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PB en el primer momento (pretest).

Propiedades Básicas		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (PB).
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos.	<i>Por qué presentan mayor facilidad de procesamiento; porque tienen menor costo de producción y por ser más cómodo para la administración por parte del paciente.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas.	<i>Sobre la caracterización de los sólidos pulverulentos, simplemente contesta que no sabe.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas.	<i>En este ítem, el alumno solo escribe: granulación y tableteado sin ninguna explicación.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>Propiedades físicas como el peso, el volumen, la humedad y la estructura del sólido.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>Porque esto permite que sea más fácil de manipular el sólido pulverulento. Además disminuye las pérdidas de la materia prima cuando se está realizando la fabricación del producto y por último facilita el proceso de tableteado.</i>

En el caso, referente al subgrupo *Propiedades básicas*, en la información obtenida de los estudiantes, se percibe que utilizan los conceptos físicos que poseen, para describir las distintas técnicas de la tecnología farmacéuticas de manera científicamente no correcta. Como lo expresa el estudiante que presentamos a modo de ejemplo en el cuadro 16, en su respuesta al ítem E. donde manifiesta: *Porque esto, permite que sea más fácil de manipular el sólido pulverulento. Además disminuye las pérdidas de la materia prima cuando se está realizando la fabricación del producto y por último facilita el proceso de tableteado*, el alumno en su respuesta, nos plantea una de las operaciones que tienen grandes influencias en el desarrollo de las formas sólidas, como es el cambio de tamaño de las partículas y la fuerza requerida para su ejecución, pero no explica nada acerca de cómo ocurre el proceso, limitándose a mencionar algunos procesos, sin ninguna relación con los conceptos físicos, por ejemplo, tamaño de partícula, estado sólido del material. Así mismo, este estudiante en el ítem D, nos proporciona la siguiente respuesta *Propiedades físicas como el peso, el volumen, la humedad y la estructura del sólido*, en el cual, no explicita los conceptos, simplemente los relaciona con las propiedades reológicas de los sólidos pulverulentos, sin ninguna coherencia con las definiciones científicamente aceptadas en la tecnología farmacéutica, aunque se debe entender, que el estudiante trata de manifestar algo sobre el proceso productivo de la forma sólida en cuanto al rendimiento de la producción, a las pérdidas en el proceso de mezclado y posterior tableteado, como también, al requisito primordial del tamaño de partículas de los distintos componentes necesarios en el proceso de mezclado.

Con respecto al segundo subgrupo de ítems *Procesos de manufactura*, en donde se busca conocer los conocimientos que poseen los alumnos con respecto al concepto reología, y la forma en que lo utilizan para explicar y justificar los procesos requeridos en la evaluación del tamaño, distribución y forma de las partículas, y la noción de fuerza cuando se aplica al proceso de tableteado, con la finalidad de lograr un comprimido que cumpla las especificaciones de dureza. En el cuadro 17, se presenta las respuestas de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a los procesos de manufactura, para exponer el modo en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 17. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PMFF en el primer momento (pretest).

Proceso de manufactura		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (PMFF).
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de la partícula.	<i>Porque los gránulos presentan otras propiedades que deben ser evaluadas para elaborar una forma farmacéutica homogénea y que ésta sea de fácil tamizado.</i>
B	Da cuenta de conceptos, tales como: presión absorción.	<i>En este ítem no contestó solo dijo que no, sin ninguna explicación.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad.	<i>Porque todas estas propiedades afectan la cohesividad de las partículas permitiendo que aumente o disminuya la capacidad de fluir.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, forma de las partículas.	<i>En este ítem no contestó solo dijo que no sabía, sin ninguna explicación.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableteado	<i>Es la capacidad de las sustancias pulverulentas para comprimirse y no para compactarse.</i>

De la información registrada por los estudiantes en este subgrupo de ítems, se puede decir que los estudiantes, asocian los conceptos físicos de fuerza y movimiento en la descripción de los comportamientos que experimentan los sólidos en los procesos de la tecnología farmacéutica, de una manera no adecuada científicamente, lo que conlleva, a su utilización en las actividades de compresión de las tabletas una forma no apropiada. Como lo expone el estudiante que presentamos a modo de ejemplo en el cuadro 17, en su respuesta al ítem A, donde plantea: *Porque los gránulos presentan otras propiedades que deben ser evaluadas para elaborar una forma farmacéutica homogénea y que este sea de fácil tamizado.* En su respuesta, utiliza dos conceptos físicos importantes: el primero está relacionado con el tamaño y el segundo, con la forma de la partícula, aspectos que inciden en la homogeneidad de la mezcla, en este caso, se percibe que el estudiante no diferencia correctamente los dos conceptos y los utiliza de modo científicamente no correcto.

De igual manera en el ítem E, este alumno, nos proporciona la siguiente respuesta: *Es la capacidad de las sustancias pulverulentas para comprimirse y no para compactarse*, en ella, el estudiante expresa el mismo concepto físico como si fueran dos conceptos distintos, debido a que el término compactarse y comprimirse se relacionan con el volumen que ocupa un cuerpo sólido en un volumen dado, cuando se le aplica un mecanismo de vibración o fuerza para que las partículas sólidas se acomoden, liberando el aire interpartícula.

Para finalizar el análisis del instrumento, se estudio la información recolectada en el tercer subgrupo de ítems referentes a los *conceptos de la tecnología farmacéutica*, en las cuales, se aprecia que los estudiantes al tratar de relacionar los conceptos físicos de elasticidad, para explicar situaciones que describen comportamiento de los sólidos en la tecnología farmacéuticas, lo realizan de una manera que no es científicamente correcta, como se observa, en la respuestas obtenidas y presentadas en el cuadro 18, de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a los conceptos de la tecnología farmacéutica, para descubrir la forma en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 18. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo CRTF en el primer momento (pretest).

Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica.		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (CRTF).
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>Es una medida que se hace desde un punto en el centro de un círculo hasta un punto en la circunferencia y que se traduce en una línea que arte por la mitad del círculo.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>Es la precipitación de una sustancia al fondo de un recipiente cuando no son solubles en un determinado solvente.</i>
C	Explicación de la fuerza existente entre partículas.	<i>Es la unión covalente o no covalente que se da entre partículas de diferentes sustancias.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado.	<i>Gran tamaño de la partícula.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado frente a la deformación.	<i>En un caso las partículas recuperan su forma inicial porque no se les dio suficiente fuerza y en el otro caso si se les dio suficiente fuerza para conservar la forma de la tableta.</i>

Como lo expresa el estudiante que presentamos a modo de ejemplo en el cuadro 18, en su respuesta al ítem E, donde plantea: *En un caso las partículas recuperan su forma inicial porque no se les dio suficiente fuerza y en el otro caso si se les dio suficiente fuerza para conservar la forma de la tableta*, lo que explica el estudiante en sus respuesta, no está relacionado con el comportamiento de los materiales sólidos, en torno a los conceptos de elasticidad y plasticidad cuando se les aplica una fuerza de compresión, sino que, está relacionado con la prueba de dureza (resistencia a la ruptura) en el proceso de tableteado. Así mismo, en el ítem C, el estudiante suministra la siguiente respuesta *Es la unión covalente o no covalente que se da entre partículas de diferentes sustancias*. El alumno otra vez, en su respuesta no pudo manejar los dos conceptos físicos de manera coherente y apropiada de acuerdo con las relaciones

científicamente requeridas en esa situación, en la que se someten partículas sólidas al proceso de compresión.

La información obtenida de todos los alumnos al test, fue analizada de la misma forma en que se procedió en los casos presentados en los cuadros 16, 17 y 18. Así mismo, se procedió a asignarles a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con la finalidad de elaborar un gráfico comparativo entre los dos momentos (inicial y final) del proceso de enseñanza aprendizaje y así, poder visualizar mejor los logros obtenidos por los estudiantes acerca del aprendizaje de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad involucrados en la producción de formas farmacéuticas. Los puntajes obtenidos por los alumnos en los distintos subgrupos del instrumento cuantificado, se presentan en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PB) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.

ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	19,5	0,50
C	25,5	0,60
D	24,0	0,60
E	22,5	0,60

Tabla 19. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PMFF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.

ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	31,5	0,80
B	25,5	0,60
C	30,0	0,80
D	27,0	0,70
E	22,5	0,60

Tabla 20. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (CRTF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Pretest.

ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	18,0	0,50
C	27,0	0,70
D	31,5	0,80
E	19,5	0,50

Finalizado el proceso de intervención con la metodología de enseñanza aprendizaje activa, se aplicó nuevamente el **Test-conceptual-reología**, como un instrumento que aporta información sobre la comprensión lograda por los estudiantes acerca del concepto reología abordados en las actividades del trabajo de acompañamiento y los talleres. Sin embargo, es importante aclarar que dicha comprensión fue fundamentalmente valorada a partir de los diferentes instrumentos de recolección de información implementados a lo largo del estudio.

6.2.3.6.2 Momento final: Después de ser implementada la metodología de enseñanza aprendizaje, se aplicó nuevamente el **Test-conceptual-reología** como Postest. Abordando los distintos ítems del test de la misma manera en que se analizó el instrumento en el momento inicial. Las respuestas de los estudiantes al **Test-conceptual-reología** se analizan siguiendo las agrupaciones efectuadas al test y explicitadas inicialmente en el estudio uno (ver p. 175).

En el cuadro 19, se presenta las respuestas de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a las propiedades básicas, para mostrar la forma en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 19. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo PB en el momento final (postest).

Propiedades Básicas		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (PB).
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos	<i>El estado sólido, se caracteriza por ser cristalino o amorfo lo cual le da a las partículas propiedades que deben ser tenidas en cuenta en el proceso de elaboración de formas farmacéuticas.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas.	<i>Por su comportamiento, las partículas se comportan como entes individuales y discontinuos.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas.	<i>La forma y el tamaño de las partículas influyen en el empaquetamiento de las partículas como en el flujo de la misma.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado por la tolva durante el proceso de tableteado contrastado por la fuerza de fricción.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>El tamaño de partícula y la uniformidad de ésta dentro del granulado proporcionan características necesarias para el tableteado y para el peso de esta.</i>

En lo referente al subgrupo *Propiedades básicas*, en la información obtenida, se percibe que los estudiantes ahora, asocian los conceptos físicos (estado de la materia) de manera más coherente con los distintos conceptos científicos y tecnológicos, propios del proceso requerido en la elaboración de medicamentos sólidos. Como lo expresa el alumno que presentamos a modo de ejemplo en el cuadro 19, en su respuesta al ítem A: *El estado sólido, se caracteriza por ser cristalino o amorfo lo cual le da a las partículas propiedades que deben ser tenidas en cuenta en el proceso de elaboración de formas farmacéuticas*, podemos ver que el estudiante mostró tener una mayor claridad en sus construcciones, al lograr explicar el comportamiento de los sólidos a partir de sus propiedades fisicoquímicas, en lo que respecta a la solubilidad, con conceptos científicamente correctos, destacándose aquellas que tienen que ver con las características físicas de la sustancia *sólido*, además, las relaciona con dos procesos claves de la tecnología farmacéutica, las cuales son, estabilidad a las condiciones ambientales y su manufactura. De igual manera en el ítem D, el estudiante proporciona

la siguiente respuesta; *La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influye en el flujo del granulado a través de la tolva durante el proceso de tableado contrastado por la fuerza de fricción*, observándose, el uso en forma científicamente correcta, la relaciona con dos conceptos de la dinámica newtoniana (fuerza de fricción y fuerza de gravedad), de una manera adecuada en el proceso de tableado.

Con respecto al segundo subgrupo de ítems *Procesos de manufactura*, en donde se busca conocer los conocimientos que poseen los alumnos con respecto al concepto reología, y la forma en que lo utilizan para explicar y justificar los procesos requeridos en la evaluación del tamaño, distribución y forma de las partículas, y la noción de fuerza cuando se aplica al proceso de tableado, con la finalidad de lograr un comprimido que cumpla las especificaciones de dureza. En el cuadro 20, se presentan las respuestas de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a los procesos de manufactura, para explicitar la forma en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 20. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del subgrupo PMFF al finalizar la intervención (postest).

Proceso de manufactura		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (PMEF).
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de la partícula.	<i>Sí, porque este análisis me permite conocer el tamaño promedio de las partículas del granulado y así tener elementos para garantizar la homogeneidad de la mezcla y del producto.</i>
B	Da cuenta de conceptos, tales como: presión, absorción.	<i>Es una prueba que me permite calcular el tamaño de la partícula, con la claridad que después del rango los resultados tienen grandes variaciones.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad.	<i>El cambio de tamaño de las partículas, la densidad y la humedad entre otras afectan el flujo, debido a las fuerzas de adhesión y cohesión resultantes que se oponen a la gravedad.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, forma de las partículas.	<i>El ángulo de reposo nos proporciona elementos para conocer el flujo del granulado y se define como el ángulo formado por la horizontal y la generatriz del cono formado.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableado	<i>Es la capacidad del granulado de empaquetarse en un volumen específico obtenido a partir del índice de Carr.</i>

Así mismo, en la información aportada en el segundo subgrupo de ítems *proceso de manufactura*, se observa, que los estudiantes asocian los conceptos físicos relacionados con el tamaño, distribución y forma de las partículas con los elementos propios de la

tecnología farmacéutica, de manera más coherente con respecto a los distintos conceptos científicos y necesarios en el proceso productivo, por ejemplo; en la respuesta proporcionada por el estudiante al ítem A, donde plantea: *Si, porque este análisis me permite conocer el tamaño promedio de las partículas del granulado y así tener elementos para garantizar la homogeneidad de la mezcla y del producto*, mostrando así, haber experimentado una evolución positiva en cuanto a la definición del concepto de tamaño de la partícula, al efectuar sus explicaciones de manera adecuada a la prueba correspondiente al *diámetro promedio de la partícula*, proceso que es realizado al granulado, previo a la elaboración de las tabletas. De igual manera en el ítem E, el estudiante nos proporciona otro concepto importante de la tecnología farmacéutica de manera científicamente correcta y clara en su respuesta al ítem E: *Es la capacidad del granulado de empaquetarse en un volumen específico obtenido a partir del índice de Carr*, observándose un dominio apropiado de la temática de compactación o densidad apelmazada del granulado.

Y, por último, la información suministrada por los estudiantes al tercer subgrupo de ítems, *Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica*, se percibe que los alumnos, han logrado experimentar un progreso en el uso y explicitación de esta temática, al conseguir efectuar una buena descripción del comportamiento de los sólidos a partir de los conceptos de la dinámica y elasticidad para explicitar los procesos tecnológicos. En el cuadro 21, se presenta las respuestas de un estudiante seleccionado al azar y presentado a modo de ejemplo del subgrupo de ítems, referentes a los conceptos de la tecnología farmacéutica, para describir la forma en que se analizó la información registrada por todos los alumnos a estos interrogantes del instrumento.

Cuadro 21. Respuestas de un estudiante al instrumento Test-conceptual-reología tomado como ejemplo a los ítems del grupo CRTF al finalizar la intervención (postest).

Conceptos referentes a la tecnología farmacéutica.		Respuestas del estudiante a los ítems correspondientes al subgrupo (CRTF).
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>En el proceso de tamizado relacionamos las dimensiones de la partícula y la aproximación a una esfera, generamos conceptos referentes al diámetro para el cálculo del tamaño de la partícula.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>Es un método indirecto para calcular con base a la sedimentación en dispersiones diluidas, el tamaño de las partículas.</i>
C	Explicación de la fuerza existente entre partículas.	<i>Son las fuerzas con las que se atraen moléculas de una misma especie para mantenerse como grupo y de adhesión son las fuerzas que ocurren cuando se involucran otras moléculas.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado	<i>Las fuerzas que favorecen el flujo de un sólido en el proceso de tableteado es la gravedad contrarrestado por la fuerza de fricción, adhesión.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado frente a la deformación.	<i>El comportamiento elástico y plástico de las partículas al ser sometidas a una fuerza de compresión en el proceso de tableteado.</i>

Como lo expresa el estudiante que presentamos a modo de ejemplo en el cuadro 21, en su respuesta al ítem A, *En el proceso de tamizado relacionamos las dimensiones de la partícula y la aproximación a una esfera, generamos conceptos referentes al diámetro para el cálculo del tamaño de la partícula* en el cual, se visualiza un avance en su aprendizaje, al lograr explicar consistentemente, las pruebas en proceso que se le efectúa al granulado, previo a la elaboración de la tableta y su relación con la obtención del tamaño de las partículas del granulado, a través del método de los tamices, comprendiendo la razón de esta etapa de la producción y su resultado final, un granulado homogéneo, el cual, se relaciona con el llenado de las matrices y la obtención subsiguiente del peso del comprimido. De igual manera en el ítem C, el estudiante nos proporciona la siguiente respuesta: *Son las fuerzas con las que se atraen moléculas de una misma especie para mantenerse como grupo y de adhesión son las fuerzas que ocurren cuando se involucran otras moléculas*, donde se concibe, una buena relación de los conceptos -de fuerza de adhesión y cohesión-, proporcionando explicaciones coherentes con los conceptos científicos.

Estudiadas todas las respuestas obtenidas de los alumnos al test, de igual forma que en los casos presentados a modo de ejemplo en los cuadros 19, 20 y 21, se procedió a asignar a cada interrogante, un puntaje de acuerdo con los criterios mostrados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con el objetivo de elaborar gráficos y asimismo, comparar los

resultados en los dos momentos (inicial y final) del proceso de enseñanza aprendizaje y así, visualizar mejor los resultados logrados por los estudiantes acerca del aprendizaje de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad involucrados en la producción de formas farmacéuticas. Estos resultados cuantificados son presentados en las tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PB) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.

ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	90,5	2,30
C	92,5	2,30
D	87,5	2,20
E	94,0	2,40

Tabla 22. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (PMFF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.

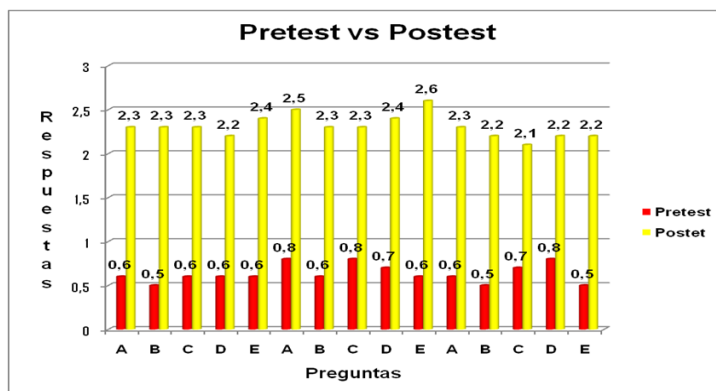
ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	101,0	2,50
B	93,0	2,30
C	90,5	2,30
D	95,5	2,40
E	102,0	2,60

Tabla 23. Respuestas de los estudiantes a los ítems de subgrupo (CRTF) del instrumento Test-conceptual-reología, como Postest.

ÍTEM	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	88,5	2,20
C	84,5	2,10
D	89,5	2,20
E	87,5	2,20

A partir de los datos mostrados en las tablas 19, 20 y 21 correspondiente a los resultados obtenidos en la primera aplicación del instrumento como *pretest* y la información cuantificada y expuestas en las tablas 21, 22 y 23, correspondientes al mismo instrumento empleado al finalizar la intervención en el aula (*postest*), se construyó la gráfica 15, que nos permitió visualizar, comparar, explicar e inferir los cambios

observados en los estudiantes a través de la metodología de enseñanza aprendizaje activa, implementadas en la asignatura Farmacotecnia I.



Gráfica 15. Respuestas de los estudiantes al test-conceptual-reología en los dos momentos (inicio y finalización de la intervención).

El gráfico 15, nos permitió visualizar mejor la evolución obtenida por los alumnos durante la aplicación de la metodología didáctica, en los siguientes aspectos:

- ✓ Un avance en la utilización del lenguaje científico y técnico de la tecnología farmacéutica a partir de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad hookeriana, en sus explicaciones en las actividades desarrolladas.
- ✓ Un mayor dominio de los conceptos de la dinámica y la elasticidad en el desarrollo de los procesos farmacéuticos efectuados.
- ✓ Formulación de explicaciones coherentes y pertinentes de acuerdo a los conceptos de reología desarrollados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

.2.3.6.3 Análisis de los datos obtenidos a través de las actividades que aportaron información relevante sobre los tres principios programáticos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Morería implementados en el estudio. En esta sección, se presenta el análisis interpretativo de la información registrada a partir de las observaciones, los trabajos con acompañamiento, las entrevistas y los foros realizados en el aula.

A continuación, se presentan los resultados más relevantes obtenidos en este estudio con respecto a los tres principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico establecidos en los objetivos específicos u orientadores. Para ello, se inició el análisis con la lectura de un artículo:

- ❖ Inicialmente, se realizó la lectura en el aula del artículo: *Falsificación de productos Farmacéuticos* Rodríguez (2007). Al cabo de dicha lectura, se solicitó a los estudiantes, identificar los conceptos involucrados, los principios que explican dicha acción -la falsificación-. Además, se les estimuló a formular preguntas de interés que posibilitaran el análisis de dicho fenómeno y sus implicaciones en la salud del paciente. Asimismo, se invitó a los alumnos que presentaran por lo menos tres preguntas sobre el tema en las intervenciones en los foros, las cuales, fueron valoradas de acuerdo a la escala cualitativa establecida en el cuadro 22.

Cuadro 22. Escala cualitativa para la valoración de las preguntas formuladas por los estudiantes en las diferentes actividades.

Niveles en la capacidad de formular preguntas.	Características de las preguntas
Superior	Las preguntas de un nivel superior cognitivo se significan y tienen la intención de explicar, comparar, clasificar, seleccionar, contrastar, describir, predecir o interpretar datos, experiencias o sucesos; tienen el sentido de demostrar, desarrollar, producir o resolver situaciones diversas para indagar el saber hacer y cómo hacerlo; tienen el fin de indagar elementos, unidades, partes o componentes; investigar propiedades, funciones, interacciones, significados o fundamentos del todo; para distinguir razones, motivos, justificaciones, evidencias; se enfocan en la búsqueda de explicaciones, elaboración de premisas, hipótesis o inferencias; se orientan al descubrimiento de argumentos, fundamentos, pruebas, confirmaciones, suposiciones o conclusiones.
Medio	Aquellas preguntas cuyas respuestas requieren el uso de algún o algunos conceptos en la descripción de situaciones o fenómenos, sin que se establezca necesariamente una relación entre éstos. Asimismo, pueden considerarse en este nivel, preguntas que pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión.
Inferior	Los estudiantes formulan pocas preguntas en el aula; la mayoría de las preguntas son de formato cerrado, donde lo que se busca es confirmar la información recibida o clarificar definiciones; actúan como si a través de la escolarización hubieran aprendido a elaborar preguntas que los profesores por lo general “requieren” y “valoran”, esto es, preguntas de nivel básico. En la mayoría de las preguntas emitidas por los estudiantes y que no trascendieron los límites del conocimiento expresado en el aula se seleccionó la estructura inicial, cuyo final puede aludir a diversidad de eventos, sucesos o contextos.

Analizadas las intervenciones y participaciones de los estudiantes en los foros, se percibió en estos resultados, indicio de un aprendizaje significativo crítico, como también, una comprensión de los conceptos de reología, involucrados en la elaboración

de comprimidos, mostrando un progreso importante en la habilidad para formular preguntas relevantes con relación a la tecnología farmacéutica. En este aspecto cabe resaltar las intervenciones y las actitudes mostradas por el subgrupo seis, en sus participaciones en el foro con base a la lectura del artículo sobre la falsificación de los medicamentos, los cuales, fueron bastante interesantes al plantear en sus explicaciones; *El problema de falsificación de medicamento está relacionado con la deshonestidad de la gente en unos casos y en otros con la ambición de obtener dinero sin mirar los perjuicios que pueden ocasionar a otra persona, nunca nos habían sugerido efectuar análisis en esa dirección.* Reconociendo así, la particularidad de las personas que fabrican medicamentos, la cual, está relacionada con la integridad y la entereza de sus acciones. Continuando luego con la valoración de las preguntas de acuerdo a la escala cualitativa y criterios de calidad establecidos en el cuadro 22, propuestos para analizar las intervenciones durante el desarrollo de la metodología de aula, con los resultados, se elaboró la tabla 24.

Tabla 24. Participación, calidad de las preguntas e intervenciones de los estudiantes en los foros.

Número de participaciones en la actividad		Calidad de la intervención	Número mínimo de intervención
Inicio	final		
5	26	Muestra que conoce el tema, aporta ideas y justifica	3 o más de 3
20	8	Muestra que conoce el tema, aporta ideas sin justificación.	2
14	5	Muestra algo sobre el tema pero no aportan nuevas ideas.	1
1	1	Realiza la intervención pero no conoce el tema ni aporta ideas.	0

De acuerdo a la información presentada en la tabla 24, se encontró que a través del proceso de enseñanza aprendizaje implementado, las intervenciones de los estudiantes en los foros, fue creciendo de manera importante, mostrando una dinámica de participación bastante activa. Encontrando, además, en sus explicaciones una buena justificación de los conceptos involucrados en los distintos problemas de una manera coherente y apropiada, con los conceptos de fuerza, deformación y flujo. Igualmente, se observó durante las actividades grupales, que los estudiantes, compartían y alcanzaban acuerdos relativos a los temas que se presentarían en las intervenciones en los foros.

- ❖ En segundo lugar, se analizó la información registrada en los trabajos con acompañamiento y en los foros, a la luz del principio programático del Aprendizaje Significativo Crítico: *Del conocimiento como lenguaje*, hallando en ellos, un mayor dominio del vocabulario de la tecnología farmacéutica, percibiéndose un enriquecimiento del lenguaje técnico, reflejando así, indicios de un aprendizaje significativo crítico de un modo global.

Asimismo, en relación con la tecnología farmacéutica como campo de conocimiento, puede decirse que los estudiantes lograron una mejor comprensión y dominio del lenguaje técnico, permitiéndoles efectuar explicitaciones más amplias y recursivas de los problemas asignados en los talleres y el informe del trabajo con acompañamiento. Pues, las explicaciones fueron adecuadas, apelando a criterios muy variados, recurriendo unas veces a la identificación de factores textuales que facilitan su comprensión como a factores de léxico, extensión del párrafo o a las operaciones discursivas, como se observa en los comentarios realizados por el subgrupo 6, cuyo trabajo se presenta en el anexo 17, *Este trabajo ayudó con el enriquecimiento de los conocimientos adquiridos en clase y el laboratorio, pues ayudó a contextualizar por medio de la indagación y la investigación, el proceso de formulación de una forma farmacéutica, iniciando desde su diseño, y pasando por el proceso de fabricación como lo es el tableteado y su empaque final. Se evidenció el grado de dificultad que presenta la formulación de un medicamento, dependiendo de las propiedades fisicoquímicas del principio activo y los excipientes a usar, y todas sus limitaciones que son muy particulares dependiendo de estos; demostrando el gran reto que tiene la industria farmacéutica en el desarrollo de nuevos productos y moléculas innovadoras. Como también el subgrupo 4, cuyo trabajo se presenta en el anexo 17. El diseño del producto granulado desde su formulación, proceso de producción hasta el envasado, permitió afianzar el conocimiento de las tecnologías usadas en el campo farmacéutico, abordar las problemáticas propias que se pueden presentar durante el desarrollo y diseño de productos y desarrollar un pensamiento crítico en lo referente a que cada metodología de producción va a depender del tipo de producto (forma farmacéutica) que quiero obtener en relación a la manera en que se pueden procesar los activos, según sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas. En la cual, se percibe un cambio importante en el lenguaje y el dominio de los conceptos fundamentales de la tecnología farmacéutica y, en especial, del concepto físico derivado de la reología.*

- ❖ El tercer y último principio programático del Aprendizaje Significativo Crítico establecido en este estudio fue el: *De la no centralización en el libro de texto, de la diversidad de materiales educativos*, cuyos resultados mostraron una buena disposición para el análisis de la información desde distintas fuentes bibliográficas, evidenciando un avance bastante significativo del estudiante en su concepción de los medicamentos, internalizando en ese sentido, la idea de la fiabilidad del conocimiento científico, admitiendo la provisionalidad e incertidumbre del mismo. También, los estudiantes reconocieron que el trabajo con acompañamiento les aportó elementos importantes en su formación como los describen en sus conclusiones al presentar el informe final.

Para valorar este principio programático de la no centralización en libros de texto, de la diversidad de material se recurrió al interrogante ¿Qué tanto material o texto revisó para elaborar el informe final del trabajo con acompañamiento? Para responder a este interrogante, se estudió las referencias bibliográficas de los informes entregados al finalizar la asignatura, elaborando con esta información, la tabla 25, en la cual, se presenta el número y las veces en que se referenció en el texto del informe.

Tabla 25. Número de referencias bibliográficas, su utilización y el número de informes recibidos en la actividad con acompañamiento.

Número de referencias bibliográficas en el informe.	Análisis y utilización de los conceptos en el texto del documento entregado.	Número de informes
11	Citaron las referencias en el texto del informe y observaron varios puntos de vista.	3
9	Citó las referencias en el texto del informe pero no se registró nada sobre los diferentes puntos de vista de los autores.	1
5	Citaron cinco referencias pero no se notó en el desarrollo del documento las diferencias planteadas por los distintos autores.	3
4	Presentó las referencias bibliográficas en el informe pero no se notó su diversidad..	1
3	Se limitó a utilizar el mínimo de referencias solicitadas para realizar el informe final pero no las analizó desde otros puntos de vista.	1

Analizadas las referencias bibliográficas y su utilización para desarrollar los distintos conceptos y la construcción del documento final del trabajo con acompañamiento, se observó que los estudiantes mejoraron en el aspecto de visualizar las distintas concepciones de los autores en cuanto a la elaboración y formulación de formas

farmacéuticas sólidas. Sin embargo, se evidenció que les es difícil considerar la información seleccionada de los distintos autores y tomar una decisión propia de acuerdo a los conceptos de la tecnología farmacéutica.

6.2.3.3 Consideraciones conclusivas del tercer estudio.

Las actividades realizadas en este tercer estudio, favoreció que los estudiantes se cuestionasen sobre la importancia de la pregunta, como medio para avanzar en procesos de aprendizaje. En ese aspecto, al reflexionar sobre el acto de preguntar, se puede analizar la expresión ¿Cómo pueden los estudiantes trascender el aprendizaje memorístico y alcanzar un aprendizaje significativo crítico y qué pueden hacer?, es probable que esta reflexión nos dirija a efectuar procesos que conduzcan a la promoción en los estudiantes de habilidades cognitivas diversas que les permitan construir preguntas que hagan posible comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar el conocimiento. Situaciones que se plantearon y se implementaron durante la realización de este estudio, propiciando mecanismos que favorecen o promueven o propician en los estudiantes la adquisición de confianza para efectuar preguntas, generando seguridad en lo que responden sin temor de enfrentar el ridículo. Aceptando y dejando claro en todas las actividades que ninguna pregunta por ingenua que parezca debe ser tomada en términos des-obligante, por el contrario, se deben cimentar y fortalecer a través del trabajo en el aula (foros y el trabajo con acompañamiento), la construcción de preguntas de alto nivel, estimulando a los estudiantes para que piensen de forma crítica.

Si realmente se pretende que los estudiantes hagan preguntas con alto nivel cognitivo, es preciso el apoyo docente para que sus estudiantes aprendan a investigar y profundizar el conocimiento, y así, lograr realizar preguntas que orienten a reflexionar, a través de la inferencia, la discusión, la argumentación o la comprobación del mismo, previniendo que se acepten conocimientos superficiales o se obtengan conclusiones no apropiadas.

Así mismo, se logró visualizar con respecto al principio programático del Aprendizaje Significativo Crítico, *Del conocimiento como lenguaje*, la adquisición por parte de los estudiantes de un enriquecimiento en el dominio del vocabulario de la tecnología farmacéutica, reflejando indicios de un aprendizaje significativo crítico de un modo global. Pues en sus explicaciones, se percibió una amplia utilización de los conceptos tanto de la física como de la tecnología farmacéutica, apelando a criterios muy variados,

recurriendo unas veces a la identificación de factores textuales que facilitan su comprensión como a factores de léxico o extensión del párrafo, como se observa en los comentarios realizados por el subgrupo 6, cuyo trabajo se presenta en el anexo 17. Como también el subgrupo 4, cuyo trabajo se presenta en el anexo 17. En los cuales, se observan cambios importantes en el lenguaje y el dominio de los elementos fundamentales de la tecnología farmacéutica y en especial de los conceptos físicos derivados de la reología.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, prometedores y pertinentes en la obtención de aprendizaje, optamos por realizar un estudio más, con la idea de visualizar y conocer los resultados académicos obtenidos con la metodología de enseñanza aprendizaje activo y otro grupo trabajado bajo la metodología tradicional. En la próxima sección se presentan las distintas acciones llevadas a cabo en el cuarto estudio y sus resultados.

Estudio IV.

*Yo no enseño a mis alumnos, solo les proporciono las
condiciones en las que puedan aprender.
Einstein, 1879-1955.*

6.2.4 Estudio IV. Cohorte 2011-1. Estudiantes de Farmacotecnia I de la Universidad de Antioquia, Medellín.

El cuarto estudio, corresponde a la última intervención realizada para alcanzar los objetivos de la tesis, planteados en el capítulo I. El propósito de este trabajo, es explicar la potencialidad de la metodología de enseñanza aprendizaje activa implementada, hacer un seguimiento del proceso de aprendizaje de los conceptos de reología involucrados en el desarrollo de los medicamentos, valorando éste, en función de si el alumno podría resolver problemas inherentes a la producción de formas farmacéuticas sólidas, durante el desarrollo de los talleres, el trabajo con acompañamiento y los foros establecidos en la asignatura Farmacotecnia I y compararlos con los resultados obtenidos del grupo denominando testigo, en la que se impartió la enseñanza bajo metodología tradicional.

6.2.4. 1 Objetivos generales del cuarto estudio.

- Analizar y conocer si la metodología de enseñanza aprendizaje activa implementado, mejora el rendimiento académico de los estudiantes del curso Farmacotecnia I, en comparación con la metodología tradicional.
- Valorar si la contribución de las actividades con acompañamiento y la resolución de problemas mediante la metodología enseñanza-aprendizaje activa implementada en la asignatura Farmacotecnia I favorecen el aprendizaje significativo y crítico de la red de conceptos de reología.

6.2.4. 2 Objetivos específicos u orientadores

- Valorar la adquisición por parte de los estudiantes de la habilidad para analizar los conceptos de la Tecnología Farmacéutica, presentados por diferentes autores de una forma crítica, que les permita la detección de los distintos puntos de vista como estrategia para la validación y perfeccionamiento del aprendizaje de éstos conceptos. **Asociado al principio De la no centralización en el libro de texto, de la diversidad de materiales educativos.**

- Determinar la contribución del trabajo con acompañamiento, así como, los talleres en la evolución del lenguaje técnico en los estudiantes de la asignatura Farmacotecnia I. **Asociado al principio Del conocimiento como lenguaje:**

6.2.4.3 Contexto en el cual se llevó a cabo el estudio.

El estudio fue realizado con un grupo de 40 estudiantes que se encontraban cursando la asignatura Farmacotecnia I del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquía, en la cual, se implementó la propuesta metodológica y otro grupo paralelo de la misma asignatura, denominado para el caso *Testigo* conformado por 40 alumnos, en donde se impartió el curso con la metodología tradicional. Cada grupo se consideró como un estudio de caso colectivo (Stake, 1998) y una unidad para su análisis. El trabajo fue realizado durante el primer semestre académico de 2011, con una intensidad de cuatro horas semanales divididas en secciones de dos horas (los jueves y viernes) y para ese entonces, los estudiantes participantes en él, habían cursado la asignatura Física I, único curso en el currículo del programa.

6.2.4.4 Etapas en las cuales se llevó a cabo el cuarto estudio.

Este proceso de investigación se llevó a cabo por medio de la intervención directa en el aula de clase, buscando favorecer la interacción profesor-alumno- metodología, el cual, estuvo conformado por tres etapas fundamentales. Estos ciclos con sus respectivas actividades, instrumentos, objetivos y duración, se presentan en el cuadro 23.

Cuadro 23. Etapas, actividades, instrumentos de recolección de datos implementados, objetivos y duración del estudio 4.

Etapas	Actividades e instrumentos de recolección de datos	Objetivo	Duración
Recolección de información inicial.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Conocer el dominio que tenían los estudiantes acerca de los principales conceptos de la dinámica Newtoniana y la elasticidad de Hooke a los dos grupos de estudiantes.	2 horas.
Propuesta didáctica.	1. Lectura crítica y discusión del artículo “Evaluación tecnológica del sólido pulverulento obtenido de la planta <i>Parthenium hysterophorus L.</i> con un propósito farmacéutico. Saucedo-Hernández, et al. 2011.	Proporcionar elementos para desarrollar de manera adecuada los trabajos con acompañamiento, foros y el análisis crítico sobre los problemas de los sólidos pulverulentos.	4 horas
	2. Formulación de preguntas por parte de los estudiantes a partir de situaciones y errores en el manejo de los medicamentos.	Promover la formulación de preguntas de interés para situaciones problemas propuestas. Dar a conocer los elementos y los distintos criterios que se utilizaran en el desarrollo de esta actividad en el aula.	2 hora
	3. Presentación de los talleres de resolución de problemas como una actividad presencial al finalizar cada unidad temática, en la cual, los estudiantes de la asignatura Farmacotecnia I, se agrupan en sub-grupos de cinco alumnos.	Familiarizar a los alumnos con la resolución de problemas y las distintas etapas que se abordará para su implementación.	1 hora
	4. Abordaje de la temática sobre los sólidos pulverulentos en la elaboración de formas farmacéuticas implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Implementar en el aula la relación de los distintos conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke con los sólidos pulverulentos.	10 horas
	5. Abordaje de la temática acerca de los procesos de producción de tabletas o comprimidos implementando la metodología de enseñanza aprendizaje activo.	Desarrollar y relacionar los conceptos de la red conceptual reología con los elementos propios de la producción de comprimidos.	12 horas
Recolección de la información final.	<i>Test-conceptual-reología</i> ¹ .	Detectar alguna posible evolución de los estudiantes en la comprensión de los conceptos involucrados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas en los dos grupos.	2 horas.
	Seguimiento en los foros, los talleres y la evaluación final de la asignatura Farmacotecnia I.		
	Entrevista semi-estructurada	Percibir el significado atribuido por los estudiantes seleccionados a los distintos procesos farmacéuticos abordados en el estudio.	3 horas.

El instrumento *Test-conceptual-reología*¹ utilizado en el momento inicial (Pretest) y después de la implementación de la metodología (Postest) fue el mismo.

6.2.4.4.1 Recolección de la información inicial. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6).

En una sección inicial previa a la intervención con la metodología de enseñanza aprendizaje activa, se aplicó *el test-conceptual-reología*, el cual, tuvo una duración de dos horas. En coherencia con el referente teórico abordado, con la prueba, se pretendió identificar los conceptos previos (acerca de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke) disponibles en la estructura de conocimiento de los 40 estudiantes de ambos cursos de Farmacotecnia I (intervención y el testigo) del programa de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia y así, a partir de esos resultados, incorporar las actividades programadas en la metodología de enseñanza aprendizaje activa, que posibiliten que los estudiantes efectúen algunas relaciones entre estos conocimientos, y los conceptos de reología requeridos en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. El instrumento fue el mismo que se utilizó en el estudio uno, en donde fue descrito su conformación y la agrupación de los distintos ítems que la integran (p. 175).

Es pertinente enfatizar, que en el marco de las teorías del Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Significativo Crítico, es fundamental tener en cuenta los conocimientos iniciales de los estudiantes y establecer una relación coherente entre lo que los alumnos saben y los nuevos conocimientos. Sin embargo, no se trata de indagar exactamente todo lo que un alumno sabe -cosa bastante inviable según Barberà (1999)-, sino de determinar los conocimientos iniciales de los alumnos que posibiliten el nuevo aprendizaje. En el caso particular del aprendizaje de las Ciencias y, en especial, el de la tecnología farmacéutica, juegan un papel esencial las ideas previas de los alumnos, por lo que es necesario profundizar en sus estructuras cognitivas para enriquecerlas y reorganizarlas. Por esta razón, no se pueden aislar a la hora de planificar la enseñanza, los conocimientos y dificultades iniciales de los alumnos en relación con la temática específica.

En este sentido, nuestro marco conceptual constructivista señala tres elementos básicos que se interrelacionan y que determinan lo que se denomina el estado inicial de los alumnos (Miras, 1999; p. 48). *La disposición de los alumnos frente al aprendizaje. Las capacidades, instrumentos, estrategias y habilidades de las que disponen los alumnos*

para llevar a cabo el proceso. Los conocimientos previos. Posibilitándose así, que el docente tenga una visión completa de lo que está sucediendo en procesos de enseñanza aprendizaje.

6.2.4.4.2 Metodología de enseñanza aprendizaje activa.

La metodología de enseñanza aprendizaje activa concreta, incluyó varias actividades que tuvieron como propósito favorecer en el estudiante una actitud crítica y reflexiva en relación con la metodología tradicional utilizada en los cursos de Tecnología Farmacéutica I. Así mismo, se pretendió conocer la contribución de esta estrategia, para que los estudiantes formularan preguntas apropiadas, como también, la utilización de diversos materiales y el dominio del lenguaje del campo de la tecnología farmacéutica, de acuerdo con los postulados de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005) y el Aprendizaje Significativo de Ausubel (2002).

Las actividades con acompañamiento, los talleres y la resolución de problemas, formaron parte de la asignatura Farmacotecnia I. Estas acciones y sus respectivos instrumentos de recolección de información, fueron descritos y explicitados en los capítulos pertinentes de esta investigación (ver Cap. 4 y 5 respectivamente).

La labor del docente, en este estudio, estuvo centrada en diseñar y presentar escenarios de enseñanza aprendizaje que, teniendo en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, posibilitasen el proceso de asimilación y acomodación de los nuevos significados objeto de aprendizaje y operaciones asociadas a él. Por supuesto, asumiendo que los estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, tenían la disposición y querían *aprender* los distintos conceptos tratados, y así, partir de estos conocimientos, cuestionarlos, transformarlos o construir nuevos, para luego, propiciar que estos significados se compartan con el resto de alumnos y el profesor.

Para lograr los objetivos del cuarto estudio, el trabajo realizado se enfocó en las siguientes actividades.

6.2.4.4.2.1 La primera actividad, programada se ejecutó alrededor de la lectura y discusión del documento elaborado por Saucedo-Hernández, et al., (2011) *Evaluación tecnológica del sólido pulverulento obtenido de la planta Parthenium hysterophorus L.*

con un propósito farmacéutico. Con base en la lectura del artículo, se solicitó a los estudiantes, identificar los conceptos involucrados, las teorías que explican –el mecanismo de acción– de los diferentes principios activos que conforman el producto, realizando, además, una serie de reflexiones sobre las implicaciones que conlleva el tener varios fármacos en un mismo medicamento, desde el punto de vista de las Buenas Prácticas de Manufactura, como también, su influencia en la salud de la población. Estimulando, además, la formulación de preguntas que posibilitasen el análisis de estos procesos en el organismo, con el propósito fundamental de involucrar a los estudiantes con elementos y conceptos propios de la reología en la elaboración de fórmulas de productos farmacéuticos sólidos.

A modo de resumen, en el cuadro 24, se presentan las actividades programadas en la metodología de enseñanza aprendizaje activa implementada en la asignatura Farmacotecnia I, con relación al principio programático de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: **Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.**

Cuadro 24. Actividades programadas en la propuesta de enseñanza-aprendizaje con relación al principio programático **Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas del Aprendizaje Significativo Crítico.**

Actividades e instrumentos para la recolección de información.	Objetivos	Duración
1. Lectura crítica y discusión del artículo: Evaluación tecnológica del sólido pulverulento obtenido de la planta <i>Parthenium hysterophorus L.</i> con un propósito farmacéutico. Saucedo-Hernández, et al., (2011), en el cual se realizaba el análisis de las razones que impulsaron a la OMS, a establecer las Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de medicamentos. En esta actividad los estudiantes identificaron elementos como: teorías, conceptos y se les incitó a formular preguntas de interés para el análisis de la problemática.	Proporcionar elementos para desarrollar de manera adecuada los trabajos con acompañamientos, foros y el análisis crítico de los problemas de los medicamentos, a través de la formulación de preguntas.	4 horas (2 secciones).
2. Formulación de preguntas por parte de los estudiantes a partir de situaciones problema referentes a la Tecnología Farmacéutica.	Suscitar la formulación de preguntas de interés para resolver problemas en el marco de la tecnología farmacéutica.	2 horas.
3. Foros de discusión, trabajos de acompañamiento y talleres de resolución de problemas: los estudiantes formularon preguntas susceptibles de ser respondidas a partir de la interacción con los compañeros y el profesor.	Facilitar la formulación de preguntas a partir de la interacción estudiante-estudiante y profesor-estudiante.	6 horas (3 secciones).
4. Abordaje de los conceptos referentes a los sólidos pulverulentos en la elaboración de formas farmacéuticas, prestando especial atención a la formulación de preguntas centradas en los medicamentos sólidos.	Propiciar en los alumnos la capacidad para formular preguntas a partir de los temas farmacéuticos.	10 horas (5 secciones)

6.2.4.4.2.2 La segunda actividad, se desarrolló en base a la formulación de preguntas acerca de los conceptos; granulación y compresión, planteadas en los problemas y en el trabajo con acompañamiento, referentes al flujo, tamaño, elasticidad de las partículas sólidas, propios de la elaboración de medicamentos, por ejemplo ¿Cómo resolvería el caso, si usted se enfrentara al siguiente problema?: Un granulado que no cumple con la prueba del ángulo de reposo? o una tableta que presenta una dureza excesiva? o un sólido pulverulento que tiene una deficiente compactación? o un comprimido que no se desintegra?.

Estos escenarios fueron implementados con el propósito de promover en los estudiantes la formulación de preguntas en relación con los conceptos físicos (fuerza, movimiento, deformación), involucrados y la red de nociones de la reología.

6.2.4.4.2.3 En la tercera actividad, se continuó con la tarea de enseñar a los estudiantes la forma de abordar los talleres y los trabajos con acompañamiento y así, obtener información que nos permitiera poseer indicios de un Aprendizaje Significativo Crítico. Es pertinente resaltar que los talleres y el trabajo con acompañamiento desarrollados en la metodología de enseñanza aprendizaje en esta investigación, tienen la siguiente connotación.

- ✓ **Los talleres.** Fueron concebidos como una forma de organizar las actividades, con la intencionalidad de favorecer la iniciativa de los participantes en la búsqueda de soluciones a los interrogantes planteados, así como, la estimulación al dialogo y la intervención en las discusiones de los distintos temas establecidos en la asignatura Farmacotecnia I, proporcionando los medios que posibiliten que los estudiantes apliquen los conocimientos ya adquiridos en el curso de Física, a situaciones relacionadas con la elaboración de tabletas, y así, introducir un concepto nuevo, motivándolos a consultar en las referencias bibliográficas. Los talleres se desarrollaron en grupo de cinco o seis estudiantes, de modo informal sin un protocolo rígido para propiciar el debate y la participación, con una duración de hora y media cada tres semanas.
- ✓ **Trabajo con acompañamiento.** El acompañamiento es una forma de *tutoría* que como método ha sido conocido desde la antigüedad. Meuler (1988), sostiene que

quien se deja acompañar sabe a dónde quiere ir. Desde el punto de vista técnico, el acompañamiento es un elemento indirecto de revisión sobre las acciones de trabajo del alumno.

En lo referente a actitudes y procesos de relación interpersonal, hace énfasis en el desarrollo de seguridad, confianza y mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje del acompañado. Aquí se pone en práctica, la enseñanza y la comunicación para que, tanto el acompañante como el acompañado aprendan a conocer con mayor precisión, las interacciones personales más adecuadas para desarrollar la labor. En esta actividad de mediación, como proceso para lograr el avance del estudiante en el desarrollo de la temática, actúa como apoyo, interponiéndose entre el alumno y su entorno, para ayudarle a organizar y a ampliar los diferentes conceptos involucrados en el trabajo, facilitando de esta manera la aplicación de los nuevos conceptos al problema que se le ha presentado.

Esta actividad, fue diseñada a partir de los objetivos de la asignatura Farmacotecnia I y realizado en subgrupo de cuatro a cinco estudiantes, con una duración de 16 semanas que conforman el semestre, el cual, genera al finalizar la actividad, un informe en donde el subgrupo, presenta un tema en concreto desarrollado, planteando en él, una aplicación que dé cuenta de la utilidad o importancia de estos conocimientos impartidos en la asignatura en su formación como estudiante de Química Farmacéutica.

6.2.4.4.2.4 La cuarta y quinta actividad, aportan los contenidos correspondientes a las unidades temáticas relacionadas con la elaboración de formas farmacéuticas sólidas en la asignatura Farmacotecnia I, las cuales, fueron abordadas a través de la exposición abierta, con interrupciones que permitiesen efectuar preguntas, comentarios, críticas, reflexiones y cuestionamiento, siguiendo siempre los postulados de la Teoría del Aprendizaje Significativo, en la cual, se favorece la adquisición, la asimilación y la retención del contenido del curso.

Los temas tratados en la cuarta y quinta actividad fueron las siguientes:

- Estructura de los sólidos, caracterización, micronización-mononización.

- Granulometría y Micro-merítica, Frecuencia, Diámetro promedio, Friabilidad, Ángulo de reposo, Índice de Carr, Humedad de equilibrio, Reología de los sólidos pulverulentos.
- Tecnología de elaboración de comprimidos, Método de elaboración, Componentes, Materia prima, Equipos, Propiedades de deformación y mecánica de los materiales

Durante todas las acciones, hubo acompañamiento permanente a los estudiantes por parte del profesor investigador, con la finalidad de atender sus inquietudes, relacionadas tanto, con la claridad de los conceptos involucrados en la red conceptual reológica, como, con aspecto físico y matemáticos de los problemas seleccionados. Además, se les entregó un listado de textos y documentos de apoyo para complementar las notas de clases.

6.2.4.4 Entrevista semi-estructurada reologica (Anexo 7). En una sesión posterior a la aplicación del Test-conceptual-reología y atendiendo al protocolo de entrevista semi-estructurada, se entrevistó de modo individual a cada uno de los estudiantes seleccionados. Los criterios utilizados para la selección de los alumnos objeto de las entrevistas, fueron establecidos a partir de los resultados obtenidos en el test-conceptual-reología de la siguiente forma:

- a. Si respondieron científicamente correcto y efectuaron la justificación correctamente.
- b. Si respondieron científicamente incorrecto y efectuaron la justificación correctamente.
- c. Si respondieron científicamente correcto y efectuaron la justificación incorrecta.
- d. Si respondieron científicamente incorrecto y efectuaron la justificación incorrecta.

Por cada uno de los literales señalados anteriormente, se escogió al azar dos estudiantes tanto del grupo intervenido como del testigo y se les aplicó la entrevista, la cual, fue diseñada de tal manera que posibilitara un dialogo fluido en el que los entrevistados pudiesen expresar libremente sus opiniones y hacer los comentarios que considerasen necesarios.

El propósito de las entrevistas fue corroborar y validar las respuestas registradas en las actividades, como en el instrumento aplicado antes y después de la intervención con la

metodología de enseñanza aprendizaje activa, y así, poseer los elementos que me permitiese explicar los cambios y la evolución de los estudiantes en la utilización de los conceptos de reología, aplicados a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Estas entrevistas fueron grabadas y posteriormente transcritas por el investigador de manera textual.

6.2.4.4.5 Recolección de la información final. Aplicación del Test-conceptual-reología (Anexo 6).

Finalizando el proceso de enseñanza aprendizaje activa, con el material potencialmente significativo, se empleó nuevamente el Test-conceptual-reología en este caso como *postest*, con el objeto de obtener información relacionada con la comprensión lograda por los estudiantes acerca de los conceptos de dinámica Newtoniana y la elasticidad Hookeriana, y su aplicación en las actividades con acompañamiento y resolución de problemas. Sin embargo, es importante indicar que dicha comprensión y aplicación fue fundamentalmente valorada a partir de las diferentes actividades implementadas a lo largo del estudio.

6.2.4.4.5 1 Presentación de resultados del estudio cuatro.

En esta sección se presenta un análisis tanto cuantitativo como cualitativo de la información obtenida, a partir de las diferentes actividades e instrumentos utilizados durante la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje activo. El examen de los registros derivados del *pretest* y *postest*, observaciones, talleres, resolución de problemas, las intervenciones en los foros y los trabajos con acompañamiento efectuados por los alumnos, fue realizado a través de un análisis descriptivo e interpretativo.

A continuación, se presentan los resultados y las discusiones más relevantes de los registros obtenidos en el estudio.

6.2.4.4.5.1.1 Análisis y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I (metodología enseñanza aprendizaje activa y metodología tradicional) en el momento inicial.

- ✓ Resultados obtenidos de la aplicación del instrumento Test-conceptual-reología en el momento inicial a los dos grupos participantes en la investigación (intervención y testigo)

El análisis de la información recolectada en el primer momento a los estudiantes de los dos grupos (intervenido y testigo), se realizó a través de una comparación de los registros obtenidos, con la finalidad de conocer y constatar los conocimientos iniciales de física con respecto a fuerza, movimiento, deformación y densidad, y su posible aplicación en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Para ello, se estudiaron por separados las respuestas emitidas por los alumnos a los distintos bloques de interrogantes del instrumento de la siguiente manera:

El primer subgrupo o bloque de ítems (propiedades básicas) del instrumento, en las cuales, se indaga sobre los conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke, requeridos para abordar los fenómenos físicos de interés para la tecnología farmacéutica, tales como: flujo, deformación, movimiento de partículas, relacionados con la caracterización e importancia de los sólidos pulverulentos, su procesamiento y su comportamiento reológico.

En estas respuestas, se percibe, que conocen las definiciones de estos conceptos físicos, pero no logran aplicarlos en forma científicamente correcta, como se muestra a modo de ejemplo en el cuadro 25, en donde se compararon las respuestas obtenidas a estos ítems, de un alumno del grupo a intervenir y un estudiante del grupo testigo.

Cuadro 25. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).

Propiedades Básicas		Estudiante del grupo a intervenir.	Estudiante del grupo testigo.
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos.	<i>Algunos principios activos en esta forma se facilitan su absorción debido a una mejor área de superficie, lo que mejora su disolución.</i>	<i>Los productos en forma de polvo, son de fácil uso por parte de los ancianos y niños.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas.	<i>Son complejas algunas propiedades.</i>	<i>La densidad de las sustancias.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas	<i>El tamizado: permite un tamaño o rango de tamaño según la malla utilizada, de acuerdo a lo indicado en los documentos de la USP.</i>	<i>El peso de las sustancias que intervienen en la formulación.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>Cuando se llevan los sólidos a través de tuberías de un tanque a otro, el tamaño de las partículas es importante.</i>	<i>Cuando se traslada un sólido pulverulento de recipiente a otro recipiente, el tamaño de las partículas es importante.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>Para obtener un granulo más grande.</i>	<i>Para que pueda intervenir en los distintos circuitos de producción.</i>

En el caso del ejemplo, presentado en el cuadro 25, el alumno a intervenir responde al ítem C, *El tamizado: permite un tamaño o rango de tamaño según la malla utilizada, de acuerdo a lo indicado en los documentos de la USP*, y el estudiante del grupo testigo, responde al mismo ítem C; *El peso de las sustancias que intervienen en la formulación*, se observa que los estudiantes asocian los conceptos físicos que poseen sobre la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, para describir algunos términos propios de la tecnología farmacéutica, percibiéndose en esa comparación, que los alumnos en su abordaje inicial, los relacionan en una forma no apropiada de acuerdo a las definiciones establecidas en los distintos textos de Física, como también, se aprecia el uso de los conceptos: densidad, tamaño, peso, de una manera no adecuada.

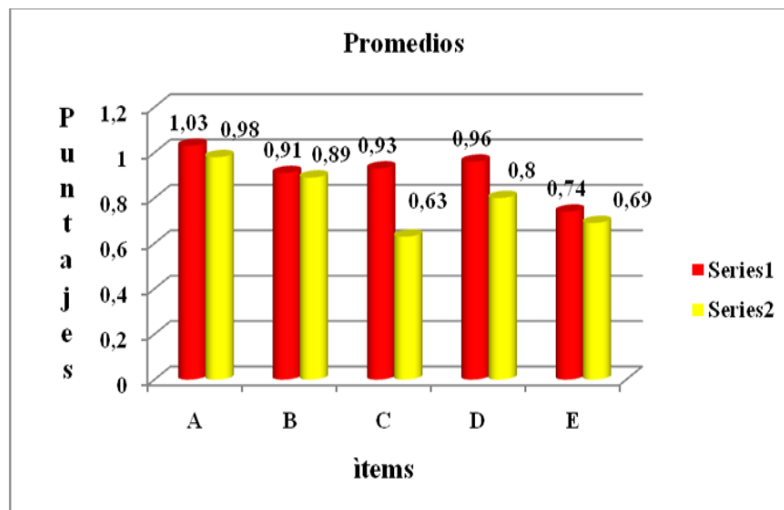
Adicionalmente, si analizamos las respuestas emitidas en el ítem B; por el estudiante del grupo a intervenir; en el cual, nos dice: *Son complejas algunas propiedades*, y la del alumno del grupo testigo; donde manifiesta: *La densidad de las sustancias*. Se lee claramente que han tenido contacto con las definiciones de los conceptos, pero al momento de aplicarlos a una situación en particular (elaboración de medicamentos sólidos), no les es posible utilizarlos correctamente para resolver el caso específico del problema.

De ahí y para efecto del estudio, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo), fueron analizadas de igual forma, a la presentada en el ejemplo del cuadro 25. Asignándoles posteriormente a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo con los criterios mostrados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), y así, con los datos obtenidos, elaborar un gráfico, y visualizar mejor, el estado inicial de los alumnos participantes en la investigación. En la tabla 26, se presentan los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (intervención y testigo) con relación a estos ítems del instrumento.

Tabla 26. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).

Ítems subgrupo PB.	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	A intervenir	Testigo	A intervenir	Testigo
A	41,0	39,5	1,03	0,98
B	36,5	35,5	0,91	0,89
C	37,0	36,0	0,93	0,63
D	38,5	32,0	0,96	0,80
E	29,5	27,5	0,74	0,69

Con los datos presentados en la tabla 26, se elaboró el gráfico 16. El cual, nos permitió visualizar el estado inicial de los alumnos participantes en el estudio, con respecto a las distintas definiciones establecidas en la dinámica newtoniana y la elasticidad Hooke.



Gráfica 16. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) en los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología.

En la gráfica 16, vemos que los estudiantes, participantes en el estudio conocen las definiciones relacionadas con la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke, requeridos para abordar las temáticas de la tecnología farmacéutica, y en esa medida, el investigador percibe que poseen los elementos básicos necesarios para afrontar el proceso de enseñanza – aprendizaje activa, implementado en la asignatura Farmacotecnia I.

Así mismo, en las respuestas del segundo subgrupo o bloque de ítems del instrumento, correspondientes a los Procesos de manufactura, se encontró que los estudiantes conocen las distintas definiciones (tamaño, distribución y forma de las partículas), pero no las asocian o relacionan con los conceptos propios de la tecnología farmacéutica, de manera coherente de acuerdo con los distintos textos utilizados. Apareciéndose en ellas, que conocen los conceptos físicos, pero no logran referirlos ni utilizarlos en forma apropiada con la temática de la tecnología farmacéutica, como se muestra a modo de ejemplo en el cuadro 26, en donde se efectuó una comparación de las respuestas obtenidas a estos ítems, de un alumno del grupo a intervenir y un estudiante del grupo testigo.

Cuadro 26. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de manufactura al Test-conceptual-reología, en el primer momento obtenidos por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).

Procesos de Manufactura		Estudiante del grupo a intervenir.	Estudiante del grupo testigo
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de las partículas.	<i>Son propiedades asociadas que me permiten determinar la relación entre la solubilidad y la absorción del principio activo.</i>	<i>Son análisis de calidad de la materia prima.</i>
B	Da cuenta de conceptos, tales como, presión, adsorción.	<i>No conozco sobre el sistema BET.</i>	<i>Para calcular el las dimensiones de la partícula.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad	<i>En algunos casos se puede llegar a polimorfos, o cuando el tamaño de la partícula es demasiado grande dificulta su agrupación, al igual que la humedad absorbida y las cargas electrostáticas.</i>	<i>Cuando se traslada un polvo de recipiente a otro recipiente.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, flujo.	<i>Solo describe que no conoce el término.</i>	<i>Cuando se desplaza un sólido.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableteado	<i>Es el proceso que se realiza para que una sustancia solida pueda compactarse o determinar qué tan compacta está para obtener un granulo más grande.</i>	<i>Cuando se tritura una partícula grande en partículas más pequeñas.</i>

A partir de esta información aportada por los estudiantes inicialmente, se puede ver que ellos asocian los conceptos físicos (flujo, movimiento dureza, etc.) que poseen, para describir conceptos más concretos de la tecnología farmacéutica, llevándolos en este caso a formular respuestas no apropiadas. Si analizamos a modo de ejemplo, la información presentada en el cuadro 26, de un estudiante del grupo a intervenir en el ítem A, el cual, responde: *Son propiedades asociadas que me permiten determinar la relación entre la solubilidad y la absorción del principio activo*, leemos en sus explicaciones que utiliza las definiciones de tamaño y la forma de las partículas, para describir características de las formas farmacéuticas sólidas, como solubilidad, requisito fundamental de estos medicamentos, pero la forma de relacionarlos, por parte del alumno no es del todo correcto, de acuerdo con las definiciones planteadas en los textos

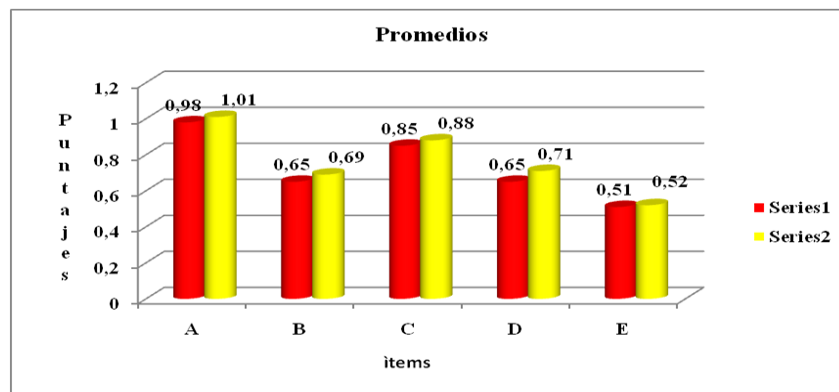
de referencia para el curso de tecnología farmacéutica. Del mismo modo, si estudiamos la respuesta proporcionada por el estudiante del grupo testigo al mismo ítem A: *Son análisis de calidad de la materia prima*, vemos en su explicación, que sólo relaciona estas definiciones con pruebas de calidad, que se efectúan al producto terminado o a la materia prima, sin llegar a describir ningún concepto físico asociado al análisis. Percibiéndose en la información, que han tenido contacto con las definiciones de los conceptos (solubilidad, tamaño, peso y densidad), pero en el momento de utilizarlos en una situación en particular, no le es posible efectuar las interpretaciones necesarias para resolver el problema en concreto.

Para efecto del estudio, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo), fueron analizadas de igual manera a la realizada en el ejemplo presentado en el cuadro 26. Posteriormente, se le asignaron a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo a los criterios planteados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con la finalidad de elaborar un gráfico, y así visualizar, el estado inicial de los alumnos del estudio. En la tabla 27, se presentan los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) con relación a estos ítems del instrumento.

Tabla 27. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de Manufactura del Test-conceptual-reología, en el primer momento, obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).

Ítems Procesos de Manufactura	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	A intervenir	Testigo	A intervenir	Testigo
A	39,0	40,5	0,98	1,01
B	26,0	27,5	0,65	0,69
C	34,0	35,0	0,85	0,88
D	26,0	28,5	0,65	0,71
E	20,5	21,0	0,51	0,52

Con los datos presentados en la tabla 27, se elaboró el gráfico 17, la cual, nos permitió concebir el estado inicial de los estudiantes participantes en el estudio, con respecto a las distintas definiciones físicas (solubilidad, tamaño, peso, densidad, distribución y forma de las partículas) y como eran inicialmente relacionadas con los conceptos de la tecnología farmacéutica.



Gráfica 17. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) a los ítems que conformaron el subgrupo Procesos de manufactura al Test-conceptual-reología.

En la gráfica 17, observamos que los estudiantes participantes, poseen las definiciones de los conceptos básicos (solubilidad, tamaño, peso y densidad), requeridos para interpretar y entender los procesos de manufactura, y en esa medida el investigador, concibe que tienen los elementos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, que les permitirán relacionarlos de una manera coherente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje activa de la asignatura Farmacotecnia I.

De igual manera que las secciones anteriores, se procedió con el análisis de la información obtenida en el tercer subgrupo de ítems Conceptos de la tecnología farmacéutica, en los cuales, se observa que los estudiantes no asocian los conceptos físicos (flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de las partículas que intervienen en las distintas formulaciones), de manera coherente con respecto a los conceptos (mezclado y compresión), necesarios en el proceso de producción de formas farmacéuticas sólidas. Apreciándose en sus respuestas, que conocen los conceptos físicos (fuerza y movimiento), pero no logran relacionarlos ni utilizarlos en forma adecuada con la temática de la tecnología farmacéutica, como se presenta a modo de ejemplo en el cuadro 27, las respuestas de dos alumnos, uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo.

Cuadro 27. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la tecnología farmacéutica al Test-conceptual-reología, en el primer momento por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo a intervenir y otro del grupo testigo).

Conceptos de la tecnología farmacéutica		Estudiante del grupo a intervenir	Estudiante del grupo testigo.
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>Es la medida de una superficie, es decir se mide la superficie desde un punto a su otro extremo que pase por el centro de esta.</i>	<i>Es la medida de un cuerpo sólido aproximándolo a un círculo.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>Es la precipitación de distintas sustancias debido a su mayor densidad al medio que se encuentran en un estado de reposo.</i>	<i>Es el desplazamiento de las partículas.</i>
C	Explicación de las fuerzas existentes entre partículas.	<i>Es la unión o fuerza con que se atraen diversas partículas de la misma naturaleza.</i>	<i>Cuando se conservan juntas las partículas sólidas.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado y la segregación.	<i>Entre las fuerzas que impiden el flujo de las partículas, el estudiante relaciona: tamaño de partícula, densidad, polimorfismo y fuerza de cohesión Entre las fuerzas que promueven el flujo relaciona Fuerzas electrolíticas.</i>	<i>No me acuerdo del concepto.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado plástico o elástico.	<i>Presión inadecuada, no fue la suficiente presión para lograr un comprimido estable.</i>	<i>Punto de deformación de las partículas.</i>

A partir de la información recibida inicialmente en este subgrupo de interrogantes, se puede inferir que los estudiantes utilizan los conceptos físicos de área superficial, tamaño de la partícula que poseen, para describir los temas concretos de la tecnología farmacéutica referentes a: esfera equivalente, forma y tamaño de las partículas, conduciéndolos en unos casos, a emitir juicios o explicaciones que no son apropiados o no se ajustan a los conceptos científicamente aceptados. Por ejemplo, la respuesta dada por el estudiante del grupo a intervenir en el ítem A. *Es la medida de una superficie, es decir, se mide la superficie desde un punto a su otro extremo que pase por el centro de esta*, el concepto físico que se estudia en este caso, corresponde al tamaño de las partículas, la cual, requiere para su resolución que el alumno se plantee una forma de

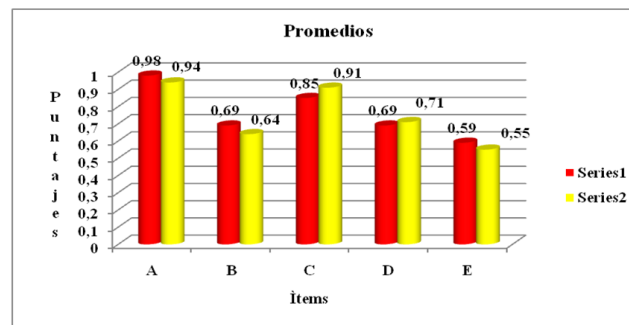
calcular su tamaño, para ello, se puede recurrir al proceso de sedimentación de una dispersión, en donde las partículas recorren un espacio durante un tiempo antes de depositarse en el fondo del recipiente, este procedimiento nos proporciona elementos para explicar cómo es el flujo, cómo también, el tamaño de la partícula. Así mismo, al analizar la respuesta del estudiante testigo, al mismo ítem A, en donde nos manifiesta: *Es la medida de un cuerpo sólido aproximándolo a un círculo*, vemos que su explicación está relacionada con una forma de conocer el tamaño de la partícula, al describir la esfera equivalente o diámetro de la esfera equivalente, proporcionándonos esquemas que indican cómo obtener el tamaño del granulo sólido, pero no facilita ningún elemento que permita entender el flujo de la partícula.

Para efecto del estudio, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo), fueron analizadas de igual manera a la realizada en el ejemplo presentado en el cuadro 27. Para luego asignarles a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo a los criterios planteados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133), con la finalidad de elaborar un gráfico, y así visualizar, el estado inicial de los alumnos del estudio. En la tabla 28, se presentan los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) con relación a estos ítems del instrumento.

Tabla 28. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica del Test-conceptual-reología, en el primer momento por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo).

Ítems Conceptos de la Tecnología Farmacéutica.	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	A intervenir	Testigo	A intervenir	Testigo
A	39,0	37,5	0,98	0,94
B	27,5	25,5	0,69	0,64
C	34,0	36,5	0,85	0,91
D	27,5	28,5	0,69	0,71
E	23,5	22,0	0,59	0,55

Los datos presentados en la tabla 28, y llevados al gráfico 18, nos permitieron visualizar el estado inicial de los estudiantes que participaron en el desarrollo del cuarto estudio.



Gráfica 18. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (a intervenir y testigo) a los ítems que conformaron el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica al Test-conceptual-reología.

De los datos registrados en la gráfica 18, se observa que los estudiantes, aunque no conocen los conceptos de la tecnología farmacéutica, son capaces de relacionarlos con algunos conceptos físicos (fuerza, flujo, elasticidad, plasticidad, deformación) en una buena medida, de acuerdo con las definiciones establecidas en las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación.

Estos resultados, obtenidos en el momento inicial y registrado en los gráficos 16, 17 y 18, nos permitieron en alguna medida conocer la formación y la afinidad de los grupos participantes en el estudio, en cuanto a: ¿Con qué cuentan los alumnos al iniciar el proceso de investigación? ¿Cuál es la base en Física que poseen los alumnos, desde la que, mediante la intervención y mediación necesaria, pueden llevar a cabo las actividades constructivas que supone aprender algo de un modo significativo? A grandes rasgos, la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, señala algunos elementos básicos que determinan lo que se denomina el estado inicial de los estudiantes al momento de iniciar un proceso de enseñanza aprendizaje.

En primer lugar, los estudiantes deben presentar una determinada disposición para llevar a cabo el aprendizaje que se les plantea. Esta disposición con la que abordan la situación de aprendizaje de nuevos contenidos no es, en general, algo inexplicable, sino que surge como resultado de la concurrencia de numerosos factores de índole personal e interpersonal. El grado de equilibrio personal del alumno, su autoimagen y autoestima, sus experiencias anteriores de aprendizaje, su capacidad de asumir riesgos y esfuerzos, de pedir, dar y recibir ayuda, son algunos aspectos de tipo personal que desempeñan un papel importante en la disposición del alumno frente al aprendizaje, sin embargo, éstos no son los únicos factores que pueden incidir en esta disposición.

En segundo lugar, ante cualquier situación de aprendizaje, los alumnos disponen de determinadas capacidades, instrumentos, estrategias y habilidades generales para llevar a cabo el proceso. Por una parte, el estudiante cuenta con determinadas capacidades cognitivas generales, razonamiento y memoria que le van a permitir un determinado grado de comprensión y realización de la tarea. Pero estas capacidades generales no son únicamente de carácter intelectual o cognitivo. El alumno cuenta también con determinadas capacidades de tipo motriz, de equilibrio personal y de relación interpersonal. Por otra parte, y en estrecha interrelación con dichas capacidades, para llevar a cabo el aprendizaje, el alumno dispone de un conjunto de estrategias y habilidades que ha ido adquiriendo en distintos contextos a lo largo de su desarrollo (Vygotsky, 1988), y de manera especial, en asignaturas anteriores recibidas en los distintos semestres que ha cursado en la universidad. Instrumentos como el lenguaje, la representación gráfica y numérica, estrategias generales para buscar y organizar información o para escribir reflexivamente sobre los conceptos de Física, son algunos ejemplos de este conjunto de recursos de tipo general que pueden formar parte, en una u otra medida, del repertorio inicial del alumno y con los que cuenta (o no) para afrontar el aprendizaje del nuevo contenido.

Es indudable que los aspectos globales que acabamos de mencionar, constituyen elementos importantes del perfil de los alumnos al iniciar el proceso de enseñanza aprendizaje y, en este sentido, podríamos preguntarnos si es necesario tener en cuenta algo más para poder determinar sus posibilidades de aprendizaje al comenzar el proceso y para organizar y planificar, en consecuencia, la enseñanza del nuevo contenido. Las teorías que conforman el marco teórico del trabajo, responden afirmativamente a esta cuestión y proponen considerar un tercer aspecto indispensable en el diagnóstico inicial de los alumnos: los conocimientos que ya poseen respecto al contenido (conceptos de la física newtoniana y la elasticidad de Hooke, con respecto a la reología aplicada a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas) que se propone aprender, conocimientos previos que abarcan tanto conocimientos e informaciones sobre el propio contenido como conocimientos que de manera directa o indirecta se relacionan o pueden relacionarse con él. ¿Cómo se justifica la necesidad de considerar estos conocimientos previos en tanto que elemento fundamental del estado inicial del alumno? La justificación se encuentra, sin duda, en la propia definición de la Teoría del Aprendizaje Significativo. Desde esta perspectiva entendemos que el aprendizaje de un nuevo

contenido es, en último término, el producto de una actividad mental constructiva que lleva a cabo el alumno, mediante la cual, construye e incorpora a su estructura mental los significados relativos al nuevo contenido.

La posibilidad de construir un nuevo significado, de asimilar un nuevo contenido; en definitiva, la posibilidad de aprender, pasa necesariamente por la posibilidad de relacionarse o entrar en contacto con el nuevo conocimiento. ¿Cómo es posible contactar en un primer momento con el nuevo conocimiento? Pues a partir de algo que ya conocemos, que ya sabemos. Tal como señala Coll (1990, citado por López, 2009, p. 5), *cuando el alumno se enfrenta a un nuevo contenido a aprender, lo hace siempre armado con una serie de conceptos, concepciones, representaciones y conocimientos, adquiridos en el transcurso de sus experiencias previas, que utiliza como instrumentos de lectura e interpretación y que determinan en buena parte qué informaciones seleccionará, cómo las organizará y qué tipos de relaciones establecerá entre ellas. Así pues, gracias a lo que el alumno ya sabe, puede hacer una primera lectura del nuevo contenido, atribuirle un primer nivel de significado y sentido e iniciar el proceso de aprendizaje del mismo.*

Con los resultados obtenidos en este primer momento, se adoptaron cambios en las actividades programadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje activa, de tal manera, que posibilitaran la implementación de los distintos temas en forma escalonada con sus conocimientos, para generar así, el terreno apropiado para el logro del aprendizaje significativo y crítico.

Finalizadas las actividades implementadas en la asignatura Farmacotecnia I, en el grupo intervenido y en el grupo testigo, se procedió nuevamente a aplicar el *test conceptual-reología*, como postest.

6.2.4.4.5.1.2 Análisis y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I al finalizar las intervenciones.

Al culminar el proceso de enseñanza en los dos cursos de Farmacotecnia I, el intervenido con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y en el que se empleó la metodología tradicional, se les aplicó nuevamente el test-conceptual-reología, como postest. La información obtenida se contrastó, con la finalidad de conocer y analizar la

forma en la cual, los estudiantes empleaban los conocimientos de física (fuerza, movimiento, deformación y densidad), para explicar y resolver los problemas planteados en las distintas actividades realizadas durante la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Para efectuar el estudio de las respuestas emitidas por los alumnos a los distintos bloques de interrogantes se siguió la siguiente estrategia.

El primer bloque de ítems del instrumento, donde se da cuenta de las propiedades básicas, relacionadas con los conceptos de la dinámica de Newton y la elasticidad de Hooke, requeridas para abordar los procesos de elaboración de los medicamentos de interés para la tecnología farmacéutica, tales como: flujo, deformación, movimiento de partículas, coherentes con la caracterización e importancia de los sólidos pulverulentos, su procesamiento y su comportamiento reológico. Se percibe en sus respuestas, una diferencia significativa en el uso y en la aplicación de los conceptos físicos, por parte de los estudiantes con la metodología de enseñanza aprendizaje activa con respecto al grupo testigo, que prácticamente permaneció con las mismas dificultades para explicitar dichas nociones al inicio de la implementación de la metodología tradicional. A modo de ejemplo, se presenta en el cuadro 28, las respuestas obtenidas a estos ítems, de un alumno del grupo en donde se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activo y el grupo testigo con la metodología tradicional, tomados al azar.

Cuadro 28. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, al finalizar la intervención por dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).

Propiedades Básicas		Estudiante del grupo intervenido.	Estudiante del grupo testigo.
A	Ideas relevantes asociadas a los sólidos pulverulentos.	<i>El estado sólido, se caracteriza por ser cristalino o amorfo lo cual le da a las partículas propiedades que deben ser tenidas en cuenta en el proceso de elaboración de formas farmacéuticas, como la solubilidad.</i>	<i>El estado sólido, se caracteriza por ser cristalino o amorfo, lo cual, incide en la solubilidad.</i>
B	Ideas relevantes asociadas a las propiedades reológicas.	<i>El granulado por estar formado por partículas cuyo comportamiento reológico se debe a que son entes individuales y discontinuos.</i>	<i>El estudio reológico es complejo debido al comportamiento de las partículas como entidades individuales.</i>
C	Operaciones básicas que están fuertemente condicionadas por sus propiedades reológicas.	<i>La forma y el tamaño de las partículas influyen en el empaquetamiento de las partículas como en el flujo de la misma.</i>	<i>El tamaño de la partícula influye en el empaquetamiento al comprimir el granulado.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: fuerza de gravedad y fricción.	<i>La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado por la tolva durante el proceso de tableteado contrastado por la fuerza de fricción.</i>	<i>La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado en el proceso de compresión.</i>
E	Da cuenta de la elaboración de los granulados y los conceptos de flujo, dureza y resistencia.	<i>El tamaño de partícula y la uniformidad de éste, dentro del granulado, proporcionan características necesarias para el tableteado y para el peso del mismo.</i>	<i>La uniformidad de tamaño de partícula en un granulado nos proporciona una buena fluidez.</i>

En el caso del ejemplo, presentado en el cuadro 28, el alumno en el cual, se implementó la propuesta, respondió al ítem D así, *La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado por la tolva durante el proceso de tableteado contrastado por la fuerza de fricción*, y el estudiante del grupo testigo, nos contestó al mismo ítem D de la siguiente manera: *La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado en el proceso de compresión*, observándose en la información aportada por los estudiantes, que relacionan el concepto físico, fuerza de gravedad, para describir el proceso que ocurre en el momento de efectuar la compresión y obtener las tabletas, percibiéndose en esa comparación, que el alumno del grupo testigo sólo relaciona el fenómeno de la gravedad, para analizar el problema del tableteado, dejando de lado las fuerzas que se oponen al flujo.

Adicionalmente, si estudiamos la respuesta emitida al ítem B, por el estudiante del grupo intervenido con la propuesta, donde manifiesta: *El granulado por estar formado*

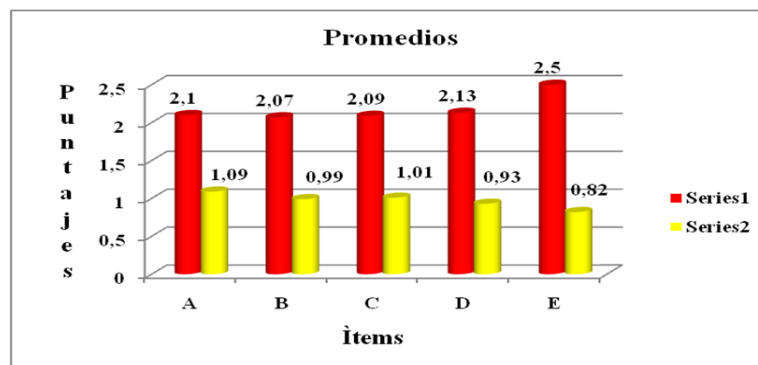
por partículas, su comportamiento reológico se debe a que son entes individuales y discontinuos, y si la comparamos con la obtenida del alumno en el grupo testigo, donde responde: *El estudio reológico es complejo debido al comportamiento de las partículas como entidades individuales.* Se lee claramente que han tenido contacto con la definición de reología, pero al momento de aplicarlo para resolver el caso concreto del problema- elaboración de medicamentos sólidos-, el estudiante del grupo testigo no le fue posible utilizarlo correctamente.

En ese sentido y para efecto del estudio, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y testigo), fueron analizadas de igual forma, al realizado en el ejemplo presentado en el cuadro 28. Asignándoles posteriormente, puntajes de acuerdo con los criterios que se mostraron en la tabla 4 (cap. 5, p. 133) y, a partir de estos datos, elaborar un gráfico, y visualizar si hubo diferencias en la utilización y la aplicación de los conceptos de física por parte de los alumnos, derivados de la implementación de las diferentes metodologías. En la tabla 29, se presentan los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).

Tabla 29. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Propiedades básicas del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje a los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).

Ítems subgrupo PB.	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	Intervenido	Testigo	Intervenido	Testigo
A	84,0	43,7	2,1	1,09
B	82,7	39,7	2,07	0,99
C	83,7	40,2	2,09	1,01
D	85,2	37,2	2,13	0,93
E	99,8	32,7	2,50	0,82

A partir de los datos presentados en la tabla 29, se elaboró el gráfico 19. El cual, nos permitió visualizar el estado final de los alumnos participantes en el estudio, con respecto a la utilización y aplicación de las distintas definiciones de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, en la elaboración de medicamentos sólidos.



Gráfica 19. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Propiedades básicas.

En la gráfica 19, vemos que los estudiantes bajo la metodología propuesta lograron resolver los problemas inherentes a la tecnología de elaboración de medicamentos sólidos y relacionarlos con los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, en una medida muy superior a aquellos que continuaron con la metodología tradicional, como también, se encontró en los estudiantes con la nueva metodología que sus expresiones en las explicitaciones fueron más reflexivas y críticas, percibiéndose en esa medida, que en los estudiantes del grupo testigo, el proceso de enseñanza no favoreció una actitud crítica en análisis de estos conceptos para el desenvolvimiento de los problemas de la temática.

Así mismo, en las respuestas del segundo bloque de ítems Procesos de Manufactura del instrumento, en los cuales, se pretendió conocer los avances logrados por los estudiantes en la aplicación de los conceptos: tamaño, distribución y forma de las partículas, en los procesos asociados a la manufactura de los productos sólidos. Observándose en ellas, que conocen los conceptos físicos, pero los estudiantes del grupo testigo, no logran referirlos ni utilizarlos en forma apropiada con la temática de la tecnología farmacéutica, mientras que el grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje implementada, lograron grandes avances en la utilización, análisis y explicitación de estos conceptos en el desarrollo de las formulaciones de los productos sólidos. A modo de ejemplo, se presenta en el cuadro 29, las respuestas obtenidas a estos ítems, de un alumno del curso en donde se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo con la metodología tradicional, tomado al azar, para explicitar la forma en que se analizaron las respuestas de todos los estudiantes.

Cuadro 29. Respuestas a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de manufactura del Test-conceptual-reología, al finalizar la intervención de los dos estudiantes tomados al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).

Procesos de Manufactura		Estudiante del grupo intervenido.	Estudiante del grupo testigo
A	Explicación y evaluación del tamaño, distribución y forma de las partículas.	<i>El tamaño de las partículas que conforman las distintas sustancias utilizadas en la elaboración de un producto sólido, debe tener un tamaño tal, que permita mantener una mezcla homogénea, pues la diferencia de forma y tamaño pueden inducir segregación al ser transportado el granulado.</i>	<i>El tamaño, la distribución de tamaño y la forma de la partícula, son elementos importantes en la dureza de la tableta terminada.</i>
B	Da cuenta de conceptos, tales como, presión, adsorción.	<i>Las partículas en su superficie pueden adsorber en su superficie capas de gas o aire y a partir de este mecanismo se puede calcular su tamaño.</i>	<i>El modelo BET, es una técnica para calcular el tamaño de la partícula a través de la adsorción de gas en la superficie de las partículas.</i>
C	Explicación de conceptos como: flujo, humedad.	<i>La forma y el tamaño de las partículas influyen en el empaquetamiento de las partículas como en el flujo de la misma.</i>	<i>El flujo de las partículas se ve afectada por la humedad.</i>
D	Da cuenta de los conceptos: ángulo de reposo, flujo.	<i>La fuerza de gravedad es una de las fuerzas que más influyen en el flujo de granulado por la tolva durante el proceso de tableteo contrastado por la fuerza de fricción.</i>	<i>Es una medida del flujo del granulado y con ello puedo entender la capacidad de llenado de las matrices en la tableteadora.</i>
E	Explicación del concepto de fuerza en el proceso de tableteo	<i>La dureza de la tableta es una medida de la fuerza aplicada al granulado, la cual depende de las características del sólido en cuanto a su comportamiento plástico o elástico.</i>	<i>Es la capacidad del granulado de lograr un empaquetamiento en un volumen determinado.</i>

En la información aportada por los estudiantes a los ítems del subgrupo *Procesos de manufactura*, se puede ver que ellos asocian los conceptos físicos (flujo, movimiento dureza, etc.) que poseen, para describir conceptos más concretos de la tecnología farmacéutica. Si analizamos, a modo de ejemplo, la información presentada en el cuadro 29, del estudiante del grupo intervenido con la metodología propuesta, al ítem A, en donde responde: *El tamaño de las partículas que conforman las distintas sustancias utilizadas en la elaboración de un productos sólido, debe tener un tamaño tal, que permita mantener una mezcla homogénea, pues la diferencia de forma y tamaño pueden inducir segregación al ser transportado el granulado*, leemos en sus explicaciones que utiliza las definiciones de tamaño y la forma de las partículas; para describir posibles problemas en las formas farmacéuticas sólidas, al adicionar el granulado en la tolva de la tableteadora para obtener los comprimidos, pues si ocurre segregación de los componentes de la fórmula, el producto obtenido no tendrá las características deseadas

o establecidas en el empaque, logrando con sus comentarios y explicaciones una buena aplicación de las definiciones, recomendado en la bibliográfica utilizada en la asignatura de tecnología farmacéutica. Del mismo modo, si estudiamos la respuesta proporcionada por el estudiante del grupo testigo al mismo ítem A: *El tamaño, la distribución de tamaño y la forma de la partícula, son elementos importantes en la dureza de la tableta terminada*, vemos en su explicación, que sólo relaciona estas definiciones con pruebas de calidad, que se efectúan al producto terminado, sin llegar a describir ningún concepto físico asociado al análisis. Percibiéndose en la información, que han tenido contacto con las definiciones de los conceptos (solubilidad, tamaño, peso, densidad, segregación), pero en el momento de utilizarlos en una situación en particular, no les es posible efectuar las interpretaciones necesarias para resolver el problema en concreto.

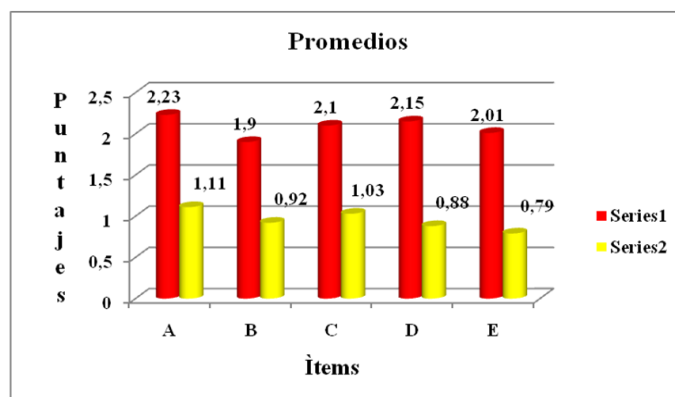
Posteriormente, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y testigo), fueron analizadas de igual manera a la efectuada en el ejemplo presentado en el cuadro 29. Asignándoles a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo a los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133) y, a partir de esos datos, elaborar un gráfico, y así visualizar, si hubo diferencias en la utilización y la aplicación de los conceptos de física por parte de los alumnos, derivados de la implementación de las diferentes metodologías. En la tabla 30, se presentan los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos.

Tabla 30. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Procesos de Manufactura del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje a los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).

Ítems Procesos de Manufactura	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	Intervenido	Testigo	Intervenido	Testigo
A	89,0	44,0	2,23	1,11
B	76,0	36,7	1,90	0,92
C	84,0	41,2	2,10	1,03
D	86,0	35,2	2,15	0,88
E	80,5	31,7	2,01	0,79

Con los datos presentados en la tabla 30, se elaboró el gráfico 20, el cual, nos permitió visualizar el estado final de los estudiantes participantes en el estudio, con respecto a la

utilización y aplicación de las definiciones físicas (solubilidad, tamaño, peso, densidad, distribución y forma de las partículas) en el campo de la tecnología farmacéutica.



Gráfica 20. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Proceso de manufactura.

En la gráfica 20, observamos que el grupo de estudiantes en el cual, se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activa, lograron relacionar y aplicar las definiciones de los conceptos básicos (solubilidad, tamaño, peso y densidad), sustancialmente mejor que los estudiantes del grupo testigo, percibiéndose que la metodología implementada, posibilita y favorece un mayor análisis e interpretación de los conceptos en los problemas de la elaboración de medicamentos en la asignatura Farmacotecnia I.

De igual manera que en la sección anterior, se procedió con el análisis de la información del tercer subgrupo de ítems, conceptos de la tecnología farmacéutica, en los cuales, se observa que los estudiantes, evolucionaron en su forma de afrontar los problemas, al asociar los conceptos físicos (flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de las partículas que intervienen en las distintas formulaciones), de manera coherente con respecto a los conceptos (mezclado y compresión), en los distintos procesos requeridos en la producción de formas farmacéuticas sólidas. Apreciándose en sus respuestas, que conocen los conceptos físicos (densidad, solubilidad, plasticidad, flujo, fuerza y movimiento), notándose en gran medida que los estudiantes del grupo testigo, no logran relacionarlos ni utilizarlos en forma adecuada en los distintos problemas de la

tecnología farmacéutica. En este caso, y a modo de ejemplo, se presenta en el cuadro 30, las respuestas a estos ítems, de un alumno del curso en donde se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activo y otro del grupo testigo con la metodología tradicional, tomado al azar para explicitar la forma en que se analizaron las respuestas de todos los estudiantes del estudio.

Cuadro 30. Respuestas al subgrupo conceptos de la tecnología farmacéutica del Test-conceptual-reología, al finalizar la asignatura Farmacotecnia I, de los dos estudiantes tomado al azar como ejemplo (uno del grupo con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y otro del grupo testigo).

Conceptos de la tecnología farmacéutica		Estudiante del grupo intervenido	Estudiante del grupo testigo.
A	Da cuenta de definiciones del ámbito farmacéutico.	<i>Es la medida de una partícula, la cual, consiste en trazar una línea desde un punto a su otro extremo que pase por el centro de esta.</i>	<i>Es la medida de un cuerpo sólido en cuanto a la figura geométrica que posee aproximándolo.</i>
B	Explicación del movimiento de las partículas.	<i>La sedimentación es el desplazamiento de una partícula que se encuentra en una dispersión por efecto de la gravedad en un medio que se encuentra en un estado de reposo.</i>	<i>Es la forma en que se desplazan las partículas en el marco alimentador de la tableteadora.</i>
C	Explicación de las fuerzas existentes entre partículas.	<i>Es la fuerza con que se atraen diversas partículas de la misma naturaleza; si es de la misma naturaleza se habla de cohesión y si hay involucrados otras sustancias adhesión.</i>	<i>Son las fuerzas que mantienen las partículas juntas en una sustancia sólidas.</i>
D	Explicación de los problemas de un mal flujo del granulado y su segregación.	<i>Es el desbalance entre las fuerzas que promueven el flujo y las que impiden el flujo, prevaleciendo en el proceso las fuerzas que impiden el flujo.</i>	<i>Mayor fuerza de gravedad y menor fuerza de fricción.</i>
E	Explicación del comportamiento del granulado plástico o elástico.	<i>Las partículas de acuerdo a su naturaleza pueden tener propiedades plásticas o elásticas, las cuales interfieren en la compresión del granulado proporcionando tabletas sin la suficiente dureza.</i>	<i>Las partículas cambian su forma y se ajustan a la forma del molde.</i>

De la información recibida al finalizar la metodologías en los dos grupos, a los ítems del subgrupo, conceptos de la tecnología farmacéutica, se encuentra que los estudiantes utilizan los conceptos físicos: densidad, solubilidad, plasticidad, flujo, fuerza, movimiento y área superficial, para describir o explicar las nociones de esfera equivalente, forma y tamaño de las partículas en el lenguaje propios de la tecnología farmacéuticas, lo que en unos casos, les conducen a emitir juicios o explicaciones que no son apropiados o no se ajustan a los conceptos científicamente aceptado Si analizamos, a modo de ejemplo, la información presentada en el cuadro 30, del estudiante del grupo intervenido con la metodología propuesta, al ítem D, en donde

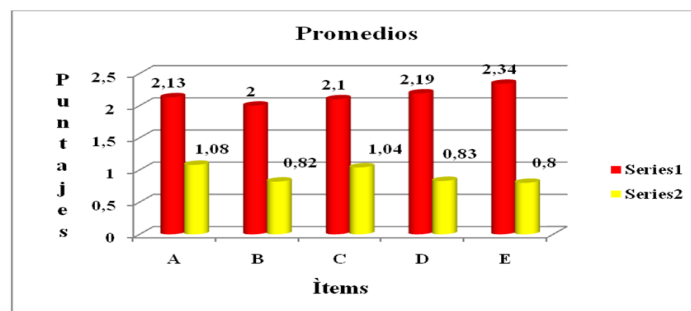
responde . *Es el desbalance entre las fuerzas que promueven el flujo y las que impiden el flujo, prevaleciendo en el proceso las fuerzas que impiden el flujo*, el concepto físico que se estudia en este caso, corresponde a la Fuerza de Cohesión, que es en términos generales, las fuerzas que existen entre las partículas de un sólido pulverulento, la cual, requiere que el alumno se plantee para resolver el problema, ¿la fórmula del producto está constituida por una sola sustancia o varias?, si es el caso de una sola, se habla de fuerza de cohesión y si son varias las sustancias de la formula, se habla en este caso de fuerza de adhesión. Así mismo, al analizar la respuesta del estudiante testigo, al mismo ítem D, en donde nos manifiesta: *Mayor fuerza de gravedad y menor fuerza de fricción*, vemos que su explicación está relacionada con el flujo de las partículas y no con la interpretación del concepto de cohesión y adhesión.

Posteriormente, las respuestas emitidas por todos los estudiantes de los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y testigo), fueron analizadas de la misma forma que la realizada en el ejemplo presentado en el cuadro 30. Asignándoles a cada uno de los interrogantes, un puntaje de acuerdo a los criterios presentados en la tabla 4 (cap. 5, p. 133) y, a partir de los datos obtenidos, elaborar un gráfico, y así concebir o inferir, si hubo algún progreso o mejoramiento en la utilización de los conceptos de física por parte de los alumnos, resultante de las diferentes metodologías implementadas. En la tabla 31, se muestran los valores cuantificados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos en estos ítems.

Tabla 31. Puntajes asignados a los ítems que conforman el subgrupo Conceptos de la Tecnología Farmacéutica del Test-conceptual-reología, al finalizar el proceso de enseñanza aprendizaje en los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo).

Ítems Conceptos de la Tecnología Farmacéutica.	Puntajes obtenidos en el test		Promedios	
	Intervenido	Testigo	Intervenido	Testigo
A	85,0	43,0	2,13	1,08
B	78,8	32,7	2,00	0,82
C	84,0	41,7	2,10	1,04
D	87,5	33,2	2,19	0,83
E	93,5	31,8	2,34	0,80

Con los datos presentados en la tabla 31, se elaboró el gráfico 21, el cual, nos permitió visualizar el estado final de los estudiantes participantes en el estudio, con respecto a la utilización y aplicación de las definiciones físicas; flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de las partículas que intervienen en las distintas formulaciones, en el campo de la tecnología farmacéutica (Anexo 15).



Gráfica 21. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la intervención, en los ítems del instrumento agrupados como Conceptos de la tecnología farmacéutica.

A partir de los datos registrados en la gráfica 21, se observa que los estudiantes, en los que se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activa, lograron relacionar y aplicar las definiciones de los conceptos físicos; fuerza, flujo, elasticidad, plasticidad, deformación, para resolver problemas de la tecnología farmacéutica, relacionado con la mezcla, transporte y tableteo del material granular; mientras que los alumnos del

grupo testigo, tenían dificultades para explicar los problemas relacionados al flujo, compresión y resistencia a la fractura del material granulado utilizado para elaborar comprimidos, percibiéndose que la metodología implementada, posibilita y favorece un mayor análisis e interpretación de los conceptos en los problemas de la elaboración de medicamentos en la asignatura Farmacotecnia I.

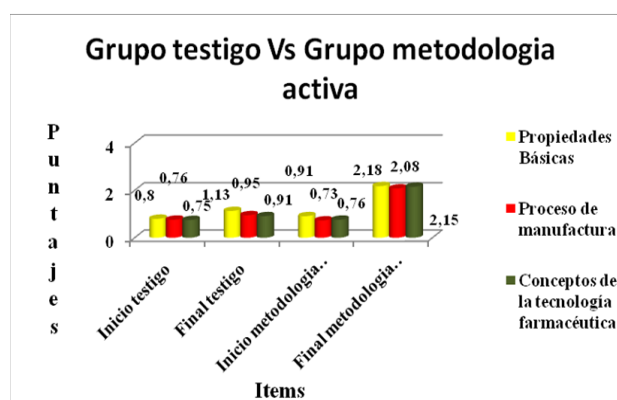
6.2.4.4.5.1.3 Análisis comparativo y discusión de los registros obtenidos en los dos cursos de Farmacotecnia I en los dos momentos (al inicio y finalizada las intervenciones).

Con los resultados derivados de la aplicación del test-conceptual-reología y las diferentes actividades realizadas en los dos momentos (inicio y finalización) al grupo testigo y al intervenido con la metodología de enseñanza aprendizajes activos, presentados en las tablas 25, 26, 27, 28, 29 y 30, se elaboró la tabla 32, con la finalidad de ver las diferencias registradas en los dos grupos de estudiantes con respecto a la utilización y aplicación de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, en los procesos de elaboración y control de las formas farmacéuticas sólidas, como también las explicitaciones realizadas por los estudiantes en los distintos talleres elaborados en el aula, y así, inferir, cuál de las dos metodologías favorece que los estudiantes lleven a cabo actividades constructivas que suponen aprender algo de un modo significativo.

Tabla 32. Puntajes resultantes de la aplicación del test-conceptual-reología en los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo), al inicio y al finalizar las intervenciones en la asignatura Farmacotecnia I.

Ítems	Promedios obtenidos en el test			
	Metodología Enseñanza aprendizaje Activa		Metodología Tradicional	
	Inicio	finalizada	Inicio	Finalizada
Propiedades Básicas	0,91	2,18	0,80	1,13
Proceso de manufactura	0,73	2,08	0,76	0,95
Conceptos de la tecnología farmacéutica	0,76	2,15	0,75	0,91

A partir de los datos registrados en la tabla 32, se elaboró el gráfico 22, el cual, nos permitió ver los logros obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo), al finalizar la asignatura Farmacotecnia I.



Gráfica 22. Resultados obtenidos por los estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) finalizada la asignatura Farmacotecnia I.

En los datos registrados en la gráfica 22, se observa que los estudiantes, en los cuales, se implementó la metodología de enseñanza aprendizaje activa, lograron utilizar y aplicar de una manera significativa los conceptos físicos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, en la producción de tabletas como en sus controles. También, se observó que en el grupo testigo permanecieron con las mismas dificultades que tenían inicialmente para resolver los problemas asignados relacionados con la friabilidad (que es la resistencia de las tabletas al roce) y su dependencia del concepto de dureza obtenida al aplicar una fuerza de compresión al granulado.

Así mismo, observamos que estos alumnos del grupo testigo, no lograron aplicar y desarrollar en una buena medida los conceptos físicos de solubilidad, tamaño, peso y densidad, en la interpretación y desarrollo de los procesos de manufactura, y en ese orden de ideas, el investigador, concibe que, no obstante, que poseen las nociones de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, no lograron relacionar de manera científicamente correcta estos conceptos, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje con la metodología tradicional.

Como también, apreciamos que estos estudiantes, permanecieron prácticamente en las mismas condiciones iniciales y no lograron con la metodología de enseñanza tradicional, adquirir destrezas o habilidades que les permitieran aplicar y relacionar en una buena medida los conceptos físicos de solubilidad, tamaño, peso y densidad, para interpretar y desarrollar los elementos de la tecnología farmacéutica implementados en la asignatura Farmacotecnia I, percibiéndose que el progreso obtenido por el estudiante fue muy limitado.

6.2.4.4.5.1.4 Discusión y análisis de la información obtenida en el rendimiento académico del grupo intervenido con la propuesta didáctica y el grupo testigo en la cual, se continuó con la metodología tradicional.

Tras el desarrollo de la asignatura Farmacotecnia I, y en cumplimiento de los requisitos de la Universidad de Antioquia, la cual, exige que el estudiante tenga una calificación numérica de tres o mayor, hasta cinco, para que pueda matricularse en las siguientes asignaturas del programa de Química Farmacéutica. Esta nota, es producto de una serie de evaluaciones realizadas a lo largo de cada bloque temático que conforman los distintos temas del curso, la cual, nos permiten conocer en alguna medida, la consecución de los objetivos de la materia por parte de los alumnos.

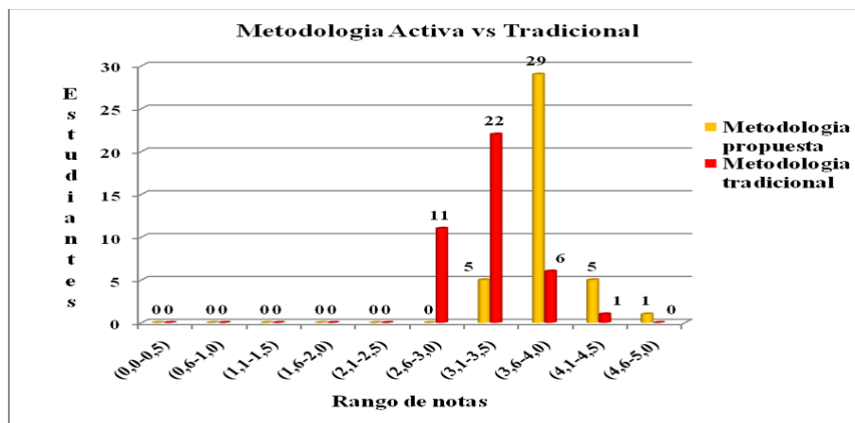
Una vez finalizado el semestre 2011-1 y realizadas las evaluaciones correspondientes a los distintos tópicos plantados en el aula de clase, se procedió a analizar las notas obtenidas por los alumnos en las dos metodologías. Para su consideración, se tomó como factor el tipo de metodología (activa y tradicional) implementada en el grupo de alumnos y como variable dependiente la nota final obtenida por el alumnado con la correspondiente metodológica, obteniéndose diferencias en el rendimiento final en función del tipo de metodología implementado. En la tabla 33, se muestran los datos

correspondientes a la descripción del rendimiento alcanzado por el estudiantado en función de la metodología implementada en el curso Farmacotecnia I.

Tabla 33. Notas obtenidas por los estudiantes en los dos grupos (con la metodología de enseñanza aprendizaje activa y el grupo testigo) en la asignatura Farmacotecnia I al finalizar el proceso implementado en el aula

Metodologia	Rango de Notas	Número de estudiantes.
Enseñanza aprendizaje Activa	0 a 0,5	0
	0,6 a 1,0	0
	1,1 a 1,5	0
	1,6 a 2,0	0
	2,1 a 2,5	0
	2,6 a 3,0	0
	3,1 a 3,5	5
	3,6 a 4,0	29
	4,1 a 4,5	5
	4,6 a 5,0	1
Tradicional	0 a 0,5	0
	0,6 a 1,0	0
	1,1 a 1,5	0
	1,6 a 2,0	0
	2,1 a 2,5	0
	2,6 a 3,0	11
	3,1 a 3,5	22
	3,6 a 4,0	6
	4,1 a 4,5	1
	4,6 a 5,0	0

De acuerdo a las notas obtenidas por los dos grupos en las evaluaciones de la asignatura Farmacotecnia I, se procedió a efectuar un gráfico que relacionara los rangos de notas obtenidos por los estudiantes, y así, poder explicitar e inferir lo sucedido en ambos grupos.



Gráfica 23. Número de estudiantes de los dos grupos (metodología enseñanza aprendizaje activa y testigo) que obtuvieron notas en los diferentes rangos finalizada la asignatura Farmacotecnia I.

En la gráfica 23, se muestra la comparación de los dos grupos, uno donde se efectuó la intervención con la metodología de enseñanza aprendizaje activa representado por barras amarillas, con respecto al grupo testigo en donde se mantuvo la enseñanza tradicional del curso de Farmacotecnia I, representados por las barras rojas. El eje x, agrupa el rango de notas y el eje y la cantidad de alumnos que están en cada rango. En ella, podemos ver las siguientes observaciones generales:

- ✓ Los resultados muestran que en todo par de grupos examinados hubo variaciones en el rendimiento académico de los estudiantes.
- ✓ En la gráfica, se visualiza que la mayoría de la población se acumula en los rangos superiores, es decir, de la nota 3 en adelante.
- ✓ En la gráfica no se identifican estudiantes en los rangos inferiores, es decir, entre 0 y 2,5 respectivamente.
- ✓ En general el grupo donde se empleó la metodología activa se notó un mejor rendimiento académico de los alumnos.
- ✓ Para el grupo no tratado y el tratado, sus promedios son 3,4 y 3,9 respectivamente, en el primer caso la gran mayoría de la población están muy cerca de su promedio mientras que el grupo con la nueva metodología está un poco más disperso, lo cual se observa en la gráfica anterior.
- ✓ El 82,5 % de los estudiantes del grupo con la metodología tradicional sus notas están por debajo o igual a 3,5 mientras que el grupo con la metodología activa, no hay ningún alumno con notas de que estén por debajo o igual a 3,0, concentrándose un gran número de estudiantes en el rango 3,6-4,0.

- ✓ La nota máxima alcanzada por un estudiante del grupo con la metodología tradicional fue de cuatro con cinco, mientras que, para el grupo con la metodología activa, cinco alumnos alcanzaron el rango de 4,1-4,5 y uno llegó al rango 4,6-5,0.

En síntesis, se visualizó que en estas condiciones y para el grupo estudiado con la metodología de enseñanza aprendizaje activa el rendimiento fue favorable y superior al de la metodología tradicional.

6.2.4.4.5.1.5 Discusión y análisis de la información obtenida en las entrevistas realizadas a los estudiantes escogidos al azar en los dos grupos (metodología de enseñanza aprendizaje activo y metodología tradicional), de acuerdo a los criterios mostrados en (p. 252).

Continuando con la propuesta de análisis que se estableció en el desarrollo planteado para esta fase, se seleccionaron dos alumnos para ser entrevistados en cada uno de los rangos registrados para la respuesta en el postest de acuerdo con lo descrito en la página 252. Para ello, en total se entrevistaron 16 alumnos, 8 del grupo donde se implementó la metodología activa y 8 con la metodología tradicional.

El análisis de las informaciones del contenido de las entrevistas semi-estructuradas, grabadas en cámaras de audio, se hizo uso de la técnica de triangulación, fundamental para discriminar y comparar la información recogida. Como se presenta en la figura 7.

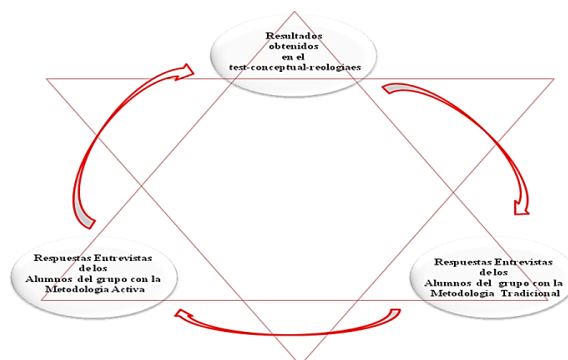


Figura 7. Triangulación de la información recogida en la entrevista (tomado de Praun, 2005, p. 230, adaptado por el autor).

Después de la transcripción de la información obtenida en las entrevistas, se procedió al análisis cualitativo de los datos, agrupando términos que se repetían y contrastándolos con la información obtenida en el instrumento (test- conceptual-reológico). En los términos planteados por; Rodríguez (2005); Arias (2000) y Pérez (2000), la triangulación puede aplicarse a datos orientados en el tiempo y en el espacio, de

persona, de investigadores, de teorías, de métodos. En ese sentido, la triangulación efectuada de la información proveniente de distintas estrategias de recogida de datos, los cuales, nos permitió verificar las tendencias detectadas en las distintas observaciones realizadas en el curso de Farmacotecnia I. La confrontación de los datos está basada en criterios espacio-temporales y niveles de análisis. Según Arias (op. cit.) en esta tipología se considera el uso de múltiples fuentes de datos para obtener diversas visiones acerca de un tópico con el propósito de validación. A su vez, la triangulación de datos en el tiempo implica validar una proposición teórica relativa a un fenómeno en distintos momentos, como el del caso que analizamos en este estudio, el cual es, el aprendizaje de una serie de conceptos implicados en la elaboración de productos farmacéuticos sólidos.

Presentamos a continuación el análisis de la entrevista semi-estructurada de acuerdo con la secuencia de los interrogantes aplicados a los estudiantes escogidos al azar en los dos grupos.

En esta interpretación descriptiva, es pertinente registrar que para efecto de no repetir metodología de enseñanza aprendizaje activo, a los estudiantes de este grupo, se les asignó la letra A y un número consecutivo que indica la cantidad de alumnos entrevistado, así mismo, los estudiantes correspondientes al de la metodología tradicional, se les asignó la letra B y el respectivo número. Los 16 alumnos seleccionados para esta entrevista final, fueron agrupados de acuerdo a los criterios establecidos en este estudio, y analizada de la siguiente manera:

6.2.4.4.5.1.5.1 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología en el primer criterio: (Científicamente correcto y efectuaron la justificación correctamente).

- El primer tema de la entrevista se relacionó con las propiedades básicas en las cuales, se tiene en cuenta los conceptos o principios físicos (fuerza, movimiento, deformación y densidad), para explicar y resolver los problemas planteados en las distintas actividades realizadas durante la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. ¿Cómo implementó usted los conceptos físicos; fuerza, movimiento, deformación y densidad, ¿en el trabajo ejecutado en tecnología Farmacéutica I?

Los estudiantes entrevistados contestaron que para ellos la Física fue uno de los cursos que más problemas les ocasionó en el semestre anterior y que con muchos esfuerzos lograron salir adelante en las distintas actividades planteadas por el docente. Aún así, habían logrado entender y comprender estas definiciones y su utilización. Expresándose a través de los siguientes comentarios:

A1: *Al hablar de sólidos pulverulento se debe considerar si éste es cristalino o amorfo debido a su incidencia en la solubilidad del principio activo, así mismo, se puede observar en los distintos materiales más de un tipo de desviaciones de la ley de Newton.*

A2: *Los materiales sólidos, son caracterizables por sus propiedades de flujo dependiendo de su densidad y las fuerzas de cohesión y adhesión que coexiste en el granulado.*

B1: *El sólido puede ser cristalino o amorfo y posee una densidad que me permite transportarlo a los distintos procesos a través de ductos donde puede fluir o no.*

B2: *El sólido cristalino se caracteriza por una buena solubilidad y esto favorece la absorción del producto y su flujo en los procesos de tableteado.*

➤ El segundo interrogante está relacionado con la aplicación de los conceptos de tamaño, distribución y forma de las partículas, en los procesos asociados a las distintas técnicas utilizadas para efectuar los procesos de la manufactura de los productos sólidos. ¿Qué representa para usted tener en cuenta los conceptos como tamaño, distribución y forma de las partículas en el proceso de manufactura realizado en la asignatura Farmacéutica I?

En este punto, nuestro interés se centró en conocer cómo aplicaban estos conceptos en la elaboración de los granulados y las dificultades que se les presentaron durante las actividades programadas en la asignatura Farmacotecnia I. Situación que se visualizó con los comentarios expresados a través de las siguientes acotaciones.

A1: *La forma y el tamaño de las partículas sólidas, son muy importantes en el proceso de mezclado, mezcla o de envasado de un producto granular debido a su incidencia en la presentación y en el control de la segregación.*

A2: *Cuando se habla de producto farmacéutico sólido, se debe garantizar una buena dosificación del principio activo, como también su homogeneidad con respecto a los demás componentes de la formulación.*

B1: *El tamaño y la forma de los distintos componentes me permite obtener un buen empaquetamiento de las partículas, pero el tamaño de ellas, no me favorece el peso.*

B2: *La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre sí en una formula sólida.*

- El tercer interrogante aborda los temas o conceptos asociados al flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de los granos que intervienen en las distintas formulaciones, utilizadas para elaborar las pruebas y los procesos en la tecnología farmacéutica. ¿Cómo asoció usted los conceptos físicos de fuerza para analizar e interpretar los procesos que ocurren en el tableteado del granulado?

En este interrogante, nuestro interés estuvo focalizado en conocer y corroborar los resultados obtenidos por los estudiantes en las distintas actividades, a través de las dificultades y el esfuerzo que los alumnos debían realizar para explicitar la forma en que resolvían los problemas al utilizar estos conceptos. Expresados a través de los siguientes comentarios:

A1: *En el caso de elaborar tabletas se debe considerar si el granulado obtenido presenta propiedades elásticas o plásticas debido a su incidencia en la dureza final del comprimido.*

A2: *En la elaboración de un producto sólido, es importante que el granulado o la mezcla de los componentes tengan forma y tamaño similar, debido a que se puede favorecer una segregación de los componentes en el flujo de éste en el proceso de compresión y obtener al final una tableta sin los componentes en la concentración deseada o no cumplir con el peso deseado.*

B1. *Para el cálculo del tamaño del grano de los componentes mezclados, se efectuó un procedimiento de aproximación, en el cual, se asimiló la partícula estudiada a una esfera, cuyo radio se encontró a partir del método de Feret.*

B2: *En el proceso de tableteado, la granulación requiere de un buen flujo, para que se llene correctamente la matriz y así, obtener un comprimido con dureza requerida.*

En el caso de los dos estudiantes del grupo en los cuales se implementó la metodología activa, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Responde científicamente correcto y efectuó la justificación correctamente), podemos registrar lo siguiente. El estudiante (A1) en la entrevista, nos plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *Al hablar de sólidos pulverulentos se debe considerar si éste es cristalino o amorfo debido a su incidencia en la solubilidad del principio activo, así mismo, se puede observar en los distintos materiales más de un tipo de desviaciones de la ley de Newton*, nos permite, corroborar y visualizar que maneja los conceptos básicos, enseñados durante el proceso de enseñanza aprendizaje implementado, pues sus explicaciones son pertinentes y claras con respecto a las propiedades de los materiales y, en particular, al concepto de solubilidad, la cual, depende de si el componente es “cristalino” o “amorfo”. De igual manera, el segundo estudiante (A2), en la entrevista nos plantea que *Los materiales sólidos, son caracterizables por sus propiedades de flujo dependiendo de su densidad y las fuerzas de cohesión y adhesión que coexiste en el granulado*. Mostrándonos una buena relación entre las respuestas logradas en el instrumento y las obtenidas en la entrevista, situación que nos permitió explicar e inferir, que la metodología activa favoreció el aprendizaje significativo de los conceptos de la Física newtoniana aplicados a los temas de la tecnología farmacéutica.

Así mismo, al analizar los comentarios de los dos estudiantes del grupo testigo, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Respuesta científicamente correcta y la justificación científicamente correcta), podemos anotar lo siguiente. El estudiante (B1) en la entrevista, nos plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *El sólido puede ser cristalino o amorfo y posee una densidad que me permite transportarlo a los distintos procesos a través de ductos donde puede fluir o no*. Estos comentarios, nos permiten, corroborar y visualizar que maneja los conceptos básicos, enseñados durante el curso de Farmacotecnia I, pues sus explicaciones son centradas y claras con respecto a las propiedades de los materiales y, en particular, al concepto de flujo. El segundo estudiante (B2), en la entrevista nos plantea que *El sólido cristalino se caracteriza por*

una buena solubilidad y esto favorece la absorción del producto y su flujo en los procesos de tableteado, mostrándonos una discrepancia entre las respuestas logradas en el instrumento y las obtenidas en la entrevista, debido a que, en esta última, sus explicaciones nos relacionan absorción y flujo, situaciones bien distintas cuando se habla de productos farmacéuticos.

6.2.4.4.5.1.5.2 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología con el segundo criterio (Científicamente incorrecto y efectuaron la justificación correctamente). A los cuatro estudiantes, se les entrevistó de igual manera que a los anteriores:

- El primer punto se relacionó con las propiedades básicas en las cuales, se tiene en cuenta los conceptos o principios físicos (fuerza, movimiento, deformación y densidad), para explicar y resolver los problemas planteados en las distintas actividades realizadas durante la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. ¿Cómo implementó usted los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y densidad, en el trabajo ejecutado en tecnología Farmacéutica I? Los estudiantes entrevistados, contestaron expresándose a través de los siguientes comentarios:

A3: *Los sólidos cristalinos son importantes porque nos permiten elaborar productos farmacéuticos de mejor calidad y más solubles.*

A4: *Los sólidos pueden ser cristalinos o amorfos dependiendo de la forma en que se obtienen y tienen una gran estabilidad a las condiciones ambientales normales.*

B3: *El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas.*

B4: *El sólido cristalino se caracteriza por una buena solubilidad y esto favorece la absorción del producto.*

- El segundo interrogante está relacionado con la aplicación de los conceptos de tamaño, distribución y forma de las partículas, en los procesos asociados a las distintas técnicas utilizadas para efectuar los procesos de la manufactura de los productos sólidos. ¿Qué representa para usted tener en cuenta los conceptos como tamaño, distribución y forma de las partículas en el proceso de manufactura realizado en la asignatura Farmacéutica I?

Situación que se visualizó con los comentarios expresados a través de las siguientes acotaciones.

A3: *Una de las características de un buen granulado es la uniformidad de su tamaño, lo que se traduce en homogeneidad del producto final.*

A4: *Los productos sólidos, son importantes porque dan al usuario una seguridad en su uso y tienen una gran estabilidad a las condiciones ambientales normales.*

B3: *La forma de las partículas me permite un mejor empaquetamiento en las pruebas de Carr's, pero el tamaño de ella no me favorece el peso.*

B4: *La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre si en una formula sólida.*

- El tercer interrogante aborda los temas o conceptos asociados al flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de los granos que intervienen en las distintas formulaciones, utilizados para elaborar las pruebas y los procesos en la tecnología farmacéutica. ¿Cómo asoció usted los conceptos físicos de fuerza para analizar e interpretar los procesos que ocurren en el tableteado del granulado?

En este interrogante, nuestro interés era saber, los esfuerzos que el alumno debía realizar para explicitar la forma en que resolvían los problemas presentados en las actividades programadas al utilizar estos conceptos. Expresándose a través de los siguientes comentarios:

A3: *Es la medida del diámetro de la partícula aproximada a una esfera para calcular su tamaño promedio.*

A4: *Los productos sólidos, son importante porque permiten al usuario transportarlos fácilmente durante su uso y tienen una gran estabilidad a las condiciones ambientales normales.*

B3: *Los productos sólidos favorecen su utilización, pero se debe tener en cuenta el factor de biodisponibilidad.*

B4: *La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre sí en una formula sólida y la dureza de la tableta está relacionada con la fuerza de compresión.*

A este grupo de alumnos, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Científicamente incorrecto y efectuaron la justificación correctamente). Podemos anotar lo siguiente. El estudiante (A3) en la entrevista, nos plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *Los sólidos cristalinos son importantes porque nos permiten elaborar productos farmacéuticos de mejor calidad y más solubles*, nos permite, corroborar y visualizar que maneja los conceptos básicos, estudiados durante el proceso de enseñanza aprendizaje implementado, puesto que sus explicaciones son claras con respecto a las propiedades de los materiales y, en particular, a la solubilidad de los medicamentos pero no se compadece al decir, que por ser sólidos cristalinos, se pueden elaborar productos de calidad, hay una serie de factores que inciden para que el producto final cumpla con las especificaciones dadas. En el caso del estudiante (A4), en la entrevista nos plantea que *Los sólidos pueden ser cristalinos o amorfos dependiendo de la forma en que se obtienen y tienen una gran estabilidad a las condiciones ambientales normales*. En sus comentarios nos esboza una interpretación de los conceptos cristalino o amorfo relacionados con la estabilidad de los componentes químicos de la formulación, y de esa manera, explicar coherentemente la situación del producto con respecto al periodo vida útil del medicamento.

Así mismo, en el caso de los dos estudiantes de grupo testigo, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Científicamente incorrecto y efectuaron la justificación correctamente). En la entrevista, nos proporcionaron los siguientes comentarios. El alumno (B3), nos plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas*. Nos permite, corroborar y visualizar que maneja los conceptos básicos, enseñados durante el curso de Farmacotecnia I, pues sus explicaciones son centradas y claras con respecto a las propiedades de los materiales y, en particular, al concepto de flujo. El segundo estudiante (B4), en la entrevista nos plantea que *El sólido cristalino se caracteriza por una buena solubilidad y esto favorece la absorción del producto*, mostrándonos una discrepancia entre las respuestas logradas en el instrumento y las obtenidas en la entrevista. Pues en su explicación nos relaciona absorción y flujo, situaciones bien distintas cuando se habla de productos farmacéuticos.

6.2.4.4.5.1.5.3 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento Test-conceptual-reología con el tercer criterio (Científicamente correcto y efectuaron la justificación incorrecta). A los cuatro estudiantes, se les entrevistó de igual manera que a los anteriores, utilizando los mismos interrogantes.

- El primer tema de la entrevista se relacionó con las propiedades básicas en las cuales, se tiene en cuenta los conceptos o principios físicos (fuerza, movimiento, deformación y densidad), para explicar y resolver los problemas planteados en las distintas actividades realizadas durante la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. ¿Cómo implementó usted los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y densidad, en el trabajo ejecutado en tecnología Farmacéutica I?

Los estudiantes entrevistados contestaron que para ellos la física fue uno de los cursos que más problemas les ocasionó en el semestre anterior y que con muchos esfuerzos lograron salir adelante en las distintas actividades planteadas por el docente. Aún así, habían logrado entender y comprender estas definiciones y su utilización. Expresándose a través de los siguientes comentarios:

A5: El sólido puede ser cristalino o amorfo, lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas.

A6: El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad, la cual, favorece que el producto terminado tenga una buena presentación.

B5: El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas.

B6: El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad lo cual, favorece la absorción del producto y su flujo en los procesos de tableteado.

- El segundo interrogante está relacionado con la aplicación de los conceptos de tamaño, distribución y forma de las partículas, en los procesos asociados a las distintas técnicas utilizadas para efectuar los procesos de la manufactura de los productos sólidos. ¿Qué representa para usted tener en cuenta los conceptos como tamaño, distribución y forma de las partículas en el proceso de manufactura realizado en la asignatura Farmacéutica I?

En este punto, nos interesa conocer si los estudiantes aplican estos conceptos correctamente en la elaboración de los granulados o cuáles fueron las dificultades que se les presentaron durante las actividades programadas en la asignatura Farmacotecnia I. Situación que se visualizó con los comentarios expresados a través de las siguientes acotaciones.

A5: La forma de las partículas presentes en el granulado nos permite obtener unos buenos resultados en la prueba de Carr`s debido a su incidencia en la solubilidad del principio activo.

A6: La fuerza de cohesión es importante en las distintas sustancias y se conservan interactuando durante la mezcla de los distintos componentes en el producto final.

B5: La forma de las partículas me permite un mejor empaquetamiento en la prueba de Carr`s pero el tamaño de ella no me favorece el peso.

B6: La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre si en una fórmula sólida.

- El tercer interrogante aborda los temas o conceptos asociados al flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de los granos que intervienen en las distintas formulaciones, utilizadas para elaborar las pruebas y los procesos en la tecnología farmacéutica. ¿Cómo asoció usted los conceptos físicos de fuerza para analizar e interpretar los procesos que ocurren en el tableteado del granulado? En este aspecto, nuestro interés se centró en saber y analizar las dificultades que el alumno experimentaba al explicitar y resolver los problemas presentados en la asignatura Farmacotecnia I. Los cuales, fueron estudiados a través de los siguientes comentarios:

A5: Para calcular el tamaño de las partículas sólidas irregulares sólo debo tener en cuenta una dimensión.

A6: Uno de los elementos fundamentales por el cual, se elabora un granulado en la fabricación de comprimidos, es que fluya y así, al final obtener tabletas con una buena dureza.

B5: El tamaño de la partícula se mide trazando desde un extremo una recta que pase por el centro al otro lado, lo que nos permite saber si el granulo es esférico o no.

B6: *La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre si en una fórmula sólida.*

En el caso, de los dos alumnos del grupo en la cual se implementó la metodología activa, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Científicamente correcto y efectuaron la justificación incorrecta), podemos anotar lo siguiente. El estudiante (A5) en la entrevista, nos plantea: *El sólido puede ser cristalino o amorfo, lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas*, nos permite, corroborar y visualizar que maneja los conceptos básicos, trazados durante el proceso de enseñanza aprendizaje implementado, pues su utilización son claras con respecto a las propiedades de los materiales, pero si analizamos sus explicaciones vemos que no hay coherencia ni están relacionadas con la dureza del producto obtenido en el proceso. El segundo estudiante (A6), nos manifiesta en sus comentarios *El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad, la cual, favorece que el producto terminado tenga una buena presentación*. Reproduciéndonos los mismos resultados obtenidos en los distintos instrumentos aplicados durante las actividades implementadas en el curso de Farmacotecnia I.

Así mismo, en el caso de los dos estudiantes de grupo testigo, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Científicamente correcto y efectuaron la justificación incorrecta), registramos los siguientes comentarios, el alumno (B5) en la entrevista, plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas*, comentarios que corroborar los resultados obtenidos en el instrumento, después del proceso de enseñanza desarrollado en el curso de Farmacotecnia I. El segundo estudiante (B6), del grupo testigo en la entrevista nos manifiesta que: *El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad lo cual, favorece la absorción del producto y su flujo en los procesos de tableteado*, mostrándonos al igual que en el caso anterior, una discrepancia entre las respuestas logradas en el instrumento y las obtenidas en la entrevista. Pues en su explicación nos relaciona absorción y flujo, situaciones bien distintas cuando se habla de productos farmacéuticos.

6.2.4.4.5.1.5.4 Grupo de estudiantes seleccionados que respondieron a los ítems del instrumento **Test-conceptual-reología** con el cuarto criterio (Científicamente incorrecto y efectuaron la justificación incorrecta). Y, por último, se procedió a entrevistar los cuatro alumnos que obtuvieron el menor resultado, a partir de los mismos interrogantes que a los estudiantes de los otros grupos.

- El primer tema de la entrevista se relacionó con las propiedades básicas en las cuales, se tiene en cuenta los conceptos o principios físicos (fuerza, movimiento, deformación y densidad), para explicar y resolver los problemas planteados en las distintas actividades realizadas durante la elaboración de formas farmacéuticas sólidas. ¿Cómo implementó usted los conceptos físicos; fuerza, movimiento, deformación y densidad, ¿en el trabajo ejecutado en tecnología Farmacéutica I?

Los alumnos entrevistados contestaron que para ellos la Física, fue uno de los cursos que menos les impactó y que si lo estudiaron, fue porque debían pasar los exámenes para seguir en el programa de Química Farmacéutica. Expresándose a través de los siguientes comentarios:

A7: Los sólidos son importantes por ser muy abundante y no son susceptibles a contaminación muy a menudo.

A8: Los sólidos son trasladados en empaques o en tanques de un lugar a otro sin problema.

B7: El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas.

B8: El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad y esto favorece la desintegración del producto.

- El segundo interrogante está relacionado con la aplicación de los conceptos de tamaño, distribución y forma de las partículas, en los procesos asociados a las distintas técnicas utilizadas para efectuar los procesos de la manufactura de los productos sólidos. ¿Qué representa para usted tener en cuenta los conceptos como tamaño, distribución y forma de las partículas en el proceso de manufactura realizado en la asignatura Farmacéutica I? En este punto, nuestro interés se centró en conocer como fue la aplicación de estos conceptos en la elaboración de los

granulados y las dificultades que se les presentaron durante las actividades programadas en la asignatura Farmacotecnia I. Situación que se visualizó con los comentarios expresados a través de las siguientes acotaciones.

A7: Es difícil entender que el tamaño y la forma de las partículas sólidas tengan que ver con la uniformidad del peso de la tableta.

A8: Los comprimidos son productos obtenidos rutinariamente por los operarios en los laboratorios realizados en los distintos turnos de trabajo.

B7: La forma me permite un mejor empaquetamiento de las partículas en la prueba del Índice de Carr`s.

B8: La fuerza de cohesión son las fuerzas que ejercen las partículas entre sí en una formula sólida.

- El tercer interrogante aborda los temas o conceptos asociados al flujo de las partículas y las fuerzas que favorecen o no el movimiento de éstas, y su segregación si hay diferencias en el tamaño o densidad de los granos que intervienen en las distintas formulaciones, utilizados para elaborar las pruebas y los procesos en la tecnología farmacéutica. ¿Cómo asoció usted los conceptos físicos de fuerza para analizar e interpretar los procesos que ocurren en el tableteado del granulado? Nuestro interés fue entender el nivel de esfuerzo que el alumno debía realizar para explicitar la utilización de estos conceptos en las actividades programadas durante la asignatura Farmacotecnia I, la cual, se indagó a través de los siguientes comentarios:

A7: Para mi no es comprensible, el hecho de que al calcular el diámetro de la partícula se pueda encontrar su tamaño.

A8: Las pruebas siempre dan buenos resultados teóricos y luego en el proceso real debemos realizar correcciones.

B7: Es la recta trazada desde un extremo de la partícula al otro lado, pasando por su centro, la cual, me permite calcular su tamaño utilizando el método de la aproximación a una esfera equivalente.

B8: Las evaluaciones que efectuamos a los insumos, son una aproximación para conocer las características que queremos que las materias primas posean, para elaborar el producto deseado.

En el caso, de estos estudiantes del grupo en la cual se implementó la metodología activa, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Responde científicamente incorrecto y efectuaron la justificación incorrecta). Podemos registrar lo siguiente. El estudiante (A7) en la entrevista, nos plantea a los ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas *Para mí no es comprensible, el hecho de que al calcular el diámetro de la partícula se pueda encontrar su tamaño*, lo que nos permite, corroborar y visualizar que no maneja los conceptos básicos enseñados en la Física, lo que le resta posibilidades para explicar de una forma clara las características de los materiales y, en particular, al concepto de sólido, el cual, depende de si el componente es “cristalino” o “amorfo”. El segundo estudiante (A8), en la entrevista nos plantea que *Los sólidos son trasladados en empaques o en tanques de un lugar a otro sin problema*. Mostrándonos que no ha podido relacionar el tema de flujo con el concepto de la física newtoniana movimiento o velocidad de una partícula, situación que permaneció sin modificarse durante el proceso de enseñanza aprendizaje y que se visualizó tanto en los resultados obtenidos en el test como en la entrevista.

Así mismo, en el caso de los dos estudiantes del grupo testigo, cuyas respuestas al **Test-conceptual-reología** estuvieron dentro del criterio (Responde científicamente incorrecto y efectuaron la justificación incorrecta). Podemos anotar lo siguiente. El estudiante (B7) en la entrevista, nos plantea en su respuesta al grupo de ítems correspondiente a los conceptos -propiedades básicas- *El sólido puede ser cristalino o amorfo lo que me proporciona datos sobre la dureza de las tabletas obtenidas*. Nos permite, corroborar y visualizar que relaciona el concepto -estado de la materia- con la fuerza aplicada a una partícula, en manera no apropiada científicamente, resultando sus explicaciones incorrectas de acuerdo a los temas trabajados en el curso de Farmacotecnia I. El segundo estudiante (B8), en la entrevista, nos plantea que *El sólido cristalino se caracteriza por tener una buena solubilidad y esto favorece la desintegración del producto*, mostrándonos una discrepancia entre las respuestas logradas en el instrumento y las obtenidas en la entrevista, debido a que sus explicaciones nos relacionan las características de los cristales que presentan una buena solubilidad con la desintegración de una tableta, proceso que tiene que ver con la fuerza de compresión del granulado o las acciones de cohesión y adhesión de las partículas que conforman la fórmula de la forma farmacéutica.

En síntesis, la entrevista semi-estructurada nos permitió visualizar; que los alumnos muchas veces, como se encontró con los dos estudiantes en el primer grupo con la metodología enseñanza aprendizaje activa, en el instrumento y en las actividades con acompañamiento presentaron una serie de explicaciones que nos permitió concebir un aprendizaje significativo crítico; en la entrevista pudimos constatar que todavía persistían algunas dificultades en conceptos relacionados al movimiento de las partículas relacionadas con la fuerza de fricción.

Los resultados de esta fase, contribuyeron a creer en nuestra metodología de enseñanza aprendizaje activa utilizada en la asignatura Farmacotecnia I, porque nos permitió relacionar, de acuerdo con lo expresado por Ausubel (1978, pág. 41) *“la esencia del proceso de aprendizaje significativo es que ideas expresadas simbólicamente se relacionen, de manera sustantiva (no literal) y no arbitraria, con lo que el aprendiz ya sabe, o sea, con algún aspecto de su estructura cognitiva específicamente relevante (un subsumidor) que puede ser, por ejemplo, una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición ya significativos”*. Los distintos materiales en el sentido de que presenten una significatividad lógica con respecto a la organización, para así, propiciar la construcción del conocimiento, y una significatividad psicológica con la finalidad de que el alumno establezca conexiones del nuevo conocimiento y los conocimientos previos, que les permitieran lograr un buen proceso de asimilación y por ende su aprendizaje.

6.2.4.5 Consideraciones conclusivas del cuarto estudio.

Los resultados de este estudio muestran que, los estudiantes con una buena preparación en los conceptos de dinámica newtoniana y elasticidad de Hooke, eran capaces de relacionar y utilizar apropiadamente estos conocimientos en los distintos problemas asignados en las actividades programadas en la asignatura Farmacotecnia I, situación que coincide con las investigaciones realizadas por Ausubel et al., (1983); Novak, (1982); Driver, (1988), en las cuales, destacan el papel de los conocimientos previos de los alumnos en el aprendizaje.

Esta capacidad de relación, es un proceso cognitivo básico en el que se organiza la información seleccionada, relacionando unos elementos con otros para dar coherencia y significación; la integración de la información organizada con el conocimiento previo,

depositado en la memoria, creando nuevas estructuras de conocimiento. Ausubel hablaba de un aprendizaje significativo basado precisamente en *-la relación que se puede establecer entre el nuevo material y las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto-* (citado en López; 2009: p. 3). Desde esta perspectiva, las propuestas de enseñanza desarrolladas en el aula, presuponen una concepción de alumno activo, pensante, y cognitivamente capaz de comprender lo que está aprendiendo.

Otro aspecto importante encontrado, fue la capacidad de relacionar los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido en los procesos de granulación y compresión de formas farmacéuticas logrado por la mayoría de los estudiantes, al explicitar e intervenir en las diferentes actividades desarrolladas en el aula, durante la implementación de propuesta didáctica. Destacándose así, el papel de la enseñanza con ayuda, realizada en la metodología de los trabajos con acompañamiento, para que los alumnos con los instrumentos y recursos de apoyo pudiesen ir más allá de lo que sería capaz individualmente (Vygotsky, 1979). Coincidiendo los resultados con los obtenidos por Díaz Barriga (2003), sobre la importancia de los conocimientos previos y el valor de la mediación (profesor) para la construcción conjunta de significados en el avance y dominio de la red de conceptos implementados en la asignatura Farmacotecnia I.

Así mismo, se indagó, sobre la contribución de la metodología de enseñanza aprendizaje activa en el rendimiento con respecto a la metodología tradicional encontrándose diferencias favorables a la metodología activa. En ese sentido, pienso que estas dos metodologías siguen estando vigente en la actualidad ya que la mayoría de los profesores continúan enfocados en que él, es el centro de atención, no hay participación y efectúa las explica mientras que los alumnos son receptores, mientras que, en la metodología activa, la figura del alumno asume un rol importante en su formación, participando activamente y proponiendo actividades o resoluciones creativas.

En la próxima sección se presentan las distintas consideraciones conclusivas obtenidas a partir de los cuatros estudios realizados durante la investigación que conforma la tesis doctoral.

Capítulo 7

CONSIDERACIONES CONCLUSIVAS FINALES

La vida es aprendizaje, cuando dejes de aprender, mueres
Thomas Leo Clancy, 1947.

7.1 Consideraciones finales de la fase Exploratoria

De los resultados, análisis e interpretaciones de las respuestas a los instrumentos utilizados en esta fase y, atendiendo a los referentes teóricos que han guiado el proceso, podemos hacer algunas consideraciones conclusivas, a la vez, que apuntamos algunas pautas orientadoras para la segunda fase.

La concepción constructivista adoptada en el marco referencial de esta investigación, está ligada al Aprendizaje Significativo (1978, 2002), el cual, admite que, cada vez que al estudiante se le presenta un tema nuevo o se le cuestiona sobre algún concepto, o lo que sabe de él, ocurre una activación inmediata de experiencias y saberes previos del contenido de la asignatura o del fenómeno de estudio. De ahí, que el aprendizaje significativo no es la -simple conexión- de la información nueva con la ya existente en la estructura cognoscitiva de la persona que se instruye; éste involucra la modificación de los conceptos previos, siempre y cuando exista disposición e interés para aprender a transformar el conocimiento. En este aspecto, una de nuestras preocupaciones fundamentales en la investigación, fue, por tanto, conocer qué es lo que los alumnos ya saben sobre lo que vamos a enseñarles.

No es casual que buena parte de los trabajos realizados en los últimos años, se han centrado en estudiar los conocimientos previos de alumnos de muy diversas edades, así como la forma en que pueden ser presentados y evaluados en el aula (Hussey y Smith, 2002; Bransford y Donovan, 2005; Morales, 2009; Claxton, 2001; Hernández, 2008; Díaz Barriga, 2006; Pérez Gómez, 2007; Caballero, 2009).

Por ello, en la primera fase, correspondiente a la suficiencia investigadora, se indagó y revisó acerca de la existencia e importancia de los materiales didáctico en la temática de reología, relacionado con la elaboración de formas farmacéuticas sólidas a los docentes de las facultades de Química Farmacéutica de las universidades del país. Como también, se consultó en una cohorte de alumnos matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, los conceptos previos que poseían sobre la física newtoniana y la elasticidad de Hooke, trabajo inicial abordado en la suficiencia investigadora donde se

detallaron todos los resultados (Archbold, 2009), por consiguiente, solo mencionaremos una síntesis de estos resultados.

Con respecto a los materiales existentes y a su contenido, encontramos que; dichos materiales didácticos, disponibles por los docentes en el campo de la tecnología farmacéutica, y en especial, los relacionados con el concepto de “reología” aplicado a la elaboración de medicamentos sólidos, presentan en unos casos, las diferentes teorías que tienen que ver con el concepto- *deformación y el flujo*-, en una forma tan compleja que los alumnos no captan los elementos esenciales de la dinámica newtoniana, requeridos para resolver los problemas de las distintas formulaciones, y en otros casos, estos documentos están elaborados de una manera tan simple, que no les permite comprender los temas relacionados con los materiales sólidos pulverulentos y sus implicaciones en la elaboración de los productos farmacéuticos.

Además, se detectó que el manejo y acceso a dicho material por parte de los alumnos, presenta una serie de dificultades; relacionadas como la organización secuencial de los contenidos, su alto costo dependiendo de las diferentes editoriales que los suministran y las restricciones existentes para su consecución. También, se encontró que su comprensión por parte de los alumnos, ya sea por la forma en la que fueron elaborados o por los elementos pedagógicos que adolece, requieren para su utilización de un acompañamiento del docente, situación que en algunos estudiantes condujo a que se abstuvieran de su utilización o no les prestasen mucha atención o no les motivaran a aplicarlas en las actividades durante las clases.

Otro aspecto estudiado en esta fase, está relacionado con los elementos básicos de la dinámica newtoniana, que los estudiantes deben aprender en el semestre anterior y que son necesarios para entender el concepto de reología presentado en la asignatura Farmacotecnia I, se observó, que fueron adquiridos de manera regular, permitiéndoles en unos casos comprender y desarrollar los temas concernientes a la tecnología farmacéutica de sólidos y en otros casos no. De ahí, se infiere que, los estudiantes al finalizar la asignatura Física I e ingresar al curso de Farmacotecnia I, no habían obtenido en una gran medida habilidades y destrezas en el manejo de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke, durante el proceso de enseñanza aprendizaje y así, estar bien preparados para utilizar estos conocimientos científicos, en

comprender los distintos temas concernientes al proceso de granulación y compresión que se presentan en el curso.

En este sentido y parafraseando, lo expresado por Rodríguez (2008). Podemos decir -Si somos capaces como docentes de favorecer el desarrollo de estrategias y habilidades en el aula-, estos alumnos construirán un conocimiento mucho más sólido y perdurable, situación necesaria y urgente hoy día, en el cual, se busca convertir o posibilitar en las aulas universitarias un espacio socializador de experiencias y conocimientos. Por esa razón, es necesario incorporar a las actividades docentes, nuevos componentes que la innoven y así, propiciar en los alumnos la necesidad de ser personas responsables de su propio aprendizaje, reflexivas, críticas, con conocimientos, habilidades, valores y actitudes.

Consciente de la responsabilidad de la labor como profesor, comprometido con el presente y futuro de los estudiantes de las nuevas generaciones, estamos llamados a emprender medidas que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje, favoreciendo que los educandos logren un aprendizaje significativo y a su vez crítico. Para ello, en la segunda fase de esta investigación nos propusimos *Elaborar e implementar una metodología de enseñanza aprendizaje activa centrada en el concepto reología orientada a la elaboración de medicamentos sólidos (tabletas o comprimidos), fundamentada en las Teorías del Aprendizaje Significativo de Ausubel, Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira y en el concepto de mediación de Vygotsky en la asignatura Farmacotecnia I.*

7.2 Consideraciones finales de la segunda fase (implementación de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa)

Después de la aplicación de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa y considerando que al final de cada estudio -1, 2, 3, 4- se realiza una recapitulación describiendo los resultados alcanzados en cada uno de éstos, se presenta a continuación las consideraciones finales de la investigación, exponiendo en forma concisa los principales resultados obtenidos en los cuatro estudios desarrollados, y estableciendo una comparación entre ellos, en términos de semejanzas y discrepancias. Asimismo, se

indican algunas de las perspectivas futuras en el ámbito de la tecnología farmacéutica, destacado campo de aplicación de estos conceptos de la Física.

Convencidos de que la implementación de actividades como; el acompañamiento de los alumnos por parte del docente y los foros de discusión en el aula de clase, orientadas por referenciales metodológicos que apoyen a un uso más efectivo de las mismas, así como por referentes teóricos acerca del aprendizaje que aportan al profesor herramientas para conocer los procesos cognitivos que se dan en los estudiantes a partir de la interacción profesor-alumno, alumno-alumno que se obtienen en estas actividades grupales, apoyadas en una serie de talleres y problemas donde se facilita la discusión, propiciando el uso crítico y reflexivo de los conceptos de Física (dinámica newtoniana y elasticidad de Hooke), involucrados en el aprendizaje de las nociones propias de la tecnología farmacéutica requeridas para desarrollar los procesos de elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

Con esta intención, fueron ejecutados cuatro estudios a través de un enfoque cualitativo, desde la perspectiva del estudio de casos, trazados por Stake (1998). Los resultados obtenidos en esta investigación, sugieren que la implementación de la metodología de enseñanza aprendizaje activo, basado en -trabajo con acompañamiento y foros en la enseñanza de la Tecnología farmacéutica_, es altamente pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de los conceptos de reología y su uso en el proceso de elaboración de medicamentos sólidos.

Esta propuesta didáctica activa, que permeó cada uno de los estudios realizados, y sus respectivos referentes teóricos y metodológicos que se constituyeron en la base de ellos, permitieron alcanzar de un modo satisfactorio los objetivos propuestos en la investigación.

De este modo, en el estudio 1 que estuvo fundamentado en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausube (1978; 1980, 2002) y la mediación, implementada a partir de la idea de Vygotsky (1931), sobre el concepto de zona de desarrollo próximo, se encontraron importantes evidencias que nos permitieron considerar que los estudiantes adquirieron un progreso significativo en el aprendizaje de los conceptos de la tecnología

farmacéutica cimentados en la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke involucrados en los trabajos con acompañamiento y los foros trabajados en el aula.

Otro aspecto importante hallado en el estudio I, fue la capacidad de relacionar los conceptos físicos de fuerza, movimiento, deformación y fluido con los procesos de granulación y compresión de formas farmacéuticas sólidas, logrado por la mayoría de los estudiantes, al explicitar e intervenir en las diferentes actividades desarrolladas en el aula, durante la implementación de la propuesta didáctica. Destacándose así, el papel de la enseñanza con ayuda, apuntalada en la metodología del trabajo con acompañamiento, con el propósito de que el alumno con los instrumentos y recursos de apoyo, pudiera ir más allá de lo que sería capaz individualmente (Vygotsky, 1979). Coincidiendo con los resultados obtenidos por Díaz Barriga (2003), sobre el papel que desempeñan los conocimientos previos y la mediación del docente, en la construcción conjunta de significados en el avance y dominio de la red de conceptos de reología por parte de los estudiantes. De ahí, que para comprender algo nuevo, una persona necesita activar una idea o conocimiento previo, con el que le pueda dar sentido a la nueva información enseñada en el aula. Situación que, en esta metodología activa, fue aprovechada por el docente, para que sus estudiantes comprendieran los temas presentados, y así, favorecer que su aprendizaje fuese significativo.

A partir de esta capacidad de relación, generado como un proceso cognitivo básico en el que se organiza la información suministrada, con la finalidad de lograr coherencia y significación, que posibilite de esta manera, su integración con el conocimiento previo existente en la memoria, y así, desarrolla nuevas estructuras de conocimiento, los cuales, generan de acuerdo con Ausubel (2002), las bases para el aprendizaje significativo, claramente citado por (López; 2009: p. 3) como *-la relación que se puede establecer entre el nuevo material y las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto-*, esencial para los intereses de la metodología de enseñanza aprendizaje activa implementada, en la cual, se presupone y se requiere, una concepción de alumno activo, pensante, y cognitivamente capaz de comprender lo que está enseñando.

Otro aspecto indagado en el estudio I, fue la contribución de los foros y los trabajos con acompañamiento, a la predisposición de los estudiantes a participar activamente en su ejecución, situación que no se evidenció a lo largo de la intervención en el aula, debido

a que los resultados obtenidos en las distintas actividades, mostraron que los alumnos se limitaban a realizar el mínimo esfuerzo posible para afrontarlas. Tal vez, se debió a las dificultades que tienen los alumnos universitarios para realizar trabajos en equipos, que en su mayoría no comprenden la mecánica de esta actividad grupal Litwin (2008). Frente a los pobres resultados obtenidos en este aspecto -predisposición de los estudiantes a participar en las actividades-, se planteó la necesidad de realizar un segundo estudio, en busca de dar respuesta a este objetivo específico no resuelto.

Al igual que el primer estudio, el segundo estuvo fundamentado en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1978; 1980, 2002) y la mediación, implementada a partir de la idea de Vygotsky (1931), sobre el concepto de **zona de desarrollo próximo**. Mostrando en los resultados de este estudio, que los alumnos presentaron un gran avance en sus explicaciones, efectuando relaciones coherentes entre los conceptos físicos -fuerza, movimiento, deformación y fluido-, con los procesos de granulación, tamizado y compresión, fundamentales en la elaboración de formas farmacéuticas, exhibiendo un dominio del concepto reología y su aplicación en los procesos tecnológicos realizados.

Además, se evidenció en este estudio II y en concreto en los foros y los trabajos con acompañamiento, la buena predisposición que los alumnos mostraron para realizar las actividades asignadas, efectuando más intervenciones, con un mayor entusiasmo y si había que dedicarle tiempo adicional para su realización, no manifestaban ningún inconveniente en hacerlo. Esta actitud abierta y receptiva nos permitió deducir que la metodología de enseñanza-aprendizaje activa implementada, ayuda positivamente a los alumnos a aprender. En este sentido y tomando los aportes de Pintrich y Schunk (2006), desde un enfoque cognitivo, podemos inferir que, si se logra motivar a los estudiantes para que se apropien de la ejecución de estas actividades, ellos convierten las tareas en una meta, que los estimulan y los mantienen en constante búsqueda de resultados. Puesto que, los alumnos que están motivados, muestran más interés en las actividades asignadas, atienden con más esmero las instrucciones del docente, están más dispuestos a tomar apuntes, trabajan con mayor diligencia, con más seguridad en sí mismos y realizan sus mejores esfuerzos para ejecutar las tareas encomendadas. Mientras que aquellos que no están motivados, prestan poca atención al desarrollo de la clase y a la

organización del material, así como piden poca ayuda cuando no entienden el tema que se les está enseñando.

Frente a estos resultados ampliamente satisfactorios, consideramos prudente avanzar en esta investigación, pero ahora buscando no solo aprendizaje significativo, sino, además, que fuese significativo y crítico; para ello, se plantearon los estudios III y IV. Incorporando a estos estudios, la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (2005), como un nuevo referente teórico, que nos permitiera complementar los utilizados en los dos estudios anteriores. Con su inclusión se pretendió además de los señalados en esta investigación, atender y contribuir a cumplir con los objetivos de la reforma establecida en la facultad de Química Farmacéutica en el nuevo pensum, en la cual, se propende por estudiantes propositivos y críticos.

Así, el interés del estudio III, estuvo centrado en la atención de tres de los principios programáticos (De la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas, Del conocimiento como lenguaje y de la incertidumbre del conocimiento) de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (op. cit) las cuales, fueron incluidas en las nuevas actividades implementadas en el trabajo con acompañamiento y los foros de discusión en el aula de clase. Los resultados obtenidos en este estudio, fueron muy positivos en términos de la habilidad para formular preguntas de interés en relación con las temáticas tratadas en tecnología farmacéutica. Asimismo, la atención de los otros dos principios, posibilitaron no solo un análisis más crítico de los problemas planteados, sino, además, el enriquecimiento del lenguaje de los estudiantes en relación con los conceptos científicos de la tecnología farmacéutica, su construcción y su aplicación.

A partir de los resultados ampliamente interesantes y optimistas del tercer estudio, se desarrolló un IV estudio, el cual, se enfocó en atender dos principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico, uno relacionado con la no centralización en libros de texto, de la diversidad de materiales educativos, y el otro que ya se había planteado en el estudio III -asociado al conocimiento como lenguaje-. Encontrándose en los resultados del estudio IV, una gran similitud con los obtenidos en el estudio III; pero evidenciando en este último, un mejoramiento en la capacidad de los estudiantes para formular preguntas de interés en relación con las situaciones tecnológicas atendidas. Del

mismo modo, se encontró que la incorporación de estos principios programáticos del Aprendizaje Significativo Crítico en las actividades con acompañamiento, foros y problemas, favoreció para que los estudiantes lograran una mejor comprensión de los conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad de Hooke y su aplicación al proceso de la tecnología farmacéutica.

Otro elemento analizado en el cuarto estudio, se relacionó con el rendimiento académico, visualizando un mejoramiento en los resultados logrados por el grupo intervenido, con respecto al conseguido por el grupo paralelo denominado testigo, en la cual, se utilizó la metodología tradicional para desarrollar las temáticas de la asignatura Farmacotecnia I. Los resultados provenientes de las evaluaciones realizadas en los dos grupos (intervenidos y testigo), después de cada sección de los distintos temas del curso, fueron comparados en función del rendimiento obtenido por los alumnos al finalizar la asignatura Farmacotecnia I, dicha comparación nos indicó que el grupo con la propuesta didáctica activa, alcanzaron mejores notas que el grupo con la metodología tradicional, cabe señalar, que esta comparación se realizó, no con el interés de medir cual metodología, es mejor o peor, sino, como el ánimo de proporcionar a los docentes una alternativa que pudiesen utilizar para ejercer su labor de enseñanza aprendizaje.

En resumen, podemos decir que cada nuevo estudio es una *ampliación* del anterior, en busca de diferencias y similitudes en su implementación, como también, la adquisición de experiencia y aprendizaje por parte del investigador. En ese sentido, es importante destacar algunas de esas diferencias más evidentes que no pueden pasar inadvertidas en la descripción de esta investigación; pero que, además, es trascendental considerar para futuras propuestas, con intereses semejantes a los nuestros. Para ello, pasaremos a continuación a presentar de manera concisa algunas de las diferencias y similitudes.

En primer término, las diferencias y similitudes, pueden estar relacionadas con los distintos alumnos seleccionados en el grupo o grupos con los cuales se implementaron la propuesta didáctica. En el caso de esta investigación, los estudiantes de Química Farmacéutica, seleccionados para llevar a cabo los diferentes estudios, aunque han recibido el mismo curso de Física I en el semestre anterior, como vemos en las respuestas a las preguntas que presentaremos posteriormente, exhiben una gama muy

variada de intereses, sentimientos, miedos y obstáculos para el aprendizaje de dicha asignatura. Por ejemplo, en los resultados obtenidos a las preguntas:

En el caso del interrogante: **¿Cuáles fueron los resultados obtenidos en la asignatura Física cursada en el semestre anterior?** Encontramos que los estudiantes que conformaron los cuatro estudios, provienen de una mezcla del 46,7 % de alumnos que obtuvieron resultados no muy satisfactorios, 15,5 % de ellos deficientes y 37,8 % buenos, generando así, tres tipos de estudiantes matriculados en la asignatura Farmacotecnia I, alguno de ellos con un dominio limitado de estos conceptos básicos.

Así mismo, en lo que respecta a este otro cuestionamiento; **¿Qué tópico de la Física le agradó más y le gustó estudiarlos aún cuando tenía que dedicarle más tiempo del asignado? ¿Qué conceptos recuerda y en especial los relacionados con movimiento, flujo y fuerza?** Descríbalos en forma breve. Los diálogos obtenidos a partir de los interrogantes, estuvieron centrados alrededor de las siguientes opciones: Me gusta la Física, No me motiva la Física, Me han dicho los compañeros que es difícil y No me gusta la Física. De los resultados obtenidos podemos visualizar que la gran mayoría de los estudiantes, un 62,2 %, manifestaron que les gustaba la Física, argumentando su predilección con los temas de la dinámica newtoniana y la importancia de estos, en el quehacer cotidiano, como el desplazamiento que la persona realiza para llegar a los distintos lugares, la fuerza que se hace al levantar los distintos objetos, como también, para afrontar una serie de procesos, requeridos en la elaboración de los medicamentos. Además, se pudo extraer de estos interrogantes, que el 22,2 % de los alumnos que optaron por la opción *-no me motiva la física-*, al justificar sus respuestas manifestaron que se debe a la forma como el docente presenta los distintos temas en la clase, no les incentiva a estudiar ni a realizar las actividades propuestas en el aula.

Para esta pregunta es preocupante los resultados de la opción *-Me han dicho los compañeros que la Física es difícil-*, debido a que refleja claramente la sugestión que en algunos estudiantes generan los comentarios negativos de otros alumnos sobre las asignaturas, y en particular, a los que en el semestre siguiente se matricularán en este curso de Farmacotecnia I, afortunadamente la población en este caso fue mínima 6,7 %, pero siempre se genera en estos estudiantes una predisposición que obstaculiza las acciones y el aprendizaje de estos estudiantes frente a los problemas asignados.

Por último, en el tercer interrogante planteado **¿Qué dificultades encontró en el aprendizaje del curso de Física?** Nos permitió conocer las inquietudes y dificultades que tuvieron los estudiantes, durante el proceso de enseñanza aprendizaje en el curso de Física I. en las respuestas a este interrogante pudimos visualizar que el 62,2 % de los estudiantes relacionaron las dificultades con dos situaciones. En un primer lugar, manifestaron que la asignatura presentaba muchas ecuaciones que hacían difícil de entender y asimilar los distintos tópicos del curso, así como, los conceptos trazados en los temas tratados en clase, no estaban relacionados con las actividades implementadas en el aula. Y, en segundo lugar, la metodología que el profesor utilizó para enseñar los conceptos en el aula, no los motivó a estudiarlos y a realizar las actividades, pues eran difíciles, enredados y aburridos. Estos resultados nos muestran que los estudiantes que acceden a la asignatura Farmacotecnia I, presentan dificultades en el manejo de ecuaciones y no lograban utilizarlos en aplicaciones concretas de la tecnología que les permitieran asimilarlos a los conceptos tratados en la elaboración de los productos sólidos.

Y, en segundo término, las diferencias pueden deberse a las dificultades que tienen los estudiantes universitarios a efectuar trabajos en grupo. En este sentido, como en los estudios realizados en esta investigación, se indagó y se analizó como fue la contribución de los foros y los trabajos con acompañamiento en la predisposición de los estudiantes a participar activamente en estas actividades. Consideramos que algunos de los resultados no satisfactorios se debieron a las dificultades que presentan los alumnos universitarios para realizar trabajos en equipos, dado que en su mayoría no comprenden la mecánica del trabajar como grupo en los términos planteados por Litwin (2008), -el trabajo en equipo permite que los estudiantes, se organicen, distribuyan tareas, formulen y confronten hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y cada uno de ellos se transforme en un recurso para los demás- y que no fueron aclaradas o enfatizadas por parte del docente investigador a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje. En ese aspecto García (2008), en su estudio sobre las dificultades que encuentran los docentes cuando, en su tarea cotidiana de enseñar, se enfrentan con alumnos que no muestran la predisposición necesaria para afrontar el proceso de aprendizaje, no comprenden lo que el profesor les encomienda, o no disponen de las habilidades necesarias para realizar un aprendizaje autónomo. Otros estudios relacionados con la motivación y actitudes de los alumnos hacia la ciencia en términos negativos realizados por (Gil, 1994; Yager y

Penick, 1986; Vargas-Gómez y Yager, 1987) constituyen una barrera para el aprendizaje. En ese sentido Ausubel (1978), plantea que la motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje, está relacionada por lo menos con el impulso cognitivo, derivado del hecho de que el estudiante encuentre interesante una tarea o a la necesidad individual de alcanzar una determinada meta u objetivo.

En cuanto a las similitudes, se pueden destacar a partir de los resultados obtenidos del siguiente interrogante; **¿Cómo fue la motivación que el tema asignado le produjo?** De los once subgrupos en que se dividieron los estudiantes del curso, nueve grupos, respondieron que fue de su interés trabajar en formulaciones de productos farmacéuticos, debido a que podían ver directamente la razón de la asignatura y los problemas que tienen los medicamentos, los otros dos, opinaron que todos los temas les atraen y trabajarían con igual entusiasmo en todos, pero en opinión del docente investigador, esta respuestas, son genéricas con la intención de quedar bien con el profesor. En ese mismo sentido, se encontró las respuestas al interrogante ¿Cuál fue el interés despertando?, encontramos que los once subgrupos establecidos en el aula, respondieron que estaban dispuestos a emplear más tiempo del asignado porque sus temas les interesaban y les entusiasmaba el trabajar en problemas prácticos, percibiéndose una gran similitud de intereses y expectativas por parte de los alumnos.

Como se evidenció en la investigación, el trabajo con acompañamiento, como herramienta activa en la metodología de enseñanza-aprendizaje, constituyó una técnica pedagógica que generó un potente impacto en la transformación de los procedimientos pasivos que comúnmente se dan en otras actividades en el aula, impulsando el trabajo grupal, como herramienta para activar los procesos de aprendizaje e intereses particulares de estos estudiantes, ofreciendo con esta estrategia, la promoción y la colaboración en el trabajo académico; mostrándoles los múltiples enfoques que se pueden tener frente a un determinado problema y estimulando la toma de decisión y sus compromisos en el proceso enseñanza aprendizaje.

También, se observó durante la implementación de la propuesta didáctica, que los estudiantes disfrutaban de las actividades, se sentían comprometidos, preguntando que más podían hacer, para desarrollar de mejor manera los problemas asignados, así mismo, el ambiente vivido en el aula de clase fue placentero, en el cual, reinó el respeto

y la armonía, en donde el estudiante fue el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, reconociéndole el esfuerzo que hacían, evitando la censura, cuando no se lograban los resultados esperados y animándolos a seguir intentándolo para mejorar la actividad, pues, en ese aspecto, tanto teóricos del aprendizaje como profesores (Santrock, 2003; Huertas, 1997; Pozo, 1999; Míguez, 2001), están de acuerdo en que los estudiantes motivados aprenden con mayor rapidez, y más eficazmente. Así mismo, siguiendo nuestro marco teórico, con esta herramienta y de acuerdo a Vygotsky (1979), los alumnos con la ayuda del profesor mediador, construyen sus propias comprensiones y competencias llevando a cabo proyectos y tareas que despierten su interés. Igualmente, López, F. E. y Oliveros, L. (1999), hacen referencia a la tutoría en la universidad como una *-pedagogía del acompañamiento-*, el cual, debe ser lo menos directivo e intervencionista posible, tendiente a facilitar o permitir su nivel de autonomía.

7.3 Aportes y aspectos originales

La presente investigación puede ser considerada como uno de los trabajos iniciales en enseñanza aprendizaje activo, concerniente a la aplicación de los conceptos de reología a la elaboración de medicamentos sólidos, en la cual, sus objetivos contemplaron la exploración, la intervención y los resultados de los actores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje para facilitar un aprendizaje significativo y crítico.

Así mismo, en esta propuesta didáctica se logró maximizar la utilización del tiempo, alargando el acceso a los recursos y ubicando claramente los roles que juegan los participantes, tanto el profesor como los alumnos. Con respecto a maximizar la utilización del tiempo nos referimos al tiempo de clase en donde el profesor enriqueció la asignatura farmacotecnia I, con la presentación y realización de problemas, discusión de los conceptos inherentes en él y reafirmación de aprendizaje de los alumnos. En ese sentido, el profesor investigador dedicó su tiempo fuera del aula a diseñar, buscar materiales que el alumno pueda entender y cubrir sus inquietudes con respecto al tema tratado en la clase.

Además, es importante destacar la utilización de las actividades grupales en el fortalecimiento de los procesos de negociación de significados y el manejo de los conceptos logrados por los estudiantes, en relación con el campo de conocimiento en

tecnología farmacéutica abordado en las distintas actividades asignadas en los foros y trabajos con acompañamiento. Aquí se pone en práctica, la enseñanza, la empatía y la comunicación, para que los estudiantes aprendan a conocerse con mayor precisión y logren las interacciones personales más adecuadas para desarrollar su trabajo.

Otro aporte fue el acompañamiento realizado a los subgrupos de estudiantes, en el cual, el profesor en una actitud abierta y receptiva se mantiene dispuesto a aprender de los encuentros y vivencias, transformándolos en experiencias gracias a la reflexión. En consecuencia, este acompañamiento debe acreditarse en forma práctica, de modo permanente y de una manera reconocible y criticable. Desde esta óptica, se concibe al profesor como un aprendiz experimentado, quien, en muchos aspectos, tiene todavía que progresar y, por ello tiene comprensión frente a los intereses de aprendizaje de sus alumnos y puede aportar experiencias sin imponerlas, coincidiendo con el objeto de la mediación de Vygostky (1979), y los avances actuales de (Ausubel, 2002; Moreira, 2005), que consideran los procesos educativos como una relación de compartir entre profesor- estudiante o estudiante-estudiante.

En esta dirección Santrock (2000), destaca que, a través de la mediación, las personas pueden adquirir una serie de habilidades del pensamiento que son indispensables para el aprendizaje y la asimilación favorable de cada experiencia, que más adelante puede llegar a sufrir cambios. La mediación constituye una estrategia de carácter sociocultural que se ajusta al propósito de sistematizar la diversidad de opiniones y acciones del colectivo e implica cambios en la metodología de análisis de las situaciones. En ese mismo aspecto, Rosales (2004), destaca el entorno, los medios de comunicación y la mediación, entre otros, señalando y reforzando el valor de la mediación en el proceso educativo, como factor que puede impulsar cambios favorables en el estudiante.

Además, la elaboración e implementación de estrategias de enseñanza aprendizaje en la educación universitaria, son de suma importancia debido a que inciden en los procesos cognitivos y permiten el desarrollo de habilidades en los alumnos, así como, el de ayudar al estudiante a llevar a cabo su aprendizaje autónomo.

En resumen, las principales implicaciones que surgen de los resultados, apuntan a la definición y presentación de metodologías, que se puedan implementar en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un contexto universitario, en la cual, se tiene en cuenta los

conocimientos previos, y los objetivos de la asignatura y el curriculum en busca de un aprendizaje significativo y crítico. Y a la realización de nuevos estudios, que aporten conocimiento sobre el seguimiento del proceso de adquisición, dominio y progresividad del aprendizaje significativo del concepto reología aplicado a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

7.4 Perspectivas futuras

Desarrollar propuestas didácticas, con base al trabajo con acompañamiento y los foros-, como una alternativa a ser implementada en el aula de clase en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, se vislumbra la Facultad de Química Farmacéutica como un buen campo para la implementación de esta propuesta didáctica, después de la reforma curricular efectuada, que busca disminuir de una vez con la educación de recetario, y lograr en los alumnos fomentar el aprendizaje significativo crítico. Igualmente, el docente está invitado a aplicar en el aula, metodología de enseñanza aprendizaje activo, como un proceso que le permita facilitar, motivar y mejorar las actividades de aula, posibilitándole evitar errores que se han venido cometiendo en la utilización de esta estrategia -de trabajos con acompañamiento- de una manera superficial y sin conocimiento científico.

Otro elemento planteado a tener en cuenta por el profesor es -el trabajo en grupo-, pero debe hacerse mucho énfasis, en que si el docente desea tener éxito con su utilización; debe ineludiblemente, tener conocimientos apropiados y eficaces sobre cómo se programa el trabajo en grupo, especialmente en lo referente a las técnicas, y asumirlas como parte del proceso en el aula. Además, es importante destacar, que esta actividad requiere para su ejecución, partir de los conocimientos previos de los alumnos, los cuales, deben visualizarse, a través de una serie de indagaciones realizadas al inicio de la clase.

Así mismo, valorar y evaluar la implementación de los trabajos con acompañamiento establecidos en las distintas asignaturas del nuevo programa de Química Farmacéutica como estrategia para mejorar el aprendizaje de los temas de estos cursos.

Finalmente, creemos necesario destacar que quedan muchos temas sobre los que investigar y profundizar, tanto en lo que respecta, al análisis de las concepciones acerca del aprendizaje, como en lo concerniente a las estrategias metacognitivas. Además, se espera que este estudio suponga una contribución de interés tanto en lo empírico como en lo teórico y que estimule la curiosidad de los docentes a plantear nuevos interrogantes que permitan aumentar la comprensión de estos procesos y, por ende, lo relacionado con el aprendizaje humano en el contexto de la formación universitaria.

7.5 Recomendaciones

Antes de realizar algunas recomendaciones a los lectores interesados en continuar trabajando sobre la propuesta planteada en el presente trabajo, es importante recordar que lo que aquí se propone no es un “*modelo didáctico*” para la enseñanza de la reología aplicada a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, sino más bien, un posible enfoque desde el que se puede abordar éste tópico en el aula de clase, para promover en los estudiantes aprendizaje significativo y crítico. Se debe tener en cuenta que no hay modelos didácticos absolutos, ideales y cien por ciento eficientes, la metodología y los recursos didácticos a utilizar dependen del grado de enseñanza y del tipo de estudiantes a los cuales se enseña. De ahí, y teniendo en cuenta lo anterior y que este trabajo está sujeto a reconstrucciones por parte de los lectores comprometidos con la enseñanza aprendizaje o interesados en el tópico de la reología y su influencia en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, esbozamos algunas recomendaciones para que la presente propuesta sea mejorada.

- ✓ Aplicarla de tal manera que profesores y/o investigadores puedan reflexionar sobre la práctica educativa, identificando debilidades y fortalezas, y generar nuevas propuestas que permitan mejorarlas.

- ✓ Adicionar más datos de entrevistas u opiniones de especialistas en el tema enseñanza, aprendizaje significativo y crítico, y en el ámbito de la reología, como en la tecnología farmacéutica, con el propósito de profundizar en estos contenidos y guiar la propuesta en construcción. Dichas entrevistas aportaran conocimiento sobre el proceso enseñanza aprendizaje de los estudiantes, lo que posibilitan al docente prepararse mejor académicamente, a fin de no caer en la repetición, monotonía o

conocimiento limitado, pues es primordial que ellos a través de la orientación, alcancen más conocimientos.

- ✓ Incluir otros puntos de vista, en la propuesta que se quiera plantear, pues dichas contribuciones son fundamentales para conocer las diversas formas, desde donde se puede enfocar el tópico de reología aplicado a la elaboración de medicamentos sólidos y que al mismo tiempo permitan la formación de estudiantes críticos, participativos, analíticos y reflexivos. El acercamiento con docentes y estudiantes, permitirá su participación en nuevos planteamientos, su opinión acerca de esta propuesta dará a conocer si ésta logra o no que los estudiantes aprendan, comprendan, analicen, tomen decisiones, solucionen problemas, participen y se motiven hacia el nuevo conocimiento. Los datos obtenidos en este dialogo pueden generar nuevas ideas que posibiliten el mejoramiento del enfoque que se presenta en éste trabajo. Tal como lo apuntan Sancho y Hernández (1997), el estudio de los procesos educativos, y en particular el aprendizaje, plantea a los investigadores un espacio de dilemas y contradicciones, mientras que al mismo tiempo se tiene el compromiso de revisar con crítica el discurso contemporáneo sobre los procesos educativos y la forma misma en que generamos dicho discurso (Hargreaves, 1997).

En síntesis, se recomienda que el docente incluya en sus prácticas en el aula, las estrategias didácticas, que contengan procesos que favorezcan el aprendizaje significativo. Así como, las diferentes estrategias que les permitan a los estudiantes lograr un aprendizaje significativo. De igual manera, se requiere que los profesores reflexionen sobre la evaluación que realizan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que la gran mayoría de ellos, continúan utilizando instrumentos que no expresan o indican si el aprendizaje es significativo o no.

Como también, que examinen las distintas estrategias de aprendizaje que implementen en el aula, para ver, si con ellas, logran que el aprendiz, sea capaz de actuar en forma autónoma y auto regulado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La docencia es una misión social y no una ocupación simple, tiene que ver con la sensibilidad humana, el deseo de servir y el compromiso de crecer día a día.

Teresita Durán Vela, 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, D. J. (2009). *Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la ciencia (I): El marco teórico. Eureka Enseñanza Divulgación Científica*, 21 - 46.
- ACEVEDO, J. (2004). *Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3 - 16.
- ADORNO, T. W. (1970). *Sobre la Meta crítica de la teoría del Conocimiento*. Monte Ávila Editores. Caracas. pp. 289.
- ALONSO, M. J. (2001). *Tecnología Farmacéutica*. Volumen I. Editorial Síntesis S.A. España, pp. 75-141.
- AGUDELO G. J. D. y GARCÍA G. G. (2010). *Aprendizaje Significativo a partir de prácticas de laboratorio de precisión*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 4 No. 1.
- ALONSO M., M. del C. (2010). *Variables del Aprendizaje Significativo para desarrollo de las competencias básicas*. Revisado el 15 de abril de 2011. <http://www.aprendizajesignificativo.es/mats/Variables%20del%20aprendizaje%20significativo%20para%20el%20desarrollo%20de%20las%20competencias%20basicas.pdf>
- ÁLVAREZ de Z., C. M. y GONZÁLEZ A. E. M. (2003). *Lecciones de Didáctica General*. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá, Colombia. pp. 121.
- ÁLVAREZ, S. (2002). *Evaluación de la calidad como alternativa para la transformación de las Universidades: el caso de Argentina, en IGLU, Revista interamericana de gestión*, No 3.
- ANGUERA, M.T. (2008). *Metodologías cualitativas: características, procesos y aplicaciones*. In Verdugo, Alonso, M. Á., Crespo, M., Badia Corbella, M., & Arias, B. (2012). *Metodología en la investigación sobre discapacidad. Introducción al uso de las ecuaciones estructurales*. VI simposio científico SAID, 2008. Salamanca, 5 y 6 de junio de 2008.
- ÁNGELO, T (1990): *Learning in the classroom (Phase I), A report from the Lawrence Hall of Science, Berkeley University of California*.
- APOSTOLODIS, T. (2003). *Representations sociales et triangulation: enjeux théorico-methodologiques*, in *Methodes d'étude des représentations sociales*, J.C. Abric Ed. Editions Eres, Paris, Francia.

- APARICIO, F. y GONZÁLEZ, R.M. (1994): *La calidad de la enseñanza superior y otros temas universitarios*. Madrid: ICE: Universidad Politécnica.
- ARONS, A. B. (1990). *A guide to introductory Teaching*. Ed. Wiley. Nueva York. Estados Unidos.
- ARNAL, J., et al. (1992). *Investigación Educativa. Fundamentos y Metodología*. Barcelona.
- AREA, M. M. (2007). *Algunos principios para el desarrollo de buenas prácticas con TIC en el aula*. Revista de Comunicación y Pedagogía. Nuevas tecnologías y recursos didácticos. n 222, 42-47.
- ARENAS, E. A. (2011) Nuevas tecnologías y EEES: Esperiencias sobre la incorporación de plataformas educativas en la enseñanza universitaria pública y privada. VIII Foro sobre evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior. España.
- ARCHBOLD, R. (2012). *La enseñanza y aprendizaje del concepto de Reología en la Química Farmacéutica: Implicaciones en la elaboración de medicamentos sólidos*. *Vitae* 19 (Suppl. 2); 94-96.
- ARCHBOLD, et al. (2014). *Rheology studies implementation in developing solid dosage forms in natural products*. Pharmacology on line. Supplementary Issue. 23 Silae Congress. Italia.
- ADORNO, T. W. (1970). *Sobre la Meta crítica de la teoría del Conocimiento*. Monte Ávila Editores. Caracas. pp. 289.
- ARCHBOLD. R. y CABALLERO C. (2010). *Fuerza y movimiento como conceptos previos y su análisis como requerimientos importantes en la enseñanza y aprendizaje de la tecnología farmacéutica de medicamentos sólidos en el curso de Farmacotecnia I. II* encuentro nacional sobre la enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Universidad Católica Popular de Risaralda. Colombia.
- ARIAS, F. G. (1997; 2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica*. 6 Edicion. Ed. Episteme. Venezuela.
- ARIAS, J. L. et al., (2005). Programa simulador de las prácticas de tecnología farmacéutica del departamento de farmacia y tecnología farmacéutica de la Universidad de Granada. Enseñanza de las Ciencias. Número extra VII. Congrso.
- ARIZA, G. (2003). *Evaluación del programa de acompañamiento tutorial de la Facultad de Psicología de la Universidad Católica de Colombia*.[\[Links\]](#).

- AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart, and Winston. New Cork, pp. 685.
- AUSUBEL, D.P.; et al., (1978). *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognitivo. Segunda edición, Holt, Rinehart, and Winston. New Cork, pp. 733.
- AUSUBEL, D.P.; et al., (1980). *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognitivo. Editorial Trillas, México, pp. 623.
- AUSUBEL, D.P.; et al., (1983). *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognitivo. Editorial Trillas, México, pp. 623.
- AUSUBEL, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Editorial Paidós Ibérica, S.A. Barcelona, España, pp. 325.
- AULTON, M. E. (2004). *Farmacología, La ciencia del diseño de las formas farmacéuticas*. Segunda Edición. Elsevier, Madrid, España, pp. 681.
- AYERS, M (1998). *Locke Ideas y Cosas*. Editorial Norma S.A. Bogotá, pp. 72.
- ANIJOVICH, R. y MORA, S. (2009). *Estrategias de Enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique grupo Editor. Buenos Aire .Argentina.
- ANDREU, M^a. A. (2002). Proyecto Docente y de Investigación. [Concurso para profesor titular]. Universidad Politecnica de Valencia. España.
- AHUMADA, A. P. (2001). La evaluación en una concepción de Aprendizaje Significativo. Ediciones Universitarias de Valparaiso. Chile.
- BACHELARD, G. (2004). *La formación del Espíritu Científico*. Vigésimo quinta Edición. Traducción de José Babini. Siglo XXI Editores, S.A. Delegación, Coyoacan, México, p. 302.
- BAQUERO, R. (1997). *Vygotsky y el aprendizaje escolar*. Segunda Edición. Aique Grupo Editor S. A. Argentina. pp. 245.
- BARCO, C. A. (2011). Metodología activas y el aprendizaje por descubrimiento. Revista didáctica. Innovación y Experiencias Educativas. No 40. España.
- BERKELEY, G. (1974) *Principios del Conocimiento Humano*. Traducción de Pablo Masa. Aguilar Argentina S. A. Buenos Aires. pp. 184.
- BRIONES, G. (1981). *La formulación de problemas de Investigación Social*. Segunda Edición. Ediciones Unidas. Bogotá. pp 73.
- BENEGAS, J. (2007). *Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física* Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.1, Nùm.1, septiembre, pp. 32-38.

- BENITO, A. y CRUZ, A. (2005). Nuevas Claves para la docencia universitaria en el espacio europeo de educación superior. Narcea, S. A. Ediciones, España
- BOTERO, J.J., et al., (2000). *Mentes reales. La ciencia cognitiva y la naturaleza de la mente*. Siglo del Hombre Editores. Universidad Nacional de Colombia. Santa fe de Bogotá. Pp. 243.
- BRANSFORD, J.; et al., (2000). *How people learn*. National Academy Press. Washington, DC
- BOGDAN, R. y BIKLEN, S. (1982) *Qualitative Research for Education: An introduction to the theory and methods*. Allyn and Bacon Inc. Boston Estados Unidos.
- BORDAS, I y CABRERA, F. (2001). *Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso*. Revista Española de Pedagogía. 218, 25-48.
- BRUNER, J.S. (1966). *Investigación sobre el desarrollo cognitivo*. Ed. Pablo del Río.
- BRUNER, J. J. (2000). *Educación Superior en América Latina: una agenda de problemas, políticas y debates en el umbral del año 2000*.
- CASSIRER, E. (1974). *El problema del Conocimiento. En la filosofía y en la ciencia modernas*. Traducción: Wenceslao Roces. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 396.
- CASTILLO, B. y RUEDAS, M. (2007). Estrategias metodológicas basadas en Tecnología farmacéutica para promover la adquisición de nociones elementales sobre mezcla en el 6 grado de educación básica. Investigación y Posgrado, Vol. 22 No 1.
- CASTORINA, J.A. y PALAU, G.D. (1981) *Introducción a la lógica operatoria de Piaget*. Buenos Aires: Paidós.
- CARRETERO, M (1985) *El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: Las operaciones formales*. En M. Carretero; A. Marchesi y J. Palacios (Eds.) Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud. Madrid: Alianza Psicóloga.
- CABALLERO, S. C. (2005). *La investigación en enseñanza desde la perspectiva de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud*. Resultados de investigaciones en física. Revista Educación y Pedagogía. Vol. XVII, No, 43, p. 43-60.
- CABALLERO, S. C., et al. (2010) *Congresos y cursos: III encuentro internacional sobre investigaciones en enseñanza en ciencias*. Edita Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional. Universidad de Burgos España p. 606.
- CANDELA, A. (1999). *Prácticas Discursivas en el aula y calidad educativa*. Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol. 4 Núm. 8, julio-diciembre, pp. 273-398.

- CALERO, N. et al. (2004). Viscosidad y distribución de tamaños de partícula de sistemas acuosos de tensioactivos catiónicos. *Jorn.Com. Esp. Det.*, 34, 231-242.
- CALERO, N. et al. (2006). Influencia de la salinidad, adición de perfume y tiempo de almacenamiento sobre las propiedades reológicas de sistemas acuosos tensioactivos catiónicos. *Jorn.Com. Esp. Det.*, 36, 255-266.
- CARVALHO, P. S. y SAMPAIO E SOUSA, A. (2005). Rotation in secondary school: teaching the effects of frictional force. *Physics Education*. IOP. Publishing Ltd. 40 (3) Portugal, pp. 257-265
- CERDA, H. (1995). *Los elementos de la Investigación: como reconocerlos, diseñarlos y construirlos*. Segunda Edición. Editorial El Búho Ltda. Santa fe de Bogotá, D.C. pp. 449.
- CERDA, H. (2008). El proyecto de aula. El aula como un sistema de investigación y construcción de conocimientos. Editorial Cooperativa Editorial Magisterio. Colombia pp. 1 87.
- CERVANTES, V. H. (2005). Interpretaciones del coeficiente Alpha de Cronbach. *Avance en Medicina*, 3, 9-28.
- CRESWELL, J. (1998). *Qualitative inquiry and research design; Choosing among five traditions*. Sage Publications, London. U.K.
- CRESWELL, J. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches*. Sage Publications, London. U.K.
- CHI, M.T.H, et al., (1994) "*From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts*". *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- CLAXTON, G. (1984) *Live and learn*. Londres: Harper & Row. Trad. Cast. de C. González: Vivir y aprender. Madrid: Alianza, 1987.
- COHEN, L y MANION, L (1990). *Métodos de investigación Educativa*. Madrid, La muralla.
- COLL, C. y SOLÉ, I. (2001). *Enseñar y aprender en el contexto del aula*. En Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (Comps.). *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* Alianza. Madrid, p. 357-386.
- COVIÁN, R. E. y CELEMÍN, M. M. (2008). *Diez años de evaluación de la enseñanza aprendizaje de la mecánica de Newton en escuelas de ingeniería españolas. Rendimiento académico y presentación de preconceptos*. *Enseñanza de las ciencias* 26(1), 23-42.

- CONCARI, S. et al. (1999). Un estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario. *Revista de enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 273-280.
- COLAS, B. P. (1992). El análisis de datos en la metodología cualitativa. *Revista de ciencias de la Educación*, 152, p. 521-539.
- COLE M. (1983) *The child and other cultural inventions*. Praeger. Nueva York, pp. 89-114.
- COLOMBO DE C., L. y SALINAS DE S. J. (2004). *¿Importante la epistemología de la ciencia en la formación de investigadores y profesores en Física?* *Enseñanza de las Ciencias*. 22(3). 455-462.
- COLAS, B. P. (1992). El análisis de datos en la metodología cualitativa. *Revista de ciencias de la Educación*, 152, p. 521-539.
- DE VEGA, M et al., (1990). *Lectura y Comprensión. Una perspectiva cognitiva*. Alianza Editorial. Madrid. p. 270.
- DE VEGA, M. (1984) *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid. Alianza Editorial. pp. 213-313.
- DE LEON, H. y FUENLABRADA, I. (1996). *Procedimientos de solución de niños de primaria en problemas de reparto*. *Revista Mexicana de investigación Educativa*. Julio – Diciembre, vol. 1, núm. 2, pp. 268-282.
- DÍAZ BARRIGA, F. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Mc Graw Hill. México.
- DÍAZ BARRIGA, F. (2003). *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. *Revista electrónica de investigación educativa*. Vol. 5, No 2. México.
- DÍAZ, T. A., y PINZÓN de S. B. (2002). *Excelencia académica y formación integral*. Memorias del congreso internacional Intercambio de experiencias en programas universitarios de tutorías. Bogotá: Universidad del Rosario, ICFES. [Links](#)
- DÍAZ, M. (2002). *Flexibilidad y educación superior en Colombia. Calidad de la educación superior*, 2. Bogotá: ICFES. [\[Links\]](#)
- DIEZ G. E.J. y GONZALEZ, J. (2009). *La Recuperación de la Memoria Histórica*. Ed. Foro por la memoria de León y Ministerio de la Presidencia. España, pp. 128.
- DENZIN, N. y LINCOLN, Y. (1994). *Handbook of qualitative research*. Sage Publications. Thousand Oaks, California.
- DEL PINO J. y BURGOS M. (2010). *Metodologías activas de enseñanza en la docencia de instalaciones eléctricas*. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 35, 28-40.

- DRIVER, R. et al., (1985) *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano: Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/MEC, 1989.
- EHULETCHE, A. y SANTANGELO, H. (1999). El diseño de propuestas pedagógicas en la enseñanza no presencial, con soporte de nuevas tecnologías y redes de comunicación. En Pixel-Bit No 15, Universidad del Mar del Plata. Argentina y en Internet: <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n15/art153.htm> [revisado 15 de junio de 2009].
- FAIRSTEIN, G. y GYSSELS, S. (2004) Como se aprende. Colección Programa Internacional de Formación de Educadores Populares". Federación Internacional Fe y Alegría y Fundación Santa María. 2da reimpresión
- FERNANDEZ, M. A. (2006). Metodologías Activas para la formación de Competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, pp. 35-56.
- FISCHER, E. K. (1950). *Colloidal Dispersion*, Cap. 5. Editorial John Wiley and Sons, New York, Estados Unidos.
- FINOL, M. y CAMACHO. (2006). El proceso de investigación científica. Editorial Luz. Maracaibo. Venezuela.
- ERICKSON, F. (1986). *Qualitative methods in research on teaching*, in Handbook of research on teaching, M. Wittrock Ed. McMillan, New York pp. 119-161.
- GALLEGO B., R. (1995). *Discurso Constructivista de las tecnologías*. Editorial Libros y libros. Santa fe de Bogotá. pp. 120-127.
- GARCÍA M., E. (2003) Formación practica en tecnología farmacéutica. Recursos electrónicos N.C.F. en la fabricación de comprimidos", Ediciones Universitat de Barcelona, España.
- GARCIA, J. M del C. (2009). Corrientes Criticas ala escuela tradicional. Revista digital Innovación y experiencias educativas. No 14.
- GARCÍA, C. M. (2011). *La profesión docente en momentos de cambios. ¿Qué nos dicen los estudios internacionales?* CEE Participación Educativa Universidad de Sevilla. 16, marzo, pp. 49-68
- GIL F., J. (1994). *Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa*. Barcelona: PPU.
- GIL PÉREZ, D. (1991). *¿Que han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?* Enseñanza de las ciencias, 9(1), 69-77.

- GIL PÉREZ, D. (1993). *Contribución de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 11(2), 197-212.
- GIL F., J. (1994). *Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa*. Barcelona: PPU.
- GÓMEZ. G., et al., (1996) *Metodología de la investigación cualitativa*. Ed. Aljibe. Málaga España.
- GORGI, S. et al. (2005). Un estudio sobre las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes en fuerza y movimiento. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 83-95
- GUISASOLA, J. et al. (2004). *¿Puede ayudar la investigación en enseñanza de la Física a mejorar su docencia en la universidad?* Revista Brasileira de Ensino de Física, v.26, n.2, p. 1-6.
- GONZÁLEZ De J. F. et al. (2002). *Como hacer Unidades didácticas Innovadoras*. Diana Editor. España, pp. 20-61
- GUIDONI, P. (1986). *A phenomenological approach to the development and differentiation of energy ideas*. University of Naples.
- GUBA, E. y LINCOLN, Y. (1994). *Competing paradigms in qualitative research*, in Handbook of qualitative research, N. Dezin e Lincoln Y. Sage Publications, London.
- GETTYS, W. E., et al. (2005). *Física clásica y moderna*, Mc Graw Hill. Madrid, España.
- GUERRERO, Z. T. M. y FLORES H. H. (2009). *Teorías del aprendizaje y la instrucción en el diseño de materiales didácticos informáticos. Artículos arbitrados* Universidad de los Andes, escuela de educación. Mérida-Edo. Mérida
- HARADA, O. E. (2007-2009) *Enseñar a Pensar críticamente*. Revista Mixcoac del Plantel 8 de la Escuela Nacional Preparatoria Universidad Nacional Autónoma de México.
- HARADA, O. E. (2011). *Pensar, Razonar y Argumentar: enseñanza lógica*. Universidad Nacional Autonoma. México.
- HODSON, D. (1985). *Philosophy of Science, Science and Science Education*. Studies in Science Education, 12. 25-57.
- HERBIG, J. (1996). *La Evolución del Conocimiento*. Traducción de Ángela Ackermann. Empresa Editorial Herder, S.A. Barcelona, España. pp 333.
- HELMAN, J. (1980). *Farmacotecnia Teoría y Práctica*. Tomo II. Primera edición. Editorial Continental. México, 1980. pp 1625-1628.

- HESSEN, J. (1973). *Teoría del Conocimiento*. Decimotercera Edición. Traducción de José Gaos. Editorial Espasa-Calpe, S.A. Madrid, España. pp. 149.
- HERNÁNDEZ, J. y TOVAR, J. (2006) *Fundamentos de Física Mecánica*. Segunda Edición Revisada. Universidad de Jaén, España, p. 327.
- HERNÁNDEZ, P. F. (2002). Docencia e investigación en educación superior. Revista de investigación Educativa, Vol. 20 No 2, p. 271-301.
- HUME, D. (1992). *Investigación sobre el Entendimiento Humano*. Traducción de Magdalena Holguín. Editorial Norma, S.A. Santa fe de Bogotá, Colombia. pp 225.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1988) *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia /MEC.
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1955) De la logique de l'enfant a la logique de l'adolescent. Paris: P.U.F. Trad. cast. de M.T. Cevasco: De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Buenos Aires: Paidós, 1972.
- IVIC, I. (1994). Lev Semionovich Vygotsky. *Perspectivas*: revista trimestral de educación comparada. UNESCO vol. XXIV, núm. 3-4, pp. 773-799.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955). *De la logique de l'énfant a la logique de l'adolescent*. Paris: P.U.F. Trad. cast. de M.T. Cevasco: De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Buenos Aires: Paidós, 1972.
- JIMÉNEZ GÓMEZ, E. et al. (1997). Estudio de la progresión en la delimitación de las – ideas- del alumno sobre fuerza. Enseñanza de las Ciencias. 12(2), pp. 235-245.
- JIMÉNEZ GÓMEZ, E. et al. (1994). Problemas de terminología en estudios realizados sobre –lo que el alumno sabe- en ciencias. Enseñanza de las Ciencias. 15(3), pp. 309-328.
- JOHNSON, D. W. et al. (2000). *Active learning: cooperation in the college classroom*, Interaction Book.
- JOHNSON, D. W. et al. (2000). *Cooperative learning methods: A meta-analysis*. Recuperado el 15 de marzo de 2002 de <http://www.clrc.com/pages/cl-mct-hods.html>.
- KERLINGER, F.N. (1988). *Investigación del comportamiento*. 3a ed. México: McGraw-Hill.
- KITANO, M. K. y PERDENSEN, K. S. (2002). *Action research and practical inquiry: Teaching Gifted english learners*. Journal for the education of the gifted, 26 (2), 132-147.
- LABRADOR, J. y ANDREU, A. (2008). Metodologías activas. Universidad de Valencia España. [Revisado, mayo 18 de 2010].

- LAFOURCADE, D.P. (1979). *Planeamiento, conducción y evaluación en la enseñanza superior*. Ed. Kapelusz. Buenos Aires, Argentina.
- LOZANO, M. et al. (2012). *Manual de Tecnología Farmacéutica*. Ed. Elsevier. Barcelona. España.
- LARA-BARRAGÁN G. A. (2008) *Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de Fuerza y Trabajo* Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008.
- LOPÉZ, E. y DESLAURIERS, J. P. (2011). La entrevista como técnica para la investigación en trabajo social. *Margen* No 61.
- LOPÉZ, J. A. (2009). La importancia de los conocimientos previos para el aprendizaje de nuevos contenidos. *Innovación y Experiencias Educativas*: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/JOSE%20ANTONIO_LOPEZ_1.pdf [revisado abril 20 de 2010].
- LOPÉZ, P. M. (2004) Análisis comparativo de dos metodologías en iniciación deportiva a través del diario del profesor. *Revista Digital*. Año 10-no 79. Buenos Aires. Argentina. <http://www.efdeportes.com/>.
- LOPÉZ, V. et al., (2012). La sala de clase si importa: incidencia del clima de aula sobre la percepción de intimidación y victimización entre escolares. *Universitas Psychologica*, 11(1), 91-101.
- LOPEZ, S. et al. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase; Una evidencia de aprendizaje significativo critico. *Ciencia & Educación*. Vol. 20, Núm. 1, pp. 117-132. Brasil.
- LÓPEZ, F. E. y OLIVEROS, L. (1999). La tutoria y la orientación en la universidad. *Revista Española de orientación y Psicopedagogia*. (REOP), Vol. 10, no 17, p. 83-98.
- MAGRO, M.; et al. (2001). *Una concepción de mediación y el proceso de formación de mediadores educativos*. *Paradigma*, 1(XXIII), 31-58.[[Links](#)].
- MARQUÉS, P. (2007). *Los medios didácticos*. Departamento de pedagogía aplicada, facultad de educación UAB. Recuperado el 01 de septiembre de 2009, de <http://www.peremarques.net/medios.htm>.
- M ARTÍNEZ, A. Y MUSITU, G. (1995). *El estudio de casos para profesionales de la acción social*. Narcea. Madrid.
- MARSHALL, C. y ROSSMAN, G. B. (2006). *Designing qualitative research*. 4 Ed. Sage Publications. London.

- MARTÍN, J. y SOLBES, J. (2001). *Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en Física*. Enseñanza de las ciencias, 19 (3), pp. 393-404.
- MATURANA, H. y VARELA, F. (1990). *El Árbol del Conocimiento*. Las bases biológicas del conocimiento humano. Editorial Debate, Madrid pp 215.
- MAYER, R. E. (1983). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Edit. Paidós. España
- MENESES V. J.A. y CABALLERO S. C. (2003). *Diseño de una Unidad Didáctica: “la energía”* Revista Mexicana de Física. 49 Suplemento 3, 52-55.
- NERICI, I. (1985). *Metodología de la Enseñanza*. Editorial Kapelusz México, D. F. pp 415.
- MOREIRA, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Visor Dis., S. A. Madrid. pp. 100.
- MOREIRA, M. A. (2003). *Aprendizaje significativo: Fundamentación teórica y estrategia facilitadoras*. Edición preliminar., Porto alegre, RS, Brasil. pp. 164.
- MOREIRA, M. A. (2004). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos metales, esquemas de asimilación y campos conceptuales* Instituto de Física. Porto alegre, Rs, Brasil. pp. 121.
- MOREIRA, M. A. (2005). *Aprendizaje significativo Crítico*, Instituto de Física. Porto alegre, Rs, Brasil. pp. 47.
- MORENO B, R. (2005). *Reología de suspensiones cerámicas*. Biblioteca de Ciencias, 17. Consejo superior de Investigaciones Científicas.
- MONTEALEGRE. H., R. (1989). *El lenguaje y la construcción de conceptos en el niño*. Educación y cultura. Litocamargo Lta. Bogotá. pp. 60-64. V. (17).
- MONTENEGRO, S. et al., (2006). *La triple frontera globalización y construcción social del espacio*. Niño &Dávila. Buenos Aires. Argentina.
- MONTENEGRO, S. M. y TARRES, M. C. (2006). *Implementación de la Enseñanza de fundamentos estadísticos para la construcción y análisis de datos biomédicos con participación activa del estudiante*. Revista digital Universitaria. Vol. No 7.
- Mc DOWELL, J. (2003). *Mente y Mundo*. Ediciones Sígueme. S A Salamanca. España, pp 287.
- MORRIS, C. G. (1992). *Psicología, un nuevo enfoque*. Edit. Prentice Hall, 7º edición. México.

- MULLER, H.G. (1977). *Introducción a la Reología de los Alimentos*. Traducido por Justino Burgos González, Editorial Acribia, Zaragoza, España. pp. 173.
- MUR, J. et al. (2008). Ensayo de una metodología activa para la enseñanza de un curso básico de electricidad y magnetismo para Ingenieros. JIDUZ_08. Universidad de Zaragoza. España.
- NOVAK, J. y GOWIN D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Marinez Roca. S. A. Barcelona España, pp. 228.
- NIETZSCHE, F. (1981). *Humano, Demasiado Humano*. Editorial Bedout S.A. Medellín. pp. 296.
- Mc DOWELL, J. (2003). *Mente y Mundo*. Ediciones Sígueme. S A Salamanca. España, pp 287.
- MORRIS, C. G. (1992). *Psicología, un nuevo enfoque*. Edit. Prentice Hall, 7º edición. México.
- MONTENEGRO, S. et al. (2006). La triple frontera globalización y construcción social del espacio. Ed. Niño &Dávila. Buenos Aires. Argentina.
- ONTORIA, P. A. (1996). Los mapas conceptuales en el aula. Ed. Magisterio del Rio de la Plata. Buenos Aire. Arrgentina.
- ORMROD, J. E. (2003). *Educational Psychology Developing Learners*. 4th. Ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill Premtice Hall. Estados Unidos.
- PARROTT, E. L. (1971). *Pharmaceutical Technology*. Tercera Edición, Editorial Burgess Publishing Company, Minneapolis, Estados Unidos, pp.415.
- PARCERISA, A. (2005). *Materiales para la docencia universitaria*. Universidad de Barcelona. Instituto de Ciencias de la Educación. España. Octaedro.
- PERNER, (1994). *Comprender la mente representacional*. Ediciones Piados. España.
- PÉREZ, et al. (2011). *Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L.* Tecnol Ciencia. Ed. IMIQ 26(2):75-79.
- PÉREZ E, M P. (1991) *Psicología del razonamiento probabilístico*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- PÉREZ de L. M. del C. et al. (2010) *Estudio de las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes de Ciencias e Ingeniería en los cursos introductorios de Física en la universidad*. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología. Volumen 2, Número 1, p. 31.

- PÉREZ J. R. (2000). La evaluación de programas educativos: Conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. *Revista de Investigación Educativa*, Vol. 18 n. 2 pp. 261-287.
- PEÑA, M. A. et al., (2009). Innovación Pedagógica y Elaboracion de una Guía de aprendizaje en Tecnologia Farmaceutica Industrial. *Formación Universitaria*. Vol. 2(2), 3-8.
- PIAGET, J. (1985). *Seis estudios de psicología*. Editorial Planeta De Agostini, S. A. Barcelona. pp. 225.
- PIAGET, J. (1957). *La formación del símbolo en el niño*. Fondo de cultura Económica. Santafé de Bogotá.
- PIMIEN, J.H. (2012). *Estrategias de Enseñanza aprendizaje*. Pearson Educación. México.
- PINTRICH, P. R. y SCHUNK, D. H. (2006). *Motivación en contexto educativos*, Pearson. Madrid. España.
- POZO, J.I. (1989) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I. (1996) *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- POZO, J. I. y CARRETERO, M (1987) *Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?* *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
- POZO, J.I. y GÓMEZ C, M.A. (1994) "*La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza*" en: J.I. Pozo (ed.) *Solución de problemas*. Madrid: Santillana/Aula XXI
- POZO, J.I. et al., (1991) *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*. Madrid: Servicio de Publicaciones del M.E.C.
- POZO, J.I. et al., (1992) "*Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas*". *Infancia y aprendizaje*, 57, (3-22).
- POZO, J. I. (2002) la adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 7 (3), pp. 245-270.
- POSNER, G., et al. (1982). *Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change*. *Science Education*. V. 66(2) 221-227.
- POPOV, E. P. (2001) *Introducción a la Mecánica de Sólidos*. Editorial Limusa, S. A. México, p. 652.
- RAMÍREZ N. J. S (2006). *Introducción a la reología de los alimentos*. Universidad del Valle. Cali-Colombia.

- RAMÍREZ, Q., Á. (1989). *La teoría del cambio conceptual*. Educación y cultura. Lito Camargo Ltda. Bogotá. pp. 37-42. V. 17.
- RESNICK, R. et al. (2004). *Física*. Vol. 1. Ed. Compañía Editorial Continental. México.
- REYNOLDS, G. (2005) *Consejos para una buena presentación*. Recuperado el 16 de octubre de 2009, de <http://garreynolds.com/presentacion/slide.html>.
- REYES, M. y REYES, P. (2009). Friabilidad y Validez de encuestas. Recuperado de <https://www.google.com.pr/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=confiabilidad%20y%20validez%20de%20una%20ncuesta>.
- RODRÍGUEZ, R., et al. (1993). *Las teorías implícitas. Una Aproximación al Conocimiento cotidiano*. Editor Visor Madrid.
- RODRÍGUEZ G., J. (2002). *Como hacer Unidades didácticas Innovadoras*. Diana Editora. España. pp 20-61
- RODRÍGUEZ, M. L. (2004) *La teoría del aprendizaje significativo en Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. Gonzalez, Eds.). Pamplona, España.
- RODRÍGUEZ, B. Y PAÑOS, I. (2004). *Estudio Reológico de emulsiones semisólidas de aplicación cutánea*. An. R. Acad. Nac. Form. 70:304-324.
- RODRÍGUEZ, M. L., et al. (2008). *La teoría del Aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Ed. Octaedro España. pp. 224.
- RODRÍGUEZ, J. R. et al., (2006). Plataforma virtual interactiva para la enseñanza de la tecnología farmacéutica I. Revista cubana de Química. Vol. XVIII, No 2.
- RODRIGUEZ, A. et al. (2008). La medicio, el acompañamiento y el aprendizaje individual. Investigación y Postgrado. Vol. 23, No2. Venezuela.
- ROBLES, O. A. (1997) *La teoría del conocimiento en la tradición Aristotélica*. Edita. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. Imprenta Comercial Motril. Granada. pp. 149.
- ROQUET, G. G. y GIL R. M del C. (2006). *Materiales didácticos Impresos para la educación abierta y a distancia: sus características, diseño y distribución*. Universidad Nacional autónoma de México.
- ROMAN, M. y DIEZ, E. (1988). *Inteligencia y potencial de aprendizaje*. Cincel. Madrid.

- RUIZ-OLABUENAGA, J. I. (2003). Metodología de investigación cualitativa. Bilbao, Universidad de Deusto. España.
- SÁNCHEZ, M. L. (2005) Disciplina, autoridad y Malestar en la escuela. Revista Iberoamericana de Educacion. Buenos Aires, Argentina.
- SANCHEZ, S. I. (2011). Implementación de una renovación metodológica para el aprendizaje significativo en Física I. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 5, No 2 Brasil.
- SEARS, F. W et al. (2005). *Física Universitaria*. Vol. 2 11 Ed. Pearson Educación. México.
- SCHOTT, H. (1987). *Reología, Remington Farmacia*. 17ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. pp. 460- 482.
- SCOTT-BLAIR, G.W. (1945). *Pharmaceutical Journal*, 154, 3.
- STAKE, R. E. (2005). Investigación con estudio de casos. 3 Ed. Morata. Madrid España.
- SMUTNY, J. F. (2000). *Teaching Young children in the regular classroom*.
- THIELEMANN, A. M. et al., (2007). Perfeccionando la enseñanza de la Fisicoquímica en Farmacia: Bases de la Fisico-Química Farmacéutica. Edusfarm, revista de educación superior en Farmacia. Núm. 2.
- TORRES-SUAREZ, A. I., et al. (2007). *Adaptación del programa de tecnología farmacéutica al modelo educativo europeo*. Edusfarm, revista de educación superior en Farmacia. Núm. 1.
- TORRES-WOHLERS, O. R. (2011) *Desarrollo Experimental de un Excipiente para la fabricación de productos farmacéuticos sólidos*. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Guatemala.
- TORGA, M. C. (2013). Vigotsky y Krashen: Zona de desarrollo próximo y el aprendizaje de un lenguaje extranjero. Universidad Nacional del Comahue.
- VEIT et al (2002) *Brain circuits involved in emotional learning in antisocial behavior and social phobias in humans*. Neuroscience Letters, 328, 233-236.
- VILA JATO, J. L. (2001). *Tecnología Farmacéutica. Tomo I y II*, Editorial Síntesis S.A. Madrid, pp. 623.
- VIENNOT, L. (1979). *Spontaneous reasoning in elementary dynamics*. European Journal of Science Education 1. (2), 202-222.
- VOIGH, R. (1982). *Tratado de Tecnología Farmacéutica*. Editorial Acribia. Tercera edición. Zaragoza, pp. 109-110.
- VOSNIADOU, S. (1994) *Capturing and modelling the process of conceptual change*. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.

WAINMAIER, C. et al. (2011). *Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 10, N° 1, 133-152.

ZABALA, V. A. (1998): *La organización de los contenidos en la práctica educativa: cómo enseñar*. Barcelona. p. 143 – 159.

ZARZAL, C. (2006). *Habilidades básicas para los docentes*. Editorial Patria. México.

ANEXOS

*La educación es fundamental para la felicidad social; es
el principio en el que descansan la libertad y el
engrandecimiento de los pueblos.*

Benito Juárez 1806 – 1872

ANEXO 1.
TEST – DIAGNOSTICO - PROFESORES

TEST – DIAGNOSTICO- PROFESORES**INSTRUCCIONES**

Este cuestionario intenta recabar sus opiniones acerca de los aspectos y elementos de la enseñanza en el aula de clase. El cuestionario evalúa sus percepciones sobre el proceso Enseñanza – aprendizaje en los cursos de Farmacotecnia I.

Cada declaración tiene cuatro posibles respuestas:

CA: Si está *COMPLETAMENTE DE ACUERDO*.

A: Si está *PARCIALMENTE DE ACUERDO*.

D: Si está *PARCIALMENTE EN DESACUERDO*.

CD: Si está *COMPLETAMENTE EN DESACUERDO*.

Escriba en la hoja de respuestas **MARCANDO CON UNA X** en la casilla correspondiente, la respuesta que considere que representa su percepción del ambiente de este curso.

GRACIAS POR SU COLABORACION

Para el análisis de los resultados del instrumento, los ítems estarán agrupados de acuerdo a esta disposición:

ITEMS	DISCRIMINACION
1, 2, 5, 6, 18, 21, 22, y 25	Este grupo de situaciones nos permitió conocer el nivel de participación que el docente da a sus estudiantes en el aula de clase para inferir la intervención activa de los estudiantes como partícipes de su formación y el nivel de cuestionamiento que se realiza en clase.
3, 7, 8, 12, 13, 23, y 26	El segundo subgrupo, nos proporciona el nivel afectivo y motivacional que ocurre en el aula sobre las actividades propuestas por el profesor.
4, 9, 14, 16 y 24	El tercer subgrupo tiene la intención de conocer como ocurren las actividades cotidianas del docente en el aula de clase-
10, 11, 15, 17 y 20	El cuarto subgrupo aportó información sobre la dinámica utilizada por el docente en el proceso enseñanza-aprendizaje.
19, 26, 28, 29 y 30	El quinto subgrupo nos aportó información sobre el proceso de planificación de las distintas actividades que realiza en el aula
31	Este ítem nos proporciona información por parte de los docentes y estudiantes para tener elementos para elaborar una Unidad Didáctica.

Valores asignados a las categorías del Test-diagnostico-profesores

Categorías de análisis de los ítems		Valor asignados
CA:	Completamente de acuerdo con la pregunta formulada.	4
A :	Parcialmente de acuerdo con el contenido formulado.	3
D :	Parcialmente en desacuerdo con el contenido formulado en la pregunta.	2
CD :	Completamente en desacuerdo con el contenido formulado en la pregunta.	1

CUESTIONARIOS		CA	A	D	CD
1.	El Docente tiene en cuenta las opiniones de los alumnos.				
2.	En este curso, el docente habla más de lo que escucha.				
3.	Los alumnos esperan con interés que empiece este curso				
4.	Rara vez se llevan a cabo nuevas ideas en este curso				
5.	En este curso se espera que todos los alumnos hagan el mismo trabajo, de la misma forma, y en el mismo tiempo				
6.	En este curso, el docente habla individualmente con los alumnos.				
7.	En este curso los alumnos ponen interés en lo que hacen.				
8.	Los alumnos no están contentos con lo que se hace en este curso.				
9.	En este curso rara vez se emplean formas de enseñanza nuevas y diferentes.				
10.	En este curso se permite que los alumnos avancen a su propio ritmo.				
11.	El docente de este curso detiene su explicación para ayudar a los alumnos que no le siguen.				
12.	Los alumnos se aburren en este curso.				
13.	Cuando las clases terminan, los alumnos en general se sienten satisfechos con lo que han aprendido				
14.	El docente propone actividades innovadoras para que los alumnos las desarrollen.				
15.	El docente de este curso ayuda a los alumnos que tienen problemas con su materia.				
16.	El método de enseñanza de este curso se caracteriza por la innovación y la variedad.				
17.	Se le permite a los alumnos que escojan las actividades y la forma de trabajo.				
18.	El docente rara vez se pasea a lo largo de la clase para hablar con los alumnos.				
19.	Las tareas que se realizan son claras, de forma que todo el mundo sabe qué hacer.				
20.	En este curso el método de enseñanza permite que los alumnos avancen a su propio ritmo.				
21.	El docente no se interesa por los problemas de los alumnos.				
22.	Se dan oportunidades para que los alumnos expresen sus opiniones.				
23.	Los alumnos disfrutan asistiendo a este curso.				
24.	El docente a menudo propone actividades no usuales.				
25.	Dentro de las actividades programadas se dan pocas oportunidades para que los alumnos desarrollen sus propios intereses.				
26.	Las actividades son claras y cuidadosamente planificadas.				
27.	Las actividades programadas son interesante				
28.	Los materiales escritos tienen valores científicos: claridad expositiva, ausencia de inexactitudes, actualidad y relevancia de los datos, etc.				
29.	El lenguaje utilizado en los materiales escritos es comprensible: el vocabulario técnico se introduce gradualmente, los conceptos difíciles se clarifican mediante ejemplos.				
30.	Los materiales escritos motivan el aprendizaje de las tareas ya que se definen, se presentan ejemplos y se proponen ejercicios para su realización.				
31.	Le ruego me indique en el caso de que haya material escrito: * los aspectos positivos de los materiales escritos * los aspectos negativos de los materiales escritos * los aspectos que añadiría a los materiales.....				

ANEXO 2.
TEST-EVALUACIÓN- REOLOGÍA-
DIAGNOSTICO-PROFESOR

TEST-EVALUACIÓN- REOLOGÍA-DIAGNOSTICO-PROFESOR**INSTRUCCIONES**

En este test usted encontrará una serie de ítems conformando una batería, dentro de la cual habrá secciones de: Opción múltiple, falso y verdadero, definición y aplicación. El instrumento esta basado en el concepto de *Reología* y su importancia en el campo de los sólidos pulverulentos o granulados para la elaboración de Comprimidos.

GRACIAS POR SU COLABORACION**OPCIÓN MÚLTIPLES** (Mejor elección)

Los sólidos pulverulentos tienen una gran importancia en Tecnología Farmacéutica, debido a que:

Constituyen las materias primas para la elaboración de numerosas formas farmacéuticas
Constituyen la fuente para el análisis del proceso de la formula farmacéutica
Constituyen la fuente para la construcción de equipos para la elaboración de numerosas formas farmacéuticas
Constituyen la materia prima para el control de los procesos de limpieza en la elaboración de formas farmacéuticas

La caracterización de los sólidos pulverulentos, en especial en lo que se refiere a sus propiedades reológicas, resulta muy complejo. Ello tiene su origen en que son:

Sistemas continuos
Sistemas amorfos
Sistemas discontinuos
Sistemas cristalinos

Las operaciones básicas con sólidos pulverulentos cuya aplicación esta fuertemente condicionada por sus propiedades reológicas: **Excepto**

Tamizado
Mezclado
Secado
Compresión

Entre las numerosas propiedades básicas que condicionan el comportamiento reológico de un sólido, solo algunas son susceptibles de ser convenientemente modificadas: **Excepto**

Tamaño
Contenido de humedad
Compresión
Textura superficial

La granulación de sólidos pulverulentos en la elaboración de comprimidos se realiza para lograr que el proceso de tableteo o compresión se efectúe de acuerdo a las especificaciones establecidas para ese producto. De las afirmaciones establecidas en los numerales abajo mencionados, cual no aporta al proceso.

- Mejorar las propiedades de flujo
- Prevenir la segregación de los componentes de la mezcla
- Contribuir a la uniformidad del contenido del comprimido
- Mejorar las características de disolución de la mezcla de polvo

Basándose en los valores de compresibilidad y la clasificación propuesta por Carr, podemos decir:

Si la compresibilidad es de 5 – 15 %, las propiedades de flujo del granulado son excelentes.

Si la compresibilidad es de 5 – 15 %, las propiedades de flujo del granulado es deficiente

Si la compresibilidad es de 5 – 15 %, las propiedades de flujo del granulado son aceptables

Si la compresibilidad es de 5 – 15 %, las propiedades de flujo del granulado son muy deficientes.

DE FALSO Y VERDADERO

El objeto básico del análisis granulométrico es la evaluación del tamaño, de la distribución de tamaño y de la forma de las partículas que constituyen un sólido pulverulento. _____.

El modelo BET (Brunauer, Emmett y Teller) presenta, como limitación más importante, el hecho de que sólo es aplicable en el intervalo de valores de P/Po comprendido entre 0,05 y 035. Ello se debe a que, para valores superiores, se modifica el valor del coeficiente de absorción C_{BET}, con la consiguiente pérdida de linealidad en la representación BET. _____.

Las propiedades de flujo de una sustancia pulverulenta están afectadas por los cambios de tamaño de partícula, la densidad, la forma, las cargas electrostáticas y la humedad absorbida, factores que pueden producirse durante la etapa de formulación o en el curso de la fabricación. _____

Se puede decir que el “Angulo de reposo”, es el ángulo formado por la horizontal y la generatriz del cono. _____

El término “Compresibilidad”, se refiere a la capacidad de las sustancias pulverulentas para compactarse. _____

DE DESARROLLO (Elabore una definición o desarrolle el concepto que se menciona en los distintos literales)

Diámetro de Superficie:
.....
.....
.....
.....

Sedimentación:

.....

Diga tres propiedades de los sólidos pulverulentos que condicionan su comportamiento reológico.....

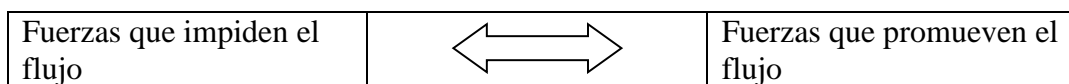
.....

D. Diga que entiende por fuerza de cohesión:

.....

APLICACIÓN DE CONCEPTOS (En los ejercicios siguientes se desea conocer una serie de elementos teóricos que están involucrados en estos procesos, estos elementos son los que usted debe mencionar)

Se esta efectuando el proceso de compresión de un lote de producto X, y se observa que hay un problema de flujo del granulado. ¿Se pide que el docente diga si en ese proceso de compresión actúan fuerzas que promueven el flujo y fuerzas que lo impiden y cómo es esa relación?

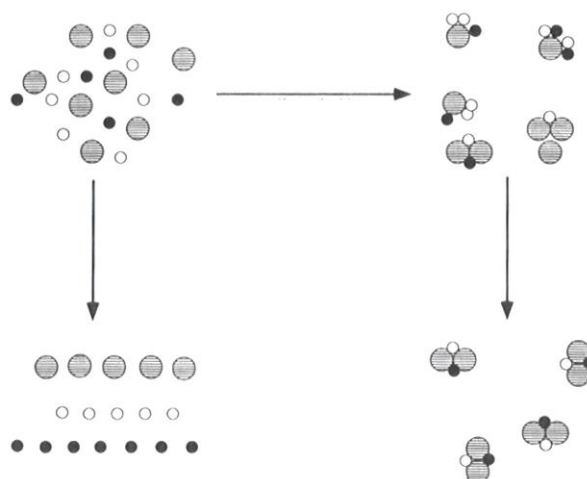


El siguiente esquema ilustra un proceso de granulación. ¿Explique a partir de esta, las preguntas establecidas en los numerales 1 y 2?

¿Qué es densidad granular y en qué prueba que se efectúa a una tableta tiene incidencia?
 ¿Qué es segregación granular y en qué prueba se pueden ver sus efectos?

POLVO

GRANULADO



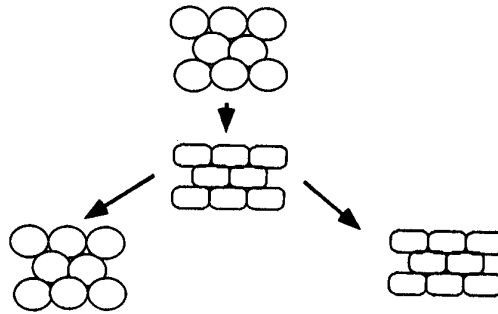
El siguiente esquema ilustra un proceso de compresión. ¿Explique a partir de esta, las preguntas establecidas en los numerales 1 y 2?

¿Qué se entiende por deformación elástica?

¿Qué se entiende por deformación plástica?

DEFORMACION

DE LAS PARTICULAS POR LA FUERZA DE COMPRESION



RETIRADA LA FUERZA DE COMPRESION

Criterios y puntaje asignado a cada ítem del instrumento **Test-evaluación-diagnostico-reologico-profesor** para analizar las respuestas de los profesores.

Secciones		Puntos
Primera sección: Elección Múltiple.		
a.	La elección no es acertada y la explicación no concuerda con el enunciado.	1
b.	La elección no es acertada y la explicación es coherente con el enunciado seleccionado o si la elección es acertada y la explicación no es coherente con el enunciado.	1, 5
c.	La elección es acertada y la explicación es coherente con el enunciado.	3
Segunda sección: Faso y/o verdadero.		
a.	La elección no es acertada y la explicación no concuerda con el enunciado.	1
b.	La elección no es acertada y la explicación es coherente con el enunciado seleccionado o si la elección es acertada y la explicación no es coherente con el enunciado.	1,5
c.	La elección es acertada y la explicación es coherente con el enunciado.	3
Tercera sección: Desarrollo o ensayo.		
a.	La elección no es acertada y la explicación no concuerda con el enunciado.	1
b.	La elección no es acertada y la explicación es coherente con el enunciado seleccionado o si la elección es acertada y la explicación no es coherente con el enunciado.	1, 5
c.	La elección es acertada y la explicación es coherente con el enunciado	3
Cuarta sección: Problema de aplicación.		
a.	Si la resolución no es acertada y la explicación no concuerda con el enunciado.	1
b.	Si la resolución no es acertada y la explicación es coherente con el enunciado seleccionado o si la resolución es acertada y la explicación no es coherente con el enunciado.	1,5
c.	Si la resolución es acertada y la explicación es coherente con el enunciado.	3

ANEXO 3.
ENTREVISTA-SEMI-ESTRUCTURADA-
DIAGNOSTICO-PROFESORES

ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA PARA DOCENTES

: Concepciones del Docente

Puede usted, decirme que es ciencia y como se enseña un conocimiento científico
Como define usted sus funciones como profesor de ciencias aplicadas.
Cree usted que los estudiantes deben aprender conceptos científicos
Es importante para usted el concepto de Reología
Como enseña Usted este concepto
En que se basa el concepto de Reología
Por qué deben aprender los estudiantes este concepto

: Metodología de Enseñanza

¿Cuál es su modo de enseñar?
¿Cuál es su metodología en el aula?
¿Qué dificultades encuentra?
¿Cuáles considera como puntos más débiles en su metodología y cuáles estima más pertinentes y con resultados eficaces en el aprendizaje? ¿Por qué?
¿Qué cambios surgieren?

: Proceso Enseñanza – Aprendizaje

De acuerdo a su perspectiva, como se da un proceso enseñanza - aprendizaje
Elabora guías que facilitan el proceso Enseñanza – aprendizaje
Qué Herramientas y/o instrumentos consideran pertinentes para ayudar en el aprendizaje a sus estudiantes?
¿Qué medios utiliza en la actualidad?
¿Ventajas, problemas que encuentra?

: Legislación y Políticas Educativas

Se preocupa y permanentemente se entera de las políticas educativas
Qué documentos oficiales rigen este planteamiento

: Contenido Curricular

Como podemos mejorar el contenido de enseñanza de nuestra asignatura
Se revisa periódicamente el contenido de la asignatura
¿Desde qué criterios hace la revisión de los contenidos de la asignatura?
¿Generalmente fundamenta su propuesta del contenido de la asignatura en base a algún modelo o referente teórico de aprendizaje o simplemente, de acuerdo con las políticas educativas fijadas por las instituciones?

ANEXO 4.
TEST-EVALUACIÓN-DIAGNOSTICO-
ESTUDIANTES

TEST-EVALUACIÓN-DIAGNOSTICO-ESTUDIANTES

INSTRUCCIONES

En este test usted encontrará una serie de ítems conformando una batería, cuya finalidad es conocer los conceptos de Física que usted adquirió en las asignaturas vistas en los semestres anteriores.

GRACIAS POR SU COLABORACION

Planteamiento de los conceptos de la Física:

¿Describa que es movimiento?

¿Describa que es flujo?

¿Describa que es fuerza?

¿Describa que es reología?

¿Describa los principios físicos en que se fundamenta el concepto de reología?

Explicación de los conceptos dados en los distintos numerales de la primera sección.

Elabore un ejemplo en forma gráfica de la definición de movimiento y explíquelo.

Elabore un ejemplo en forma gráfica de la definición de flujo y explíquelo.

Elabore un ejemplo en forma gráfica de la definición de fuerza y explíquelo

Elabore un ejemplo en forma gráfica de la definición de reología y explíquelo

Elabore un ejemplo gráfico de los principios en que se fundamenta el concepto de reología y explíquelo.

Comentarios y aportes que usted quiera plantearnos.

Crterios y puntaje asignado a cada ítem del instrumento **Test-evaluación-diagnostico-estudiantes** para analizar las respuestas de los estudiantes.

Conceptos Físicos involucrados en reología.	Crterios	Puntos
Dinámica newtoniana. Elasticidad de Hoke.	a.La respuesta es científicamente correcta y efectúa la justificación correctamente.	3
	b. La respuesta es científicamente incorrecta y efectúa la justificación correctamente.	2
	c. La respuesta es científicamente correcta y efectúa la justificación incorrecta.	1,5
	d. La respuesta es científicamente incorrecta y efectúa la justificación incorrecta.	0

ANEXO 5.
ENTREVISTA- SEMI-ESTRUCTURADA-
DIAGNOSTICO- ESTUDIANTES

TEMARIO DE LA ENTREVISTA

Concepciones del Estudiante

Puede usted, decirme que es ciencia

Como define usted, un conocimiento científico.

Explique que es Reología

Cree usted que el concepto reología es importante para trabajar formas farmacéuticas solidas

Que es flujo y en que asignatura les estudiaron el tema

El concepto de deformación fue abordado en la asignatura de Física en el semestre anterior.

Explique el concepto físico de fuerza

Proceso Enseñanza – Aprendizaje

La forma de abordar las actividades en el aula de clase les produce agrado, puede usted explicarme su punto de vista.

Las actividades planeadas para explicar el tema de las formas farmacéuticas solidas le permiten entender los conceptos.

Que inquietudes les plantea el centrar las actividades en torno problemas de acuerdo a su perspectiva, como se da un proceso enseñanza – aprendizaje

Mejoramiento de las actividades

De acuerdo con su criterio como podemos mejorar el contenido de la asignatura

Es el contenido del curso interesante para usted

Que actividades sugiere que se deben realizar para mejorar la comprensión de los temas.

ANEXO 6.
TEST – CONCEPTUAL-REOLOGÍA-
ESTUDIANTES

TEST – CONCEPTUAL-REOLOGÍA- ESTUDIANTES

INSTRUCCIONES

En este test usted encontrará una serie de ítems conformando una batería, cuya finalidad es conocer los significados que, en su opinión tiene el concepto de Reología y su importancia en el campo de la elaboración de formas farmacéuticas sólidas.

GRACIAS POR SU COLABORACION

PROPIEDADES BÁSICAS Y OPERACIONES CON SÓLIDOS PULVERULENTOS

¿Por qué los sólidos pulverulentos tienen gran importancia en Tecnología Farmacéutica?

SI	NO
----	----

Indiqué tres motivos y justifique sus respuestas.

¿La caracterización de los sólidos pulverulentos, en cuanto a sus propiedades reológicas, resulta muy complejo?

SI	NO
----	----

Indiqué algunos motivos y justifique su respuesta.

¿Conoce usted algunas operaciones básicas con sólidos pulverulentos cuya aplicación está fuertemente condicionada por sus propiedades reológicas?

SI	NO
----	----

Indique al menos dos y justifique su respuesta.

¿Conoce usted las propiedades básicas que condicionan el comportamiento reológico de un sólido?

SI	NO
----	----

Enumere tres de estas propiedades que son susceptibles de ser convenientemente modificadas. Justifique su respuesta

¿Conoce usted, las razones principales por las cuales se granula un polvo?

SI	NO
----	----

Indique al menos tres y justifique su respuesta.

PROCESOS, MODELOS Y APLICACIONES UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE FORMAS FARMACEUTICAS SÓLIDAS

¿Cree usted que el objeto básico del análisis granulométrico es la evaluación del tamaño, de la distribución de tamaño y de la forma de las partículas que constituyen un sólido pulverulento?

SI	NO
----	----

Justifique su respuesta.

¿Sabe usted que el modelo BET (Brunauer, Emmett y Teller) presenta, como limitación más importante, el hecho de que sólo es aplicable en el intervalo de valores de P/Po comprendido entre 0,05 y 035. ¿Ello se debe a que, para valores superiores, se modifica el valor del coeficiente de absorción CBET, con la consiguiente pérdida de linealidad en la representación BET?

SI	NO
----	----

Justifique su respuesta.

¿Las propiedades de flujo de una sustancia pulverulenta están afectadas por los cambios de tamaño de partícula, la densidad, la forma, las cargas electrostáticas y la humedad absorbida, factores que pueden producirse durante la etapa de formulación o en el curso de la fabricación?

SI	NO
----	----

Justifique su respuesta.

¿Sabe usted, que la definición de proceso denominado “Angulo de reposo”, es el ángulo formado por la horizontal y la generatriz del cono?

SI	NO
----	----

Justifique su respuesta.

¿Conoce usted que el término “¿Compresibilidad”, se refiere a la capacidad de las sustancias pulverulentas para compactarse?

SI	NO
----	----

Justifique su respuesta.

EXPRESA LO QUE ENTIEDES DE LOS CONCEPTOS QUE SE INDICAN A CONTINUACIÓN.

¿Qué entiende usted por diámetro de Superficie? Justifique su respuesta.

¿Qué entiende usted por sedimentación? Justifique su respuesta.

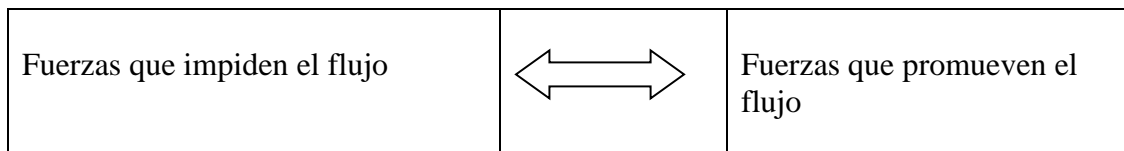
¿Qué entiende usted por fuerza de Cohesión? Justifique su respuesta.

V. APLICACIÓN DE CONCEPTOS

En los ejercicios que encontrará a continuación, se muestran, diversos procesos de productos pulverulentos. Señale y /o indique, los conceptos que, a su juicio, entiende que estarían involucrados en esos procesos, justificando razonablemente la respuesta.

Se esta efectuando el proceso de compresión de un lote de producto X, y se observa que hay un problema de flujo del granulado.

¿Se pide que el estudiante diga si en ese proceso de compresión actúan fuerzas que promueven el flujo y fuerzas que lo impiden, cómo es esa relación y cuáles son?



ANEXO 7.
ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA
REOLOGÌA PARA ESTUDIANTES

TEMARIO DE LA ENTREVISTA

Conceptos de la dinámica newtoniana y la elasticidad involucrados en el proceso de flujo y deformación de los sólidos pulverulentos.

Explique que es Reología

Cree usted que el concepto reología es importante para trabajar formas farmacéuticas solidas

Que es flujo y en que asignatura les estudiaron el tema

El concepto de deformación fue abordado en la asignatura de Física en el semestre anterior.

Explique el concepto físico de fuerza, elasticidad y flujo.

Procesos de elaboración de formas farmacéuticas.

Explique y diga las fuerzas que están presentes en la elaboración de granulados.

Es importante el flujo del granulado en el proceso de tableteado y que consecuencias se derivan de un mal flujo.

Que inquietudes les plantea el tamaño de partículas en los distintos granulados preparados.

Utilización de los métodos para la elaboración de granulados

De acuerdo con su criterio que ventajas tienen los distintos métodos para elaborar los granulados a utilizar en el proceso de compresión.

Que fuerzas favorecen mejores resultados en la prueba del ángulo de reposo.

Explique si la desintegración se puede considerar relacionado con la fuerza aplicada en la compresión de las tabletas.

ANEXO 8.
INSTRUMENTO UTILIZADO PARA REALIZAR
LAS OBSERVACIONES EN EL AULA

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LA SESIÓN DE CLASE		
Profesor:		
Clase:	Sesión:	Fecha:
¿Qué ha ocurrido hoy en clase?		
¿Qué aspectos de la sesión valoró como positivos y negativos?		
¿Qué recomiendo cambiar para futuras clases?		

ANEXO 9.

**FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA
FARMACOTECNIA I Y LAS TRES UNIDADES
TEMÁTICAS IMPLEMENTADAS DURANTE EL
DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS EN ESTA
TESIS**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
DEPARTAMENTO DE FARMACIA**

APROBADO EN EL CONSEJO DE FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA ACTA

PROGRAMA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

NOMBRE DE LA MATERIA	Tecnología Farmacéutica I
PROFESOR	
OFICINA	
HORARIO DE CLASE	Jueves – Viernes de 8:00 a 10: 00 a.m.
HORARIO DE ATENCIÓN	

INFORMACIÓN GENERAL

Código de la materia	QFF-226
Semestre	VI
Área	Formación farmacéutica
Horas teóricas semanales	3
Horas teóricas semestrales	48
Horas acompañamiento semanales	1
Horas acompañamiento semestrales	16
Horas trabajo independiente semanales	2
Horas trabajo independiente semestrales	32
No. de Créditos	4
Horas de clase por semestre	48
Campo de formación	
Validable	Si
Habilitable	Si
Clasificable	No
Requisitos	Operaciones Unitarias
Correquisitos	
Programa a los cuales se ofrece la materia	Química Farmacéutica

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Propósito del curso:	Que el profesional Químico Farmacéutico entienda y aprenda los conceptos referentes a elaboración de los medicamentos sólidos, su conformación y las distintas tecnologías que están vinculadas a su fabricación.
Justificación:	El Químico Farmacéutico es el profesional encargado del medicamento, por lo tanto, no se puede concebir que él, no tenga todos los elementos que están involucrados en el diseño, elaboración y entrega del mismo.

Objetivo General:	Conocer, analizar e interpretar los conocimientos básicos necesarios para el desarrollo de la tecnología de productos farmacéuticos sólidos, a través de la enseñanza de los procesos, factores y parámetros de eficiencia, integradas al rigor de las Buenas Prácticas de Manufactura y los conceptos de auditoría de acuerdo a las disposiciones gubernamentales.
Objetivos Específicos:	Identificar y analizar las leyes físicas y factores fisicoquímicos incluidos en los procesos de producción farmacéutica de sólidos. Ordenar de una manera lógica, previo conocimiento de la naturaleza y especificaciones de los componentes de la formulación, el derrotero a seguir para obtener un buen producto. Conocer la organización y distribución de las áreas; Igualmente las bases físicas en que se fundamentan los equipos empleados en la tecnología farmacéutica de sólidos. Comprender los conceptos tecnológicos necesarios para el desarrollo y elaboración de formas farmacéuticas sólidas.
Contenido resumido	Buenas Prácticas de Manufactura, 2 horas Planta farmacéutica, 2 horas Cálculos en tecnología farmacéutica, 4 horas Los polvos de uso farmacéutico, 4 horas Granulación y granulometría, 4 horas Tecnología de los comprimidos, 4 horas Tecnología de Recubrimiento de comprimidos, 2 horas. Tecnología de fabricación de tabletas efervescentes, 2 horas Tecnología de elaboración de cápsulas y microcápsulas 4 horas Diseño, Control y validación de procesos, 4 horas Tecnología de liberación modificada, 4 horas Aspectos biofarmacéuticos de las formas farmacéuticas sólidas Empaque, embalaje y acondicionamiento, 2 horas

UNIDADES TEMÁTICAS DETALLADAS

Unidad Temática No. 1

Tema(s) a desarrollar	<i>Buenas Prácticas de Manufactura.</i>
Subtemas	Definición Materia prima. Higiene del establecimiento. Higiene personal. Higiene en elaboración. Almacenamiento y transporte de materias primas y producto final. Control de procesos en la producción. <i>Componentes,</i> <i>Reglas</i> <i>Propósito</i>

No. de semanas que se le dedicarán a esta unidad	1/2
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>Comité de expertos de la OMS (1994) Informe 32, Especificaciones para las preparaciones farmacéuticas, OMS, Ginebra,</p> <p>Quintero, R. A. (1996) <i>Bunas Practicas de Manufactura</i>, Manual de divulgación practica para la industria Farmacéutica, Ed. U de la Sabana, Bogotá.</p> <p>Wilig, S.S. (1992). <i>Good manufacturing practices for pharmaceuticals, a plan for total quality control</i>, Ed. Marcel Dekker Inc. N.Y.</p> <p>Sharp, J. (2000). <i>Quality in the manufacture of medicines and other healthcare products</i>, Ed. Pharmaceutical press.</p>	

Unidad temática No. 2

Tema(s) a desarrollar	<i>Planta Farmacéutica</i>
Subtemas	<p>Crterios de Diseño</p> <p>Funcionalidad</p> <p>Seguridad</p> <p>Flexibilidad</p> <p>Expansión</p> <p>Economía</p> <p>Opciones básicas</p> <p>Sistema de apoyo critico</p> <p>Mantenimiento</p> <p>Calificación del edificio</p>
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1/2
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>De la Peña Michel José Ma. (2011). <i>Diseño y remodelación de plantas farmacéuticas breve enfoque normativo y de ingeniería</i>. http://www.buenastareas.com/ensayos/Dise%C3%B1o-Plantas-Farmacéuticas/2714452.html</p> <p>Cole, Graham C. (1998) "Pharmaceutical Production Facilities. Design and applications" 2ª edición de 1998. Ed. Ellis Horwood</p> <p>Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A. y Tanchoco, J.M.A. "Planeación de instalaciones". Editorial Thomson, Tercera Edición, 2006.</p> <p>Velasco, J. "Organización de la producción". Ediciones Pirámide, Madrid, 2007.</p>	

Unidad temática No. 3

Tema(s) a desarrollar	<i>Cálculos en la aplicación farmacéutica</i>
Subtemas	<p>Ampliación de fórmulas.</p> <p>Dilución y concentración.</p> <p>Aligación medial y alterna.</p> <p>Bases estadísticas del muestreo</p>
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>Martin, Alfred N., Swarbrick, James and Cammarato, Arthur. (1973). <i>Physical Pharmacy</i>. Second Edition. Lea & Febiger, Philadelphia, United States of America, p.</p>	

636.

Amiji M. Mansoor, Sandmann, J. Beverly. (2003). Applied physical pharmacy McGraw-Hill Companies. New York, United States of America, p. 462.

Rees, Judith A., Smith Ian and Smith Brian. (2005). Introduction to pharmaceutical calculations. Pharmaceutical Press. London, p. 226.

Unidad temática No. 4

Tema(s) a desarrollar	Los polvos de uso farmacéutico
Subtemas	Estructura de los sólidos Caracterización Micronización – Mononización Granulometría
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>Lachman, León. (1976). The theory and Practice of Industrial Pharmacy. Segunda Edition. Editorial Lea y Febiger Estados Unidos de America, pp. 486-502.</p> <p>Aulton, Michael E. (2002). Pharmaceutics, The Science of Dosage Form Design. Second edition. Churchill Livingstone. España. P. 679.</p> <p>Vila, Jato, José Luis. (2001). Tecnología Farmacéutica, Vol. I: Aspectos fundamentales de los sistemas farmacéuticos y operaciones básicas. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España. P. 623.</p> <p>Vila, Jato, José Luis. (2001). Tecnología Farmacéutica, Vol. II: formas Farmacéuticas. Editorial Síntesis, S.A. Madrid, España. Páginas 591.</p> <p>Aulton, M. E. (2004). Farmacia, la ciencia del diseño de las formas farmacéuticas. Segunda Edición, Elsevier Imprint, España, .Traducción al español p. 681</p>	

Unidad temática No. 5

Tema(s) a desarrollar	Granulometría y Micromerítica
Subtemas	Frecuencia, Diámetro promedio, Friabilidad, Ángulo de reposo, Índice de Carr, Humedad de equilibrio Porosimetría.
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acirbia. Zaragoza, España. Páginas 769.</p> <p>Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434.</p> <p>Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.</p>	

Unidad temática No. 6

Tema(s) a desarrollar	Tecnología de elaboración de comprimidos
Subtemas	Método de elaboración. Ingredientes y materia prima Equipos Propiedades de deformación y mecánica de los materiales.
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769. Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434. Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres. P. 516.	

Unidad temática No. 7

Tema(s) a desarrollar	Tecnología de recubrimiento de comprimidos
Subtemas	Grageado. Película Equipos
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1/2
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769. Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434. Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.	

Unidad temática No. 8

Tema(s) a desarrollar	Tecnología de fabricación de tabletas efervescentes
Subtemas	Definición Base efervescente Condiciones de elaboración Equipos
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1/2
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología	

Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769.

Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434.

Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.

Unidad temática No. 9

Tema(s) a desarrollar	Tecnología de producción de cápsulas y micro cápsulas
Subtemas	Definición Composición de las capsulas Equipos Tipo de capsulas y aplicaciones Tecnología de micro encapsulación Usos
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
<p>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad:</p> <p>Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769.</p> <p>Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434.</p> <p>Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres. Paginas 516.</p> <p>Thassu, D., Deleers, M., Pathak, Y. (2007). Nanoparticulate drug delivery systems. New York, Informa Healthcare.aquí se puede ver su tabla de contenido:https://www.informahealthcarestore.com/nanoparticulate-drug-delivery-systems.html</p> <p>Torchilin, V. P. (2006). Nanoparticulates as drug carriers. London; Hackensack, N.J., Imperial College Press ; Distributed by World Scientific Pub.aquí se puede ver su tabla de contenidohttp://books.google.com.co/books?id=bXOHg-xMx_wC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=falsehttp://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/p432</p> <p>Villiers, M. M. d., P. Aramwit, et al. (2009). Nanotechnology in drug delivery. New York, NY, Springer: AAPS Pressaquí se puede ver su tabla de contenido:http://books.google.com.co/books?id=avUQuJTXnX0C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false</p> <p>Jain, K. K. (2008). Drug delivery systems. Totowa, NJ, Humana Press.aquí se puede ver su tabla de contenido.http://books.google.com.co/books?id=W4UThDKro78C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=falsehttp://www.springer.com/chemistry/biotechnology/book/978-1-58829-891-1</p>	

Unidad temática No. 10

Tema(s) a desarrollar	Diseño, control y validación de procesos
Subtemas	Diseño Control Validación Proceso de calificación.
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Bankuer, G. (1996). Modern pharmaceuticals, 3ra Ed. Editorial Marcel Dekker, Inc. N.Y Berry, Ira R. and Nash, Robert A. (1993). Pharmaceutical Process Validation. Second Edition. Marcel Dekker, Inc. New York, United States of America, p. 602. Gennaro, Alfonso R. (2003). Rémington Farmacia. 20ª Edición. Tomo I y Tomo II. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aire, Argentina, p. 2506.	

Unidad temática No. 11

Tema(s) a desarrollar	Tecnología de liberación modificada
Subtemas	Libre Dispositivos Implantes parches
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769. Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434. Sharp, John. (2000). Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products. Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.	

Unidad temática No. 12

Tema(s) a desarrollar	Aspectos biofarmacèuticos de las formas farmacéuticas solidas
Subtemas	Toxicidad de las formas farmacéuticas solidas Disolución Difusión Fick.
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). Tratado de Tecnología Farmacéutica. Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769. Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). Formulation Technology: Emulsions,	

Suspensions and Solid Forms. Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434.
 Sharp, John. (2000). *Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products*. Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.

Unidad temática No. 13

Tema(s) a desarrollar	Empaque, embalaje y acondicionamiento
Subtemas	
No. de semanas que se le dedicarán a esta	1/2
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA correspondiente a esta unidad: Voigt, Rudolf H. and Bornschein, Manfred. (1982). <i>Tratado de Tecnología Farmacéutica</i> . Traducido por Antonio Nuñez Cacltaza. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Paginas 769. Mollet, Hans and Grubenmann, Arnold. (2001). <i>Formulation Technology: Emulsions, Suspensions and Solid Forms</i> . Translated by H.R. Payne. Wiley – VCH. Alemania, p. 434. Sharp, John. (2000). <i>Quality in the Manufacture of Medicines and other Healthcare Products</i> . Editorial Pharmaceutical Press. Londres, p. 516.	

Metodología: Exposiciones dialogadas, talleres, informes de lectura, exposición de artículos.

EVALUACIÓN

Actividad	Porcentaje	Fecha (día, mes, año)
Evaluación 1	20%	2 horas
Evaluación 2	20%	2 horas
Evaluación. 3	20%	2 horas
Evaluación 4	20 %	2 horas
Trabajo con acompañamiento.	20%	Actividades de asistencia obligatoria: Todas las evaluativas..

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

Hammed M. Abdou. 1990, *Dissolution, Bioavailability and Bioequivalence Drug development and Industrial Pharmacy* Vol. 16, No. 1. 185-186
 Simon G. Turner. 2003. *Pharmaceutical Engineering Change Control*. Taylor & Francis, 200. p
 Pharmaceutical extrusion technology, Isaac Ghebre sellassie, Charles Martin, 2003, Marccel Dekker, Inc, New York, 351 p.
 Bill Bennett, Graham Cole 2003, *Pharmaceutical Production: An Engineering Guide*, Chippenham, UK 457 p.
 Graham Cole, John Hogan, Michael Aulton, 1995. *Pharmaceutical Coating Technology*, Taylor & Francis, Oct 27, - 504 p.
 Isaac Ghebre-Selassie, 1989. *Pharmaceutical Pelletization Technology*. Taylor & Francis, 288 p.
 Joseph Robinson, Vincent H. L. Lee. 1987. *Controlled Drug Delivery: Fundamentals and Applications*, Second Edition, Taylor & Francis, 744 p.

- Binghe Wang, Teruna J. Siahaan, Richard A. Soltero, 2005, Drug Delivery: Principles and Applications, John Willey and sons, 450 p.
- Michael J. Rathbone, Jonathan Hadgraft, Michael S. Roberts Marcel dekker, New York. 2003. Modified-Release Drug Delivery Technology, Vol 1, 977 p
- Susan C. Smolinske. 1992CRC Handbook of Food, Drug, and Cosmetic Excipients. Taylor & Francis, Mar 10, - 448 p
- Gregory Gregoriadis, 1988. Liposomes as drug carriers: recent trends and progress. Wiley, 885 p.
- Yashwant Pathak, Deepak Thassu. 2009. Drug Delivery Nanoparticles Formulation and Characterization. Taylor & Francis, 350 p.
- Glen S. Kwon, 2005. Polymeric Drug Delivery Systems. Taylor & Francis, Apr, 680 p.
- H. G. Brittain, 2009. Polymorphism in pharmaceutical solids. Informa Healthcare, 640 p.
- Jens Thurø Carstensen.1980. Solid pharmaceuticals: mechanical properties and rate phenomena. Academic Press, - Medical - 259 p.
- Gregory Gregoriadis 2006. Liposome Technology Interactionsof Liposomes withthe Biological Mili Taylor & Francis, 434 p.

Nota: Los temas tratados durante las intervenciones en aula con la metodología de enseñanza aprendizaje activo correspondieron a las unidades temáticas 4, 5 y 6 del programa.

ANEXO 10.
**RESULTADOS DEL TEST – DIAGNOSTICO-
PROFESORES**

Respuestas de los docentes al instrumento: Test – Diagnostico- profesores, de las cuatro universidades (los sientes primeros profesores, son de la Universidad Nacional sede Bogotá (1-7), del 8-14 profesores de la universidad de Antioquía, 15-16 universidad de Cartagena y el 17 al 20 de la universidad del Atlántico).

ITEM:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SUJES																														
1	1	4	2	4	3	1	2	1	4	3	2	1	4	3	1	1	2	1	1	1	4	2	4	3	1	2	1	4	3	2
2	4	3	3	4	3	4	1	1	4	4	4	3	2	1	3	2	1	3	3	1	4	3	3	4	3	4	1	1	4	4
3	3	1	2	4	2	3	4	1	4	3	2	4	4	2	1	3	2	2	2	1	3	1	2	4	2	3	4	1	4	3
4	2	2	2	4	4	1	3	1	2	4	2	4	2	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	4	4	1	3	1	2	4
5	2	4	3	4	3	1	4	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4	4	1	2	2	4	3	4	3	1	4	4	3	3
6	1	3	4	4	2	1	4	4	2	4	3	1	1	1	1	4	4	4	4	3	1	3	4	4	2	1	4	4	2	4
7	3	3	4	4	2	2	4	3	3	1	4	2	3	2	4	4	3	2	1	2	3	3	4	4	2	2	4	3	3	1
8	2	3	2	3	1	4	3	3	1	1	3	1	1	1	2	4	2	4	4	3	2	3	2	3	1	4	3	3	1	1
9	4	2	3	4	1	4	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	2	2	4	4	2	3	4	1	4	3	1	2	1
10	4	2	4	2	2	2	1	1	1	2	2	1	3	1	4	4	4	1	4	4	4	2	4	2	2	2	1	1	1	2
11	3	1	4	4	3	3	2	4	1	3	2	1	2	4	3	4	4	3	1	2	3	1	4	4	3	3	2	4	1	3
12	2	4	1	4	4	1	2	4	3	1	2	3	3	4	1	4	4	1	4	3	2	4	1	4	4	1	2	4	3	1
13	4	1	2	1	3	4	3	4	3	4	1	1	4	4	4	4	4	1	2	2	4	1	2	1	3	4	3	4	3	4
14	3	1	4	3	2	3	2	4	3	1	3	1	4	2	3	4	4	3	1	1	3	1	4	3	2	3	2	4	3	1
15	4	1	4	2	1	1	1	4	1	2	2	3	4	4	1	4	1	1	3	3	4	1	4	2	1	1	1	4	1	2
16	1	2	4	3	1	1	4	2	4	2	1	4	2	3	4	3	2	3	2	1	1	2	4	3	1	1	4	2	4	2
17	2	4	2	3	3	1	3	1	4	3	2	4	4	1	3	1	4	2	1	1	2	4	2	3	3	1	3	1	4	3
18	1	3	3	4	3	2	4	1	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	3	1	1	3	3	4	3	2	4	1	2	4
19	4	1	2	4	2	4	4	1	3	3	2	1	4	1	1	3	1	4	2	1	4	1	2	4	2	4	4	1	3	3
20	3	2	2	4	4	4	4	1	2	4	2	2	2	3	3	3	2	4	1	2	3	2	2	4	4	4	4	1	2	4

ANEXO 11.

**RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL TEST –
CONCEPTUAL-REOLOGÍA- A LOS
ESTUDIANTES EN LOS DOS MOMENTOS COMO
PRETEST Y POSTEST DEL PRIMER ESTUDIO**

Resultados de la aplicación del **Test-conceptual-reología** en los dos momentos de la implementación de la metodología de enseñanza-aprendizaje activa. Los alumnos dispusieron de 2 horas para su desarrollo. Asignatura en que se llevó a cabo el estudio: Farmacotecnia I. Semestre: 2009-1.

PRUEBA PRETEST															
Ítems / alumnos	SUBGRUPO DE ÍTEMS PB					SUBGRUPO DE ÍTEMS PMFF					SUBGRUPO DE ÍTEMS CRTF				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1.	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0
2.	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
3.	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0
4.	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0
5.	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
6.	0	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5
7.	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0
9.	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0
10.	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
11.	0	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0
12.	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	0	0	0	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5
14.	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0
15.	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0
16.	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5
17.	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
18.	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0
19.	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5
20.	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5
21.	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
22.	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
23.	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0
24.	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5
25.	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5
26.	0	0	0	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	0
27.	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0
28.	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0
29.	1,5	0	1,5	1,5	1,5	1,5	0	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5
30.	0	0	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0
31.	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	0	1,5	1,5	0
32.	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5
33.	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
34.	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0
35.	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5
36.	0	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	0
37.	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0
38.	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
39.	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0	0
40.	0	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	0	0	0	1,5

PRUEBA POSTEST															
Ítems / alumnos	SUBGRUPO DE ÍTEMS PB					SUBGRUPO DE ÍTEMS PMFF					SUBGRUPO DE ÍTEMS CRTF				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1.	1,5	1,5	2	2	1,5	3	2	2	2	2	1,5	2	1,5	2	1,5
2.	1,5	1,5	2	1,5	1,5	3	2	2	3	1,5	2	1,5	2	1,5	2
3.	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	2	3	3	2	1,5	1,5	1,5
4.	2	3	1,5	2	2	2	3	2	2	2	1,5	3	3	2	2
5.	2	1,5	1,5	3	3	3	1,5	1,5	3	3	3	2	2	2	3
6.	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5	2	2
7.	3	1,5	0	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	1,5	2
8.	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	2	2	2	2	2	1,5	2	2	1,5
9.	2	2	1,5	2	3	2	2	1,5	2	3	1,5	2	2	2	1,5
10.	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	2	0	1,5	1,5
11.	0	1,5	2	2	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	3	2	1,5
12.	1,5	1,5	1,5	3	2	1,5	1,5	1,5	3	2	1,5	0	2	2	1,5
13.	1,5	1,5	0	2	1,5	2	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2
14.	1,5	3	1,5	1,5	2	1,5	3	1,5	3	2	1,5	1,5	2	2	2
15.	1,5	1,5	2	1,5	3	1,5	1,5	2	1,5	3	2	1,5	3	1,5	2
16.	1,5	0	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	3	3	2	1,5	1,5	1,5	3
17.	0	1,5	2	2	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5	2	2	1,5	1,5
18.	1,5	2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2	2	2	1,5	1,5	1,5
19.	1,5	2	2	2	3	2	2	2	2	3	1,5	1,5	2	1,5	2
20.	2	2	1,5	1,5	2	2	2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2	3
21.	2	1,5	1,5	0	1,5	2	2	2	1,5	1,5	3	2	1,5	3	1,5
22.	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2
23.	3	2	1,5	1,5	1,5	3	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5
24.	0	1,5	2	2	2	1,5	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2
25.	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	2	2	3	2	1,5	2	1,5	2
26.	1,5	1,5	1,5	2	2	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2	2	2	1,5
27.	2	2	1,5	2	0	2	2	1,5	2	1,5	2	2	2	1,5	1,5
28.	2	2	1,5	1,5	2	2	2	2	3	2	2	2	1,5	3	0
29.	1,5	1,5	2	2	1,5	2	2	2	2	2	3	1,5	1,5	2	2
30.	2	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5
31.	1,5	0	2	3	2	1,5	1,5	3	3	2	2	2	2	2	1,5
32.	1,5	1,5	1,5	2	2	2	1,5	2	2	3	3	2	1,5	2	3
33.	3	2	1,5	1,5	3	3	2	2	1,5	3	1,5	1,5	3	2	1,5
34.	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	1,5	2
35.	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2	2	2
36.	2	1,5	2	3	2	2	1,5	2	3	2	1,5	2	1,5	2	1,5
37.	2	1,5	1,5	2	1,5	2	2	1,5	2	2	1,5	2	1,5	2	2
38.	1,5	1,5	1,5	0	1,5	1,5	1,5	2	1,5	2	1,5	1,5	2	1,5	1,5
39.	2	2	1,5	1,5	2	2	2	2	1,5	3	2	1,5	2	2	1,5
40.	3	1,5	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	1,5	1,5	3

ANEXO 12.

**RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL TEST –
CONCEPTUAL-REOLOGÍA- A LOS
ESTUDIANTES EN LOS DOS MOMENTOS COMO
PRETEST Y POSTEST DEL SEGUNDO ESTUDIO**

Puntajes obtenidos en el **TEST – CONCEPTUAL-REOLOGÍA**, al ser aplicado como Pretest, correspondientes a los tres subgrupos de ítems del instrumento. Los alumnos dispusieron de 2 horas para su desarrollo. Asignatura en que se levó a cabo el estudio: Farmacotecnia I. Semestre: 2009-2.

Como pretest:

Sub grupo de ítems PB.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	19,5	0,50
C	25,5	0,60
D	24,0	0,60
E	22,5	0,60

Subgrupo de ítems PMFF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	31,5	0,80
B	25,5	0,60
C	30,0	0,80
D	27,0	0,70
E	22,5	0,60

Subgrupo de ítems CRTF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	18,0	0,50
C	27,0	0,70
D	31,5	0,80
E	19,5	0,50

Como postest.

Subgrupo de ítems PB

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	90,5	2,30
C	92,5	2,30
D	87,5	2,20
E	94,0	2,40

subgrupo de ítems PMFF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	101,0	2,50
B	93,0	2,30
C	90,5	2,30
D	95,5	2,40
E	102,0	2,60

Subgrupo de ítems CRTF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	88,5	2,20
C	84,5	2,10
D	89,5	2,20
E	87,5	2,20

ANEXO 13.

**RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL TEST –
CONCEPTUAL-REOLOGÍA- A LOS
ESTUDIANTES EN LOS DOS MOMENTOS COMO
PRETEST Y POSTEST DEL TERCER ESTUDIO**

Puntajes obtenidos en el **TEST – CONCEPTUAL-REOLOGÍA**, al ser aplicado como Pretest, correspondientes a los tres subgrupos de ítems del instrumento. Los alumnos dispusieron de 2 horas para su desarrollo. Asignatura en que se levó a cabo el estudio: Farmacotecnia I. Semestre: 2010-1.

Como pretest:

Sub grupo de ítems PB.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	19,5	0,50
C	25,5	0,60
D	24,0	0,60
E	22,5	0,60

Subgrupo de ítems PMFF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	31,5	0,80
B	25,5	0,60
C	30,0	0,80
D	27,0	0,70
E	22,5	0,60

Subgrupo de ítems CRTF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	24,0	0,60
B	18,0	0,50
C	27,0	0,70
D	31,5	0,80
E	19,5	0,50

Como postest.

Subgrupo de ítems PB

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	90,5	2,30
C	92,5	2,30
D	87,5	2,20
E	94,0	2,40

Subgrupo de ítems PMFF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	101,0	2,50
B	93,0	2,30
C	90,5	2,30
D	95,5	2,40
E	102,0	2,60

Subgrupo de ítems CRTF.

Ítems	Sumatoria de los puntajes obtenidos por los estudiantes	Promedio aritmético obtenido por los estudiantes
A	93,5	2,30
B	88,5	2,20
C	84,5	2,10
D	89,5	2,20
E	87,5	2,20

ANEXO 14.
TRABAJO CON ACOMPAÑAMIENTO

Trabajos con acompañamiento.



TRABAJO DE ACOMPAÑAMIENTO

TABLETAS DE CAPTOPRIL 50 mg

POR:

Gutiérrez Pareja Diana Marcela CC 1037600201

Castañeda Henao Stephanie CC 1152195735

Holguín Cano Sebastián CC 1039022523

Calderón Hernández Johanna CC 1087995944

PROFESOR:

ROSENDO ARCHBOLD J.

ASIGNATURA:

TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA I

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
MEDELLÍN**

INTRODUCCIÓN

Es muy importante suministrar el medicamento en la forma farmacéutica adecuada; la cual va a variar de acuerdo al principio activo y a la vía de administración, de igual manera se debe determinar adecuadamente los excipientes dado que estos no pueden interactuar con el principio activo, ni generar reacciones adversas en el paciente.

En este trabajo se realizará la formulación farmacéutica de captopril 50 mg por comprensión directa usando como excipientes almidón pregelatinizado, celulosa microcristalina pH 200 y estearato de magnesio, indicado en el tratamiento de la hipertensión severa y como alternativa en tratamientos de otros tipos de hipertensión refractaria a la terapia convencional, también indicada en insuficiencia cardíaca que no cede a la terapia usual.

Adicionalmente se desarrollará una propuesta de empaque teniendo en cuenta toda la normatividad que concierne a este y se definirá el procedimiento de fabricación desde el pesaje hasta su empaque final.

CONTENIDO

2.1 FORMULA PROPUESTA

A continuación, se presenta la fórmula propuesta para las tabletas de captopril 50 mg en la Tabla 1.

Tabla 1: Formulación propuesta para captopril 50 mg

COMPUESTO	CANTIDAD (mg)	FUNCIÓN EN LA FORMULACIÓN
Captopril	50	Principio Activo
Almidón pregelatinizado	29.3	Diluyente
Celulosa microcristalina pH 200	113.8	Diluyente
Estearato de magnesio	1.95	Lubricante (1%)
Peso Total (por tableta)	195.05 mg	

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.

PRINCIPIO ACTIVO: CAPTOPRIL.

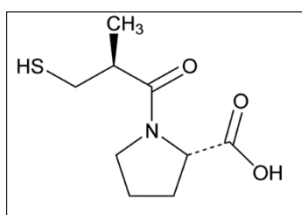


Figura 1: Fórmula molecular del captopril.

Otros nombres: (2 S-3 mercapto-2-metil-1-oxopropil)-L-prolina- Capoten.

Descripción: cristales blancos que se funden aproximadamente a 88 °C, se resolidifican y vuelven a fundirse a 105 °C.

Solubilidad: muy soluble en agua, alcohol, cloroformo.

pK: pK₁ 3.7; pK₂ 9.8.

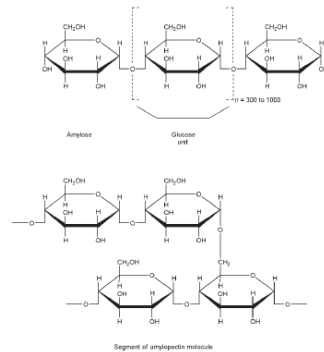
EXCIPIENTES.**Almidón Pregelatinizado:**

Figura 2: Formula molecular del Almidón pregelatinizado

Función: es un almidón modificado utilizado en capsulas y comprimidos como diluyente, desintegrante y aglutinante.

Para compresión directa puede usarse entre un 5-20 %.

Descripción: Es un polvo moderadamente grueso a fino, de color blanco o blancuzco; Es inodoro y tiene un ligero sabor característico. Es higroscópico, tiene una distribución del tamaño de partícula de 31-150 μm , diámetro medio de 52 μm .

Densidad: 1,516 g/cm^3 .

Fluidez: 18-23% (índice de Carr compresibilidad).

Solubilidad: Prácticamente insoluble en disolventes orgánicos. Ligeramente soluble para soluble en agua fría, dependiendo del grado de pregelatinización.

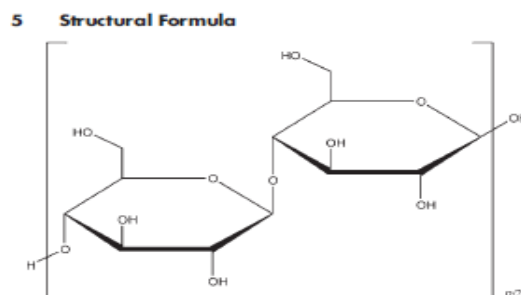
Celulosa micro cristalina pH 200:

Figura 3: Formula molecular de la Celulosa Micro-cristalina

Función: La celulosa microcristalina se utiliza ampliamente en los productos farmacéuticos, principalmente como aglutinante / diluyente en formulaciones de comprimidos y cápsulas orales donde se utiliza tanto en los procesos de compresión directa y granulación en húmedo. Además de su uso como un aglutinante / diluyente, también tiene algunas propiedades lubricante y disgregante que la hacen útil en la formación de comprimidos. Como diluyente se usa en las formulaciones entre un 20-90%

Descripción: La celulosa microcristalina es celulosa purificada, parcialmente despolimerizada que se produce como un polvo blanco, inodoro, insípido, cristalino compuesto de partículas porosas. Está disponible comercialmente en diferentes tamaños de partícula y grados de humedad que tienen diferentes propiedades y aplicaciones. La celulosa microcristalina pH 200 tiene un porcentaje de humedad inferior al 5%, y un tamaño medio de partícula de 180 μm .

Densidad (verdadera): 1,512-1,668 g/cm^3

Solubilidad: Ligeramente soluble en una solución de hidróxido de sodio w/v; 5%, prácticamente insoluble en agua, ácidos diluidos, y solventes orgánicos.

Estearato de Magnesio:

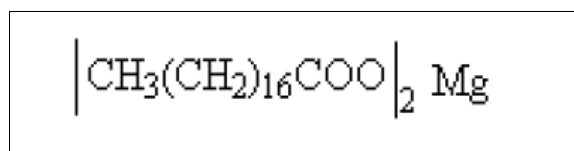


Figura 4: Fórmula molecular del Estearato de Magnesio

Función: El estearato de magnesio se utiliza ampliamente en cosméticos, alimentos, y formulaciones farmacéuticas. Se utiliza principalmente como lubricante en la fabricación de cápsula y tabletas en concentraciones entre 0,25% y 5,0% w/w. También se utiliza en las cremas protectoras.

Descripción: Estearato de magnesio es muy fino, ligeramente blanco, tiene baja densidad aparente, un ligero olor a ácido esteárico y un sabor característico. El polvo es grasiento al tacto y se adhiere fácilmente a la piel.

Densidad (verdaderos): 1,092 g/cm^3

Solubilidad: Prácticamente insoluble en etanol, etanol (95%), éter y el agua, ligeramente soluble en benceno caliente y etanol caliente (95%).

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA FÓRMULA

PESADA

Se pesan cada uno de los componentes de la fórmula captopril 50 mg (Ver tabla 1) en una bolsa rotulada en el siguiente orden:

Celulosa Micro-cristalina pH 200

Captopril

Almidón pregelatinizado

Estearato de Magnesio



Antes de pesar cada uno de los componentes, el operario debe verificar que las materias primas estén aprobadas por Control de calidad, es decir que cuenten con el rotulo verde de Aprobado (Verificación de la materia prima). Después de pesados otro operario diferente al que peso inicialmente, debe verificar los pesos y los rótulos de cada materia prima (Verificación de pesada).

TAMIZAJE

Se tamizan los componentes por un tamiz de malla número 16, al tamizado, se le evalúan los contaminantes visibles y la uniformidad de su tamaño observando una pequeña cantidad del tamizado en el microscopio.



MEZCLADO

Se llevan las materias primas ya tamizadas a un mezclador en V por 5 minutos, pasado el tiempo se evalúa el Índice de Car y Razón de Hausner para tener una idea del grado de empaquetamiento del granulado.



Después de esto, se toman 5 gramos del granulado y se llevan abalanza infrarroja por 15 minutos para evaluar el % de Humedad.

COMPRESIÓN

Lo primero que se debe hacer para el desarrollo de la compresión, es preparar la máquina, para esto se arma la tableteadora poniendo respectivamente los punzones de 11/32'' septados con logo del laboratorio en una de sus caras.

Cuando el equipo está listo, se procede con la alimentación de la maquina con el granulado, se enciende y a medida que tabletea, se ajusta la dureza, el tamaño, y el peso de los comprimidos. Cuando estas características ya están ajustadas, se aumenta la velocidad del equipo.

ACONDICIONAMIENTO DEL PRODUCTO

EMPAQUE PRIMARIO

El empaque primario consta de un blíster de 10 tabletas de PVC/Aluminio, el aluminio tiene impreso las características del medicamento: Captopril 50 mg, Registro INVIMA, Laboratorio SEDICA, Lote en relieve (toda la información en letra verde).



Blíster frontal



Blíster posterior

Figura 5: caras frontal y posterior del blíster de captopril

EMPAQUE SECUNDARIO.

Para el empaque secundario, se utiliza cajas plegadizas de cartón de 12x5x2 cm como se indica en el modelo

Cara Frontal:

Nombre Genérico y concentración: Captopril 50 mg

Vía de administración: Vía Oral

Contenido de la caja: 30 tabletas

Lado izquierdo superior: Logo del Laboratorio

Margen inferior: Banda de color verde con la leyenda “MEDICAMENTO ESENCIAL”.



Figura 6: cara Frontal y dimensiones de la caja de captopril

Cara Posterior

Composición del comprimido

Posología

Contraindicaciones y advertencias

Logo del Laboratorio

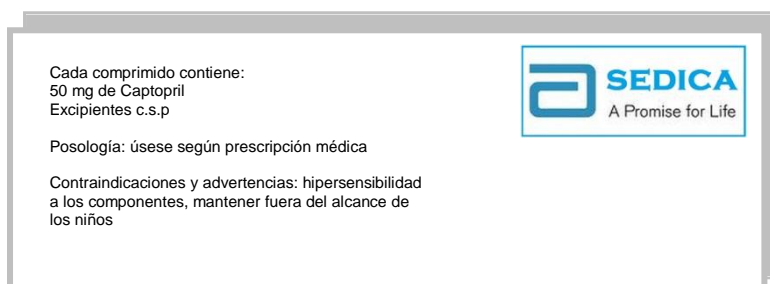


Figura 7: Cara posterior de la caja de captopril

Pestañas de la caja

Código de barras

Lote

Fecha de fabricación y caducidad

Laboratorio fabricante

Teléfono del contacto

Pestaña 1**Pestaña 2**

Fabricado por: Laboratorios SEDICA, Medellín-Colombia
RS.No.INVIMA.2005M-015153
Venta con fórmula facultativa



Educación en salud
018000910858
Visite nuestra página web:
www.sedicalab.com

Pestaña 3

Lote No 21043B
Fab 01.2012
Vto. /Cad. 01.2015

Figura 8: Información de las pestañas de la caja de captopril



Figura 9: Caja de captopril propuesta

COMENTARIOS

Este trabajo ayudo con el enriquecimiento de los conocimientos adquiridos en clase y el laboratorio, pues ayudo a contextualizar por medio de la indagación y la investigación, el proceso de formulación de una forma farmacéutica, iniciando desde su diseño, y pasando por el proceso de fabricación como lo es el tableteado y su empaque final. Se evidencio el grado de dificultad que presenta la formulación de un medicamento, dependiendo de las propiedades fisicoquímicas del principio activo y los excipientes a usar, y todas sus limitaciones que son muy particulares dependiendo de estos; demostrando el gran reto que tiene la industria farmacéutica en el desarrollo de nuevos productos y moléculas innovadoras.

La elaboración de este documento, nos permitió familiarizarnos con el rol que debemos asumir en la industria farmacéutica como Químicos Farmacéuticos, el cual juega un

papel indispensable en el diseño y formulación de medicamentos y la responsabilidad que acarrea en la salud de población en general.

BIBLIOGRAFÍA

Santana T; Monteagudo A; Águila A; Vásquez A. Eficacia de la micro dosis de captopril en el tratamiento de la hipertensión arterial esencial. Universidad de ciencias médicas. Hospital Universitario Manuel Ascunce Domenech. Camaguey. Cuba. 10 p

Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Ficha Técnica Captopril. España. Enero de 2010. 13 p

Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Prospecto Captopril. España. Julio de 2002. 4 p

Remington J. Drogas Cardiovasculares: Captopril. Remington Farmacia. Edición 20. Editorial médica panamericana. 2003. 1509 p

Rowe, Raymond C. Handbook of pharmaceutical excipients. 6^{ta} edition. Pharmaceutical press. 2006. Chicago. P. 132

Reier G, Avicel PH Microcrystalline cellulose. Universidad de Connecticut. Abril 2001. Consultado el (15/03/2011).

Rojas J, Manual de Farmacotecnia I. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia. Medellín- Colombia. 2011, 146 p.

Zaforteza Nicolau J. Manejo de fármacos. [Internet]. Islas Baleares .2007. [Citado 17 de marzo de 2011]. Disponible en <http://ocw.uib.es/ocw/infermeria/farmacologia/tema-4-manejo-de-farmacos>

Real Farmacopea española, 2 ediciones. Pág. 579-588, Citado 17 de marzo de 2011, disponible: www.ugr.es/~adolfina/asignaturas/formasfarmaceuticasRFE.pdf

USP NF 2002, United States PharmacopoeialconventionInc. 12601 Twinbrook Parkway, Rockville, Maryland 20852, USA, pp. 2148.

The Joint IPEC – PQG Good Manufacturing PracticesGuide for pharmaceutical excipients, 2006. The International Pharmaceutical Excipients Council and Pharmaceutical Quality Group, pp. 3. [Internet] Citado el 31 de enero de 2011, disponible en: [http://www.ipec-europe.org/UPLOADS/IPEC_PQG_GMP_Guide_2006\(1\).pdf](http://www.ipec-europe.org/UPLOADS/IPEC_PQG_GMP_Guide_2006(1).pdf)

Trabajo con acompañamiento

**FORMULACIÓN Y PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN GRANULADO DE
ACETILCISTEINA + FENILALANINA**

**SARITA GUERRO BOLAÑOS
CLARA SOFÍA ORDOÑEZ
YUDY MAGALY SÁNCHEZ MUÑOZ**

**PROFESOR
ROSENDO ARCHBOLD JOSEPH**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
MEDELLÍN**

INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta la formulación, proceso de fabricación y envasado de FLUMAX[®], medicamento granulado de uso oral constituido por acetilcisteína, fenilalanina y excipientes, indicado en afecciones respiratorias y cuadros gripales debido a su carácter mucolítico y acción en la expulsión de mucosa.

Para la elaboración de la fórmula farmacéutica, las cantidades de los principios activos se diseñaron a lineamientos preestablecidos en la guía de trabajo inicial, en tanto que las cantidades de excipientes se establecieron mediante revisión bibliográfica. La fabricación del granulado se realizó a través de un procesamiento de materias primas, por medio de una metodología de granulación húmeda, indicando en cada etapa los respectivos controles a ejecutar.

Finalmente se indica la propuesta de envasado primario y secundario acorde a la forma farmacéutica granulada, que para el caso que atañe correspondió a sobres y cajas cuyo modelo a escala y especificaciones de etiquetado son presentados.

PRE-FORMULACIÓN

Para realizar una correcta formulación se deben conocer a fondo las principales características fisicoquímicas de los principios activos, que para el caso son acetilcisteína y fenilalanina, para así identificar que excipientes pueden utilizarse.

ACETILCISTEINA

Fórmula molecular: C₅H₉NO₃S

Peso molecular: 163,19

Porcentaje Composición: C 36,80%, H 5,56%, N 8,58%, O 29,41%, S 19,65%

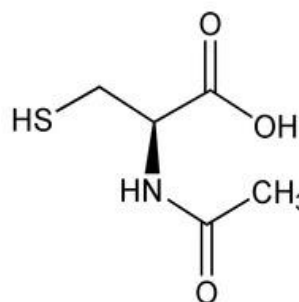
pH:(solución acuosa 1%): entre 2.0 y 2.8 en solución

Punto ebullición: 302-304 °C

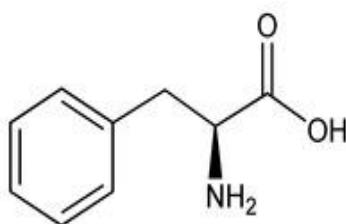
Solubilidad:

En agua 200 mg/ml

En etanol 250 mg/ml



FENILALANINA



Fórmula molecular:

Peso molecular: 165,19

C₉H₁₁NO₂

Composición porcentual: C 65,44%, H 6,71%, N 8,48%, O 19,37% pH:(solución acuosa 1%) 5.4 – 6.5 Punto de fusión: 279 – 283 ° C Solubilidad: 29,6 g/l en agua a 25° C

FORMULA PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

Tabla 1. Fórmula granulada de acetilcisteína y fenilalanina.

COMPONENTE	CANTIDAD
Acetilcisteína	200 mg
Fenilalanina	14 mg
NaCMC (Aglutinante)	2% p/v
Croscarmelosa de Sodio (diluyente)	2327 mg
Manitol (saborizante)	6 mg
Sabor a limón	3 mg
TOTAL	3000 mg

Esta formulación se refiere a una preparación farmacéutica soluble de administración oral, sólida que contiene acetilcisteína como principio activo, que se puede disolver en agua o en una solución acuosa. Cada sobre de administración contiene una cantidad total de 300 mg.

La acetilcisteína es una sustancia cuyo principal efecto terapéutico es expectorante. Normalmente, se administran estos fármacos mucolíticos por vía oral, y el fármaco sólido en la forma de polvos, granulados o comprimidos efervescentes se disuelve en agua antes utilizar.

Características de excipientes a utilizar

Carboximetilcelulosa de sodio: Polvo granuloso, blanco o casi blanco, higroscópico tras su desecación. Se dispersa fácilmente en agua dando disoluciones coloidales. Da geles de buena consistencia, pero sin una gran transparencia o de color pardo acaramelado. Tienen una gran adhesividad, lo que les hace muy útiles como excipientes para semisólidos bucales. Los geles que forma con el agua son de carácter aniónico y estables a pH = 4 – 10. Sin embargo, los aumentos de temperatura provocan una pérdida de viscosidad.

Es ampliamente utilizada también como emulsificante en emulsiones O/W, como agente suspensor, dispersante (cuando aparecen precipitados), así como disgregante en comprimidos.

Croscarmelosa de sodio: Se trata de un polvo blanco que fluye libremente. Es una carboximetilcelulosa de sodio internamente reticulada, que se usa como un súper desintegrante en formulaciones farmacéuticas.

Manitol: Es un polialcohol usado en la industria farmacéutica debido a su carácter edulcorante. El manitol es obtenido a través de la hidrogenación del azúcar manosa. Tiene 1,6 calorías por gramo, posee el 40% del valor del azúcar, pero tiene sólo un 50% de su dulzura. Presenta un efecto refrescante deseable, que se usa para enmascarar los sabores amargos. Es un isómero del sorbitol y se produce típicamente mediante la

hidrogenación de jarabes de glucosa especiales. El manitol está disponible comercialmente en una variedad de presentaciones granulares y en polvo.

Sabor a Limón: Este saborizante se utiliza para cubrir el aroma de sulfuro de hidrógeno con mal olor y enmascarar el sabor inherente de la acetilcisteína; de tal manera que ayuda a mejorar la percepción organoléptica y la aceptabilidad del producto.

PROCESO PARA OBTENCIÓN DE GRANULADO

El proceso a llevar a cabo para obtener el producto acetilcisteína + fenilalanina, es por medio de granulación húmeda, ya que este proceso:

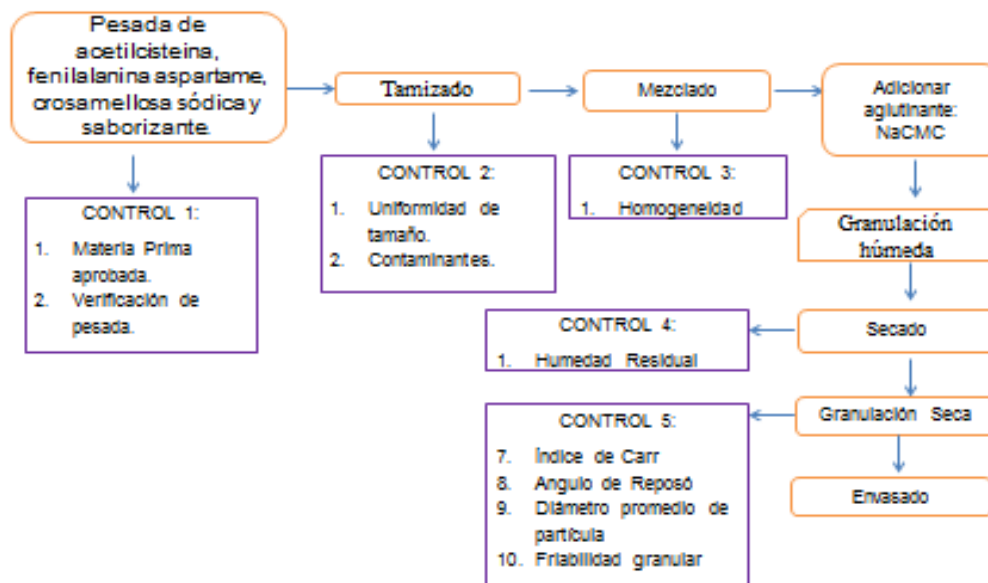
Produce menos partículas finas

Mejora las propiedades de flujo del granulado que se quiere fabricar.

Previene la segregación de los ingredientes mezclados.

le da a nuestro producto la calidad requerida.

El diagrama del proceso de granulación húmeda y sus procesos, es el siguiente:



Los equipos a utilizar dentro del proceso de granulación húmeda para la obtención de nuestro producto son:

Mezcladores de alta intensidad

Granulador de lecho Fluidizado

Máquina automática para el envasado en paquetes sachet

PROCESO DE PRODUCCIÓN

PESADA: Se pesa los componentes en el orden establecido. Empezando por los excipientes, para concluir con los principios activos. Los controles a realizar son

Materia prima aprobada: Proceso en el cual se verifica que los componentes de la formulación (principios activos y excipientes) sean los correctos, se encuentren en las condiciones apropiadas y en la cantidad suficiente.

Verificación de pesada: Procedimiento por el cual usando una masa de referencia se verifica que el equipo (balanza) se encuentre en las condiciones adecuadas y de los resultados esperados.

TAMIZAJE: Los componentes de la formulación se pasan a través de un tamiz No 12 que se adecua al proceso de granulación húmeda. Los controles a realizar son:

Contaminantes visibles: Prueba organoléptica por la cual se identifican sustancias extrañas que no sean propias de los componentes y afectan sus propiedades.

Uniformidad de tamaño: Control en donde se espera que el tamaño de partícula de los diferentes componentes sea el mismo, permitiendo que haya mejor cohesión entre las partículas.

MEZCLADO: Se realiza la mezcla de los componentes a través del método geométrico, de tal manera que la mezcla resultante sea uniforme y se garantice que en ésta estén presentes todos los componentes:

Uniformidad del mezclado: Ensayo por el cual se comprueba que los componentes de la formulación se incorporan homogéneamente.

A continuación, un total de 450 mg de aglutinante NaCMC se disuelve en 22,5 mL de agua, y es añadido a la mezcla anterior (excipientes y principios activos); de tal manera que se pueda formar una masa húmeda, la cual al apretarse con la mano y soltarse pueda fácilmente resquebrajarse (punto final visual del mezclado).

Se inicia el proceso de **granulación húmeda**, con el cual la mezcla se lleva a la etapa de secado.

SECADO: Para la obtención del granulado seco, se introduce la mezcla en un lecho fluidizado a 50 °C por lo menos una hora, de tal manera que el granulado presente al final del proceso una humedad residual menor al 5%. El control a realizar es:

Humedad residual: Proceso por el cual a través de una Balanza de Humedad se establece el porcentaje de humedad del granulado, el cual debe ser controlada para evitar problemas con la estabilidad del producto.

La fase siguiente, es una etapa de **granulación seca** en donde los gránulos son pasados a través de un tamiz No 24, que permitirá seleccionar el tamaño de partícula a utilizar.

Los controles a realizar a este granulado final son:

Índice de Carr's:

La densidad de un polvo se determina como la relación que existe entre su masa y el volumen ocupado. Como los polvos están formado por partículas de tamaños diferentes, cada una de las cuales dependiendo de la afinidad que posean tendrá diferentes grados

de empaquetamiento. Este se determina relacionando un volumen de granulado en un tubo graduado antes de sufrir una vibración y luego de esta.

Ángulo de reposo:

Determina el comportamiento fluente de un granulado, que permite un llenado continuo y uniforme de las matrices y es definido -como el máximo ángulo posible entre la superficie del cono que se forma al caer desde un embudo o tolva en un plano horizontal.

Diámetro promedio de partícula:

El tamaño de las partículas de los gránulos, o su superficie es un factor decisivo para la serie total de sus cualidades; condición que favorece un peso uniforme de las tabletas y una adecuada dosificación del fármaco.

Friabilidad granular:

Este parámetro permite determinar la cohesión y la resistencia a la abrasión del gránulo. Para determinar este parámetro se toma una cantidad determinada de granulado y se separa en una malla específica (#60), luego se agrega a un friabilizador por determinado tiempo (4 min). Luego se hace pasar el granulado de nuevo por la misma malla y se determina el porcentaje del material que quede retenido.

Luego de haber pasado por los controles antes mencionados el granulado queda listo para el envasado.

ENVASADO Y CARACTERÍSTICAS DE LA ETIQUETA.

El envasado primario del granulado obtenido se hace en sobres sellados herméticamente en sus cuatro lados, los cuales contienen impreso en sus caras la etiqueta. Cada sobre este fabricado en aluminio, poliéster y polietileno. El aluminio permite reducir la permeabilidad, el poliéster de la capa exterior le confiere una gran resistencia mecánica, en tanto que el polietileno de la parte interior es esencial para el sellado al calor y contribuye en la resistencia a roturas. Con respecto al empaque secundario, éste se hará en cajas cuyo contenido son 20 sobres.

Las especificaciones para la caja y los sobres se muestran a continuación:

ESPECIFICACIONES SOBRE

DIMENSIONES DEL SOBRE

Largo = 7 cm

Alto= 5 cm

CONTENIDO PARTE DELANTERA

FLUMAX[®]

Acetilcisteína 200 mg

Fenilalanina 14 mg

VIA ORAL
GRANULADO 3g

**CONTENIDO PARTE TRASERA
FLUMAX®**

COMPOSICIÓN: Cada sobre contiene: Acetilcisteína 200 mg. Fenilalanina 14 mg. Excipiente azucarado c.s.p. 3 g. Sabor a limón.

DOSIFICACIÓN: Niños ½ o 1 sobre 2 veces al día. **Adultos 1** sobre 3 veces al día.

INDICACIONES: Mucolítico.

FORMA DE ADMINISTRACIÓN: Disolver el contenido del sobre en ½ vaso de agua al clima. Administrar inmediatamente.

CONTRAINDICACIONES Y ADVERTENCIAS: *Hipersensibilidad al medicamento. Adminístrese con precaución en pacientes ancianos con insuficiencia respiratoria severa y en pacientes asmáticos.

Almacenar a temperaturas inferiores a los 30 ± 2 °C y humedad relativa menor a 70 ± 5 °C

Elaborado por Pharmaly Ltda.

Medellín -Colombia.

Registro Sanitario INVIMA 2009M-011345XX

LOTE: 1415

FV: 08-2015

El modelo es el siguiente:



ESPECIFICACIONES CAJA

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo = 12 cm

Alto= 10 cm

Ancho= 8 cm

CONTENIDO PARTE DELANTERA FLUMAX®

Acetilcisteína 200 mg

Fenilalanina 14 mg

VIA ORAL GRANULADO 3 g CAJA X 20 sobres.

CONTENIDO PARTE POSTERIORFLUMAX®

COMPOSICIÓN: Cada sobre contiene: Acetilcisteína 200 mg. Fenilalanina 14 mg. Excipiente azucarado c.s.p. 3 g. Sabor a limón.

DOSIFICACIÓN: Niños ½ o 1 sobre 2 veces al día. **Adultos 1** sobre 3 veces al día.

INDICACIONES: Mucolítico.

FORMA DE ADMINISTRACIÓN: Disolver el contenido del sobre en ½ vaso de agua al clima. Administrar inmediatamente.

CONTRAINDICACIONES Y ADVERTENCIAS: *Hipersensibilidad al medicamento. Adminístrese con precaución en pacientes ancianos con insuficiencia respiratoria severa y en pacientes asmáticos.

CONTENIDO LADO DERECHO

Manténgase fuera del alcance de los niños.

Guárdese en un lugar fresco y seco protegido de la luz solar.

Almacenar a temperaturas inferiores a 30 ± 2 °C y humedad relativa menor a 70 ± 5 °C Venta bajo fórmula médica

CONTENIDO LADO IZQUIERDO

Elaborado por Pharmaly Ltda. Medellín -Colombia. Registro Sanitario INVIMA 2009M-011345XX LOTE: 1415 FV: 08-2015

El modelo es el siguiente:



CONCLUSIONES

El presente trabajo posibilitó la aplicación práctica de la temática abordada en el curso de Tecnología Farmacéutica I.

El diseño del producto granulado desde su formulación, proceso de producción hasta el envasado permitió afianzar el conocimiento de las tecnologías usadas el campo farmacéutico, abordar las problemáticas propias que se pueden presentar durante el desarrollo y diseño de productos y desarrollar un pensamiento crítico en lo referente a que cada metodología de producción va a depender del tipo de producto (forma farmacéutica) que quiero obtener en relación a la manera en que se pueden procesar los activos, según sus propiedades fisicoquímicas y mecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

Rowe R, Sheskey P, Quinn M. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 6 Ed. Reino Unido: 2009.

Rojas J. Farmacotecnia I. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/guia.html>. Consultado en: Enero-30-2011.

Laboratorios Merck. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.rsc.org/Merck-Index/searchresults?searchterm=phenylalanine>. Consultado en: Febrero-21-2011.

Wangen R, Kappel G, Haegendorf C. "Solid, Fast –soluble pharmaceutical preparation containing S-carboximethyl-L cysteine and/or N-acetylcysteine." U.S. Patent. 5 401 514, marzo 28, 1995.

Villa fuerte L. Los excipientes y su funcionalidad en productos farmacéuticos sólidos. Revista mexicana de ciencias farmacéuticas. Enero-marzo 2011; Vol (42): p 18-36.

Trabajo de acompañamiento.

**PREDNISOLONA
Trabajo de acompañamiento**

**ANDREA JARAMILLO ÁLVAREZ
CC. 1.035.856.685
MILEIDY MARTÍNEZ GÓMEZ
CC. 1.152.692.769
LAURA CATHERINE ZAPATA HERNÁNDEZ
CC.1.020.456.879**

**ROSENDO RICARDO ARCHBOLD JOSEPH
Docente**

**TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA I
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MEDELLÍN**

TABLA DE CONTENIDO**INTRODUCCIÓN****CUERPO DEL DOCUMENTO**

Apartado 1. Fórmula para elaboración de una tableta de Prednisolona por 5 mg.

Apartado 2. Descripción de los componentes que hacen parte de la formulación.

Apartado 3. Proceso para la elaboración de tabletas de Prednisolona.

Apartado 4. Proceso de tableteado de las tabletas de Prednisolona.

Apartado 5. Acondicionamiento del producto.

COMENTARIOS Y APORTACIONES DEL GRUPO DE TRABAJO**BIBLIOGRAFÍA****ANEXO****INTRODUCCIÓN**

La cortisona fue el primer corticoide utilizado por sus acciones antiinflamatorias. Sin embargo, los efectos colaterales referentes a la retención de sodio, efectos metabólicos, tales como una reducción en la tolerancia a los carbohidratos y otros indujeron a tratar de sintetizar nuevos esteroides con propiedades antiinflamatorias incrementadas, y las propiedades farmacológicas indeseables disminuidas. En general se ha conseguido un incremento marcado en la actividad antiinflamatoria con una evidente disminución de las acciones sobre la retención de sodio y agua; sin embargo, las acciones sobre el metabolismo hidrocarbonado y proteico parecen seguir caminos similares, paralelos.

Teniendo en cuenta los cuatro anillos que componen el núcleo corticoide, se han realizado las modificaciones sintéticas o semisintéticas a los anillos. La presencia del grupo cetónico en C3 y la doble ligadura entre C4 y C5 son imprescindibles para la actividad farmacológica. La introducción de una doble ligadura entre C1 y C2 (deshidrogenación) produce un marcado incremento en la actividad antiinflamatoria, originándose la Prednisona y Prednisolona.

La Prednisolona es un glucocorticoide con un perfil de seguridad mayor que el de otros glucocorticoides, por presentar menos efectos en el metabolismo de la glucosa y en el metabolismo óseo¹⁴. Los glucocorticoides ingresan a la célula por difusión pasiva, y se enlazan al receptor intracelular, formando el complejo esteroide-receptor. El efecto de tipo anabólico ocurre en numerosos órganos y tejidos (hígado, por ejemplo), sin embargo, en otros tejidos, como por ejemplo el linfoide, el efecto final es catabólico, inhibitorio, sugiriendo la síntesis de proteínas inhibitorias responsables de los efectos catabólicos.

La Prednisolona, poseen una débil acción mineralocorticoide si se comparan con el cortisol, que sin embargo se pone en evidencia en tratamientos prolongados.

Partiendo de los conocimientos adquiridos en el curso a cerca de formas farmacéuticas sólidas, este proyecto tendrá como finalidad formular y elaborar un comprimido de Prednisolona por 5 mg, de acuerdo a las características del principio activo como la

solubilidad, biodisponibilidad y características organolépticas, por el método de granulación húmeda, en el cuál, por aglomeración bajo presión de un volumen constante de partículas, cada una de las cuales contiene una dosis única de uno o más principios activos, formaran granulados que se pueden, se obtienen comprimidos con una dureza y friabilidad óptimas.

CUERPO DEL DOCUMENTO.

Esta sección consta de los siguientes apartados:

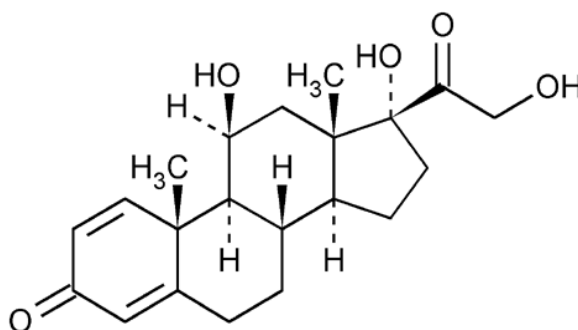
2.1 APARTADO 1. En este apartado se define la fórmula para elaboración de una tableta de Prednisolona por 5 mg.

Tabla 1. Cantidad de cada excipiente empleado en la producción de Prednisolona tabletas.

Numeral	Descripción	Cantidad
1	Prednisolona (principio activo)	5 mg
2	Almidón de maíz (Diluyente)	57,8 mg
3	Carboximetilcelulosa de sodio 1.2 % (Aglutinante)	25 mg
4	Croscarmelosa sódica (Desintegrante)	29 mg
5	Estearato de magnesio 1% del granulado seco (Lubricante)	1.28 mg
6	Sacarina (Edulcorante)	10 mg
TOTAL		128,08 mg

2.2 APARTADO 2. En este apartado se describen las sustancias que hacen parte de la composición de la Prednisolona y algunas características generales de la misma.

Principio activo: PREDNISOLONA.



FÓRMULA MOLECULAR: C₂₁ H₂₈ O₅ (anhidro) 360.45.

NOMBRE IUPAC: (11 β) - Pregna 1,4-dieno-3,20-diona, 11,7,21-trihidroxi-, (11 β) -. 17,21-Trihydroxypregna-1,4-dieno-3,20-diona (anhidro) [50-24-8]. Sesquihidrato 387.48 [52438-85-4]. Anhidro con 1 y 1.5 moléculas de agua. Contiene no menos de 97,0 por ciento y no más de 102,0 por ciento de C₂₁ H₂₈ O₅, calculado sobre la sustancia seca.

PREPARACIÓN: a partir de la hidrocortisona, por un proceso microbiológico en el que se emplea *Croynebacterium simplex*, que deshidrogena en forma selectiva el cortisol en las posiciones 1 y 2.

SOLUBILIDAD: Un gramo se disuelve en 30 mL de alcohol o en 180 mL de cloroformo. Es muy poco soluble en agua.

DESCRIPCIÓN: polvo cristalino blanco, incoloro, se funde a unos 235 °C con cierto grado de descomposición.

Diluyente: ALMIDÓN DE MAÍZ

El almidón de maíz se puede utilizar en cápsulas tanto duras como blandas y en tabletas para mejorar la fluidez, la desintegración y la dureza. El almidón de maíz también se usa ampliamente como aglutinante en concentraciones que varían del 10 al 20%. Por lo común, se prepara tal como se lo ha de usar dispersando el almidón de maíz en suficiente cantidad de agua fría purificada. Se observa que durante la formación de la pasta no se hidroliza todo el almidón; por consiguiente, el almidón de maíz no sólo es útil como aglutinante, sino que también se la emplea como método para incorporar algún desintegrante en el interior de los gránulos. El almidón de maíz es una mezcla de amilopectina y amilosa. La amilosa soluble en agua proporciona el aglutinamiento necesario para la formación de comprimidos y la granulación. La amilopectina proporciona una estructura de granos de almidón sin romper que permite la desintegración del comprimido al hincharse los granos.

Aglutinante: CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO (R_nOCH_2-COOH)

Carboximetilcelulosa de sodio es ampliamente utilizada en formulaciones farmacéuticas orales y tópicas, principalmente por sus propiedades que aumentan la viscosidad. Las soluciones acuosas viscosas se utilizan para suspender polvos destinados para aplicación tópica o administración oral y parenteral. La carboximetilcelulosa de sodio también se puede usar como un aglutinante de tabletas, disgregante y para estabilizar emulsiones.

Las concentraciones más altas, por lo general 3-6%, de la de grado de viscosidad media se utilizan para producir geles que se pueden utilizar como la base para las aplicaciones y pastas.

Desintegrante: CROSCARMELOSA SÓDICA

La croscarmelosa de sodio se usa en formulaciones farmacéuticas orales como disgregante para cápsulas, tabletas y gránulos. En las formulaciones de comprimidos, la croscarmelosa de sodio se puede utilizar tanto en compresión directa como en granulación húmeda. Este excipiente en concentraciones de hasta 5% w/w se puede utilizar como un desintegrador de tableta, aunque normalmente 2% w/w se utiliza en comprimidos preparados por compresión directa y 3% w/w en comprimidos preparados por un proceso de granulación húmeda.

Lubricante: ESTEARATO DE MAGNESIO ($C_{36}H_{70}MgO_4$)

Estearato de magnesio se utiliza ampliamente en cosméticos, alimentos, y en formulaciones farmacéuticas. Se utiliza principalmente como lubricante en cápsulas y

en la fabricación de tabletas a concentraciones entre 0,25% y 5,0% w/w. También se utiliza en cremas de barrera.

El estearato de magnesio es un precipitado o molido en polvo muy fino, blanco, ligero, impalpable de baja densidad aparente, que tiene un ligero olor a ácido esteárico y un sabor característico. El polvo es grasiento al tacto y se adhiere fácilmente a la piel.

Edulcorante: SACARINA (C₇H₅NO₃S)

La sacarina es un agente edulcorante intenso utilizado en bebidas, productos alimenticios, edulcorantes de mesa, y productos de higiene oral tales como pastas de dientes y enjuagues bucales. En las formulaciones farmacéuticas orales, que se utiliza a una concentración de 0,02-0,5% w/w. Se ha utilizado en formulaciones de comprimidos masticables como un agente edulcorante. La sacarina se puede utilizar para enmascarar algunas características de sabor desagradables o para mejorar los sistemas de sabor. Su poder edulcorante es de aproximadamente 300-600 veces mayor que la de la sacarosa.

2.3 APARTADO 3. En el presente apartado se describe el proceso para la elaboración de las tabletas de Prednisolona utilizando el método de vía húmeda.

Proceso para la elaboración de tabletas de Prednisolona:

Pesar cada uno de los componentes de la fórmula asignada, llevando a cabo los respectivos controles en este proceso, es decir, verificar la materia prima aprobada y verificar la pesada.

Tamizar uno a uno cada componente, de tal manera que se lleven a cabo los controles de contaminantes visibles y la uniformidad de tamaño.

Mezclar bien todos los componentes excepto el estearato de sodio, iniciando con los componentes que tengan mayor cantidad y finalizando con los de menor cantidad, y teniendo en cuenta la uniformidad de mezcla como principal control.

Agregar la solución aglutinante, la cual se preparará de la siguiente manera:

Proceso para la preparación del aglutinante (CMC al 1.5%), Cantidad a preparar: 600 ml

Pesar 9 g de CMC llevando a cabo el control en este proceso en el cual consiste en verificar la exactitud en el peso de CMC.

Disolver la cantidad anterior en 100mL de agua caliente para disolver el sólido, en un beaker graduado. El control en este proceso se basa en adecuar la temperatura para garantizar la completa disolución del aglutinante en el agua y evitar así la formación de grumos que no se puedan destruir.

Adicionar poco a poco el agua caliente y agitar la solución para que se disuelva bien, hasta completar los 600 ml. Se debe controlar tanto la temperatura del agua, como el intervalo de tiempo entre una adición de agua y otra y la agitación constante para garantizar una completa disolución.

Verificar que se tenga el volumen solicitado. El control en lo posible debe realizarlo otro operario el cual constate o verifique que el volumen final de la mezcla preparada por el otro operario, es el adecuado y no es modificado a conveniencia.

Cerciorarse de que la mezcla ya está en su punto de humectación de manera empírica

Adicionar el granulado al secador de lecho fluido, programar el equipo a una temperatura de 60°C, cerrar bien el equipo e iniciar el proceso de secado. Luego de terminado, dejar secar el granulado durante aproximadamente 15 minutos.

Medir la humedad relativa (si está entre 3-4 estará listo)

Tomar el granulado seco, y tamizarlo, utilizando un tamiz del tamaño seleccionado (16 o 14) y aplicando los respectivos controles como contaminantes visibles y uniformidad de tamaño.

Agregar el estearato de sodio al granulado seco ya tamizado y mezclar por última vez los componentes, antes de iniciar con el proceso de tableteado.

2.4 APARTADO 4. Este apartado tiene como fin describir el proceso de tableteado.

Encienda la tableteadora

Agregue el granulado seco a la tolva de la tableteadora.

Asegúrese de que el alimentador o repartidor este bien ubicado y con el granulado para iniciar el proceso

Inicie el proceso de tableteado, sacando periódicamente una muestra para determinar la dureza óptima de las tabletas. Este proceso se hace con una muestra de más o menos 10 tabletas y se les medirá a estas la dureza en el durómetro (la diferencia individual no podrá ser mayor al 5% del promedio de dureza obtenido en la prueba). Si la dureza de estas primeras muestras no cumple con la especificación anteriormente mencionada, se deberá ajustar la presión de los punzones y tomar otra muestra e iniciar nuevamente la medida de dureza.

Cuando estén todas las tabletas listas, se deberá tomar una muestra y medirle la friabilidad o tensión dinámica en el friabilizador. Para esta prueba se tomarán 10 tabletas y se deberán pesar conjuntamente, anotando el peso como peso inicial; se colocarán en el equipo y se ajustarán con los siguientes requerimientos: deberán tener el mismo contenido a cada lado de la cámara plástica que gira a 25 rpm durante 4 minutos. Luego de pasado el tiempo, se retirarán las tabletas y se pesarán (solo las tabletas que quedaron completas).

Si el valor de friabilidad está entre 0 y 1 %, se consideran aceptables.

2.5 APARTADO 5: En esta sección se expone el acondicionamiento final del producto elaborado.

ACONDICIONAMIENTO

Empaque primario: Las tabletas serán dispuestas en un blíster tipo "push through" por 10 unidades. Dicho blíster es elaborado en PVC, con una cavidad en forma de ampolla donde se aloja el producto. El PVC es particularmente apropiado debido a la facilidad de termoformado de las cavidades, por su alta transparencia, buena impermeabilidad a los gases y facilidad de sellarse con otros materiales. Las cavidades son cerradas mediante una lámina de hoja fina de aluminio de 18 a 25 micras de espesor, dicha lámina contiene información sobre el producto que permite la fácil identificación por parte del usuario. El acceso al producto se realiza presionando la capsula de forma que se rompa el aluminio. En esta etapa se realiza la prueba de sellado o hermeticidad que verifica que el proceso se realizó de manera correcta. Se utiliza el equipo LT-101P. Introducir el blíster en el recipiente de vacío, llenar previamente con una solución azul de metileno. Programar la bomba de vacío integrada a la unidad de control que lo

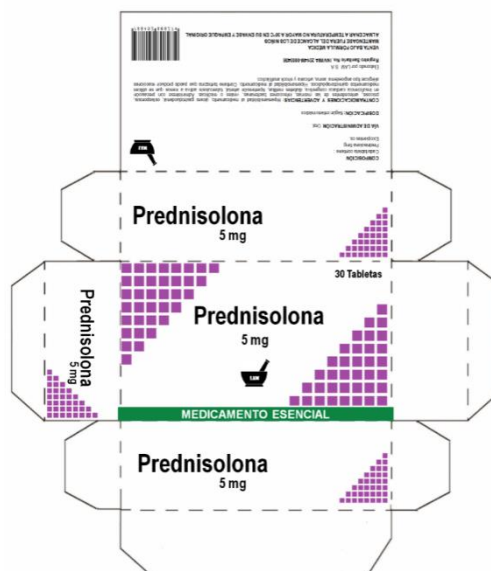
mantiene durante el tiempo deseado. Al término de la prueba, inspeccionar si el empaque presenta algún tipo de filtración.

Gráfica 1: Blíster por 10 tabletas.



Empaque secundario: Además del blíster del medicamento, conocido como empaque primario, también se debe tener en cuenta el empaque secundario o externo, en el cual va contenido el blíster. Este empaque es una caja de cartón por 30 unidades, es decir 3 blíster. Este empaque contiene información fundamental para identificar el medicamento en el momento del transporte, dispensación, distribución y consumo. En la caja se incluye el nombre del producto, cantidad en gramos, lote, fecha de vencimiento, indicaciones, advertencias y vía de administración. En este punto se realizan pruebas cualitativas, que incluyen apariencia de la caja, estabilidad del color, número de lote correcto y en la posición indicada, lecturas correctas y visibles, entre otros.

Gráfica 2: Empaque secundario. Caja por 30 tabletas (3 Blíster).



Empaque terciario: Por último, se disponen las cajas en el empaque terciario o embalaje para facilitar la distribución del producto. Para este se utiliza cajas de cartón por 100 cajas por 30 tabletas.

COMENTARIOS Y APORTACIONES DEL GRUPO DE TRABAJO

Durante la realización del proyecto, encontramos que aparte de ser un trabajo investigativo, se puso en práctica todo lo visto en la parte teórica de la materia, lo que hace que el aprendizaje sea más didáctico y ajustado a la realidad, ya que no solo se vio de forma teórica si no que algunos conceptos utilizados para la realización del trabajo, fueron realizados en el laboratorio. Esto nos facilitó en gran medida, que el trabajo fuera escrito de manera consciente, puesto que se entendían todos los procesos, pasos y controles que allí se especificaron.

Dicho proyecto se ejecutó siguiendo una serie de fases que comprenden, un rastreo bibliográfico, un desarrollo del cuerpo del documento, en el que se encuentra la elaboración de la formulación, determinación del método para la producción del medicamento y acondicionamiento final, presentación en tipo documento y por último una retroalimentación, donde es posible definir si se cumplen los objetivos planteados con dicha metodología. De esta manera, el trabajo es considerado en su totalidad teórico – práctico, ya que se puso en marcha los conocimientos adquiridos en la teoría, en el laboratorio y se afianzó la parte crítica e investigativa.

Este trabajo de acompañamiento aporta mucho a nuestra formación como estudiantes de Química Farmacéutica sobre todo en el aspecto industrial, ya que nos forma como jóvenes investigadores, creativos y propositivos a la hora de diseñar una nueva formulación a partir de un principio activo.

BIBLIOGRAFÍA.

- Lemus I. Vademecum Farmacológico-terapéutico. Andres Bel. Fonseca R, editor. Santiago de Chile; 1991. p. 1–887.
- Gennaro AR. Remington Farmacia, Volume 1. 2 Edición. Montevideo: Ed. Médica Panamericana; 2003. p. 1388.
- Rowe R, Sheskey P, Quinn M. Handbook of Pharmaceutical Rxcipients. Sixth edit. Rowe R, Sheskey P, Quinn M, editors. Washington; DC: Pharmaceutical Press; 2009. p. 1–917.

ANEXO

En esta sección se expone un artículo que expone el proceso micronizado de la Prednisolona utilizando el dióxido de carbono como anti- disolvente y el metanol como disolvente orgánico.

Trabajo de acompañamiento.



TRABAJO DE ACOMPAÑAMIENTO: CÁPSULAS BLANDAS DE GELATINA

PRESENTADO POR:
KAREN LIZETH CASANOVA C.C: 1152198130
ESTEFANÍA RAVE BUILES C.C:1128441502
DANIEL HERNÁN CUARAN C.C: 1128439254
JORGE ANDRÉS BEDOYA C.C: 1037324324

PRESENTADO A:
ROSENDO ARCHBOLD

Asignatura
Farmacotecnia I

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
DEPARTAMENTO DE FARMACIA
MEDELLÍN

OBJETIVOS

Diseñar una formulación adecuada para Retinol en presentación de cápsulas de gelatina blanda.

Diseñar empaques primarios y secundarios adecuados, para las cápsulas de gelatina blanda de Retinol.

INTRODUCCIÓN

La cápsula blanda de gelatina (CBG) es una forma de dosificación sólida formada por dos películas de gelatina que contienen entre ellas el medicamento o ingrediente líquido que se desea encapsular¹, en este caso el retinol como principio activo.

La vitamina A es reconocida en la población general por sus bondades para una amplia gama de enfermedades comunes (acné, herpes labial, heridas y quemaduras), y por su acción en la disminución de las complicaciones de enfermedades tales como la malaria, el VIH, el sarampión y la diarrea en los niños con deficiencia de vitamina A. Sin embargo, el retinol (vitamina A), posee una alta capacidad de oxidación y foto sensibilidad, por lo cual es de suma importancia brindar los mecanismos farmacéuticos adecuados para evitar al máximo esta degradación. Además, su naturaleza liposoluble requiere de igual manera de características especiales para la correcta absorción y aprovechamiento por el organismo que la consuma.

En este trabajo se pretende diseñar una formulación para capsulas de gelatina blanda (Retiblan) las cuales serán fabricadas paso a paso con la tecnología farmacotecnica adecuada, llevada a cabo mediante el pesaje de los componentes, la respectiva mezcla de los mismos, el envasado y empaque, que después de un control de calidad aceptable entre las etapas, saldrán al mercado como Retiblan®.

La primera parte del trabajo contiene el paso a paso de la elaboración del Retiblan® de manera general, y haciendo claridad en los respectivos análisis a realizar, para garantizar la seguridad de la formulación.

Otra parte contiene la formulación planteada para la elaboración de Retiblan®, con las cantidades e ingredientes adecuados, para generar la mejor formulación. Una tercera parte contiene una descripción más detallada de la parte I y II a lo que se llamará “cuerpo del trabajo”, y finalmente se encuentra el diseño de empaque adecuado para Retiblan® capsulas de gelatina blanda.

Al finalizar, se comprenderá que características especiales puede otorgar la capsula de gelatina blanda como forma farmacéutica en la producción de retinol, teniendo en cuenta los riesgos y degradaciones que puede presentar y que se han mencionado anteriormente; así mismo, cómo el empaque a utilizar, puede ayudar también con una mayor estabilidad, durabilidad y calidad del producto.

PROCESO DE PRODUCCIÓN: CÁPSULAS BLANDAS DE RETINOL 300 mg

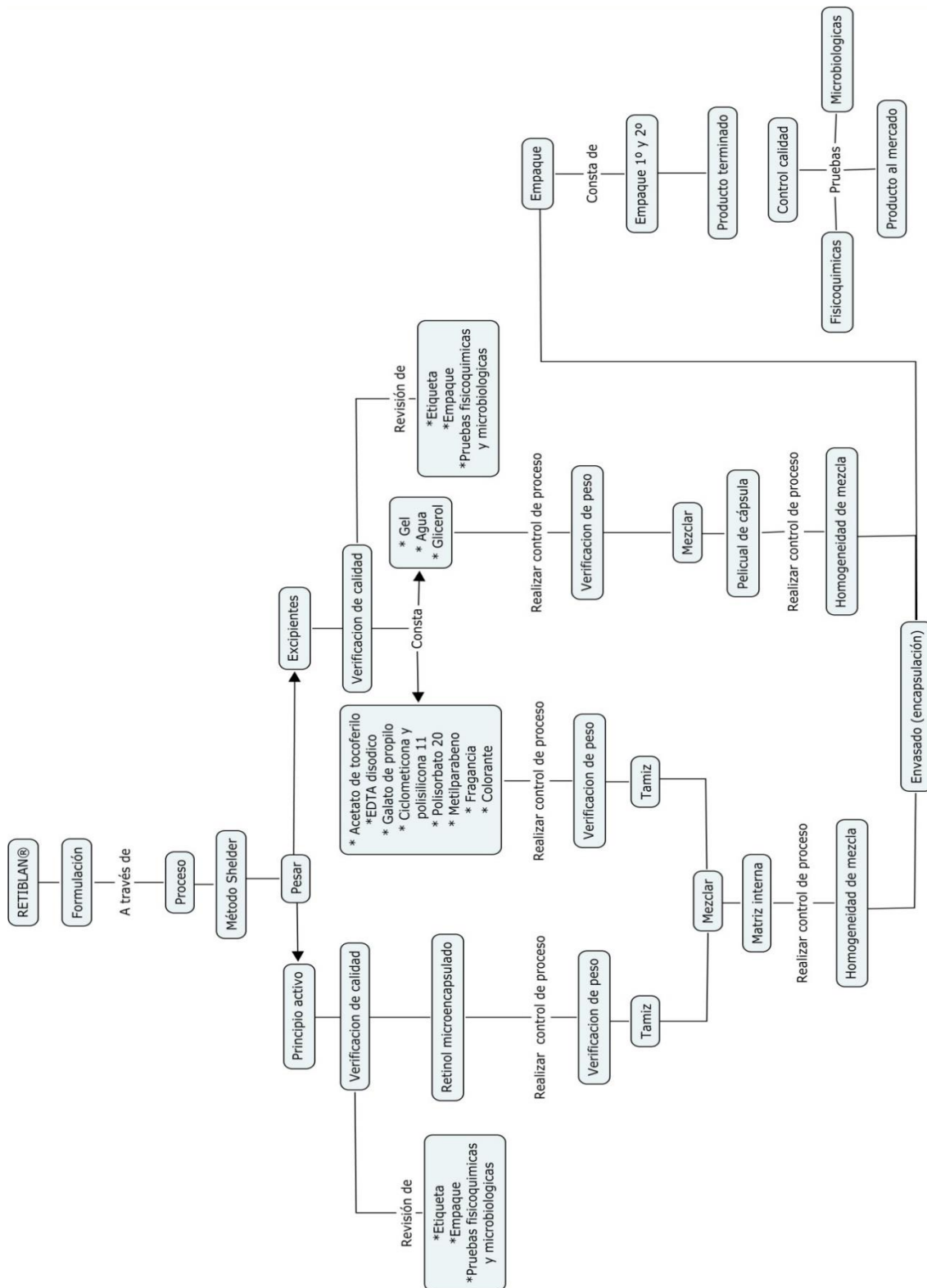


Ilustración 1: Proceso de producción de CBG de Retinol.

Inicialmente, tanto al principio activo como a los excipientes se les deben realizar las pruebas de calidad a fin de definir si ambas materias primas están en estado óptimo para llevar a cabo el proceso de producción y elaboración de las capsulas blandas de retinol.

Después de haber determinado que las materias primas están aptas para su procesamiento, se pesan por separado cada uno de los excipientes y el principio activo en este orden a fin de evitar la contaminación cruzada de las materias primas.

Tras llevar a cabo la pesada de los excipientes y el principio activo, se realiza la verificación de peso. Este procedimiento lo realiza una persona diferente a la persona que peso inicialmente con el fin de corroborar los datos de peso iniciales.

Seguido del anterior procedimiento, se pasan por el tamiz los excipientes sólidos y el principio activo microencapsulado para asegurarse de que el tamaño de partícula de estos es el indicado para la elaboración de la cápsula blanda y para verificar si concuerda con los especificado para cada materia prima.

Paso a seguir, mezclar principio activo con los excipientes correspondientes (Ilustración 1) para la preparación de la matriz interna (suspensión de retinol) de la cápsula y por separado se realiza el mezclado de los excipientes necesarios para la preparación de la solución de la película de la cápsula.

A cada mezcla, una vez concluido el proceso de mezclado, se le realiza el control de homogeneidad de contenido para confirmar que el proceso se ha llevado a cabo exitosamente.

Posteriormente, la solución de la matriz interna y la solución de la película de la capsula se llevan al equipo en el cual se llevará a cabo el proceso de envasado (método Shelder) y se elaboran las cápsulas de gelatina blanda.

Finalmente se procede al empaque del producto; primero se realiza el blisteado de las cápsulas (empaque primario) y después se empacan de la siguiente manera: dos blísteres por cada caja (empaque secundario). Posteriormente se especifica más claramente este proceso.

Una vez se hayan llevado a cabo cada uno de los anteriores procedimientos y cuando el producto ha superado las pruebas de calidad necesarias para aprobar su distribución, el producto puede ser comercializado.

RETIBLAN® 300 mg. La elaboración de capsulas blandas de retinol, consta de:

Una capa de gelatina blanda.

Un material de relleno dentro de la capa, que consta de: - Un aceite de silicón opcionalmente espesado. - Retinol impregnado en micropartículas.

FORMULACIÓN**Formulación de material de relleno**

Para una cápsula blanda de retinol de peso total de 1g, se tomará la siguiente formulación:

Ingredientes	Miligramos
Ciclometicona y polisilicona-11 (gel Gransil RPS)	500
Polisorbato 20	100
Acetato de tocoferilo	50
Metilparabeno	50
Retinol - micropartículas impregnadas	300

El proceso se lleva a cabo en atmósfera de nitrógeno y luz amarilla. Las micropartículas impregnadas con retinol se dispersan en la ciclometicona y se mezcla hasta uniformidad, y la mezcla resultante se añadió a la ciclometicona y polisilicona- 11, y mezcladas hasta uniformidad. El material de relleno resultante se desgasifica a vacío, y se introducen en una cápsula de gelatina blanda, conteniendo cada una 1 g de material de relleno para dar un producto que contiene 300 mg en retinol microencapsulado.

Formulación de cápsula de gelatina blanda

Formulación para la elaboración de cápsula blanda para Retinal (por unidad): Cada cápsula blanda de RETINAL emplea 300 mg de formulación para cápsula:

Ingredientes	Miligramos
Glicerol	60
Dióxido de titanio	30
Colorante rojo n 6	10
Agua de gelatina	200

La recubierta o cáscara de una cápsula de gelatina blanda se compone de agua de gelatina, y un plastificante. Los conservantes no son necesarios debido a la baja actividad de agua en el producto acabado. Aunque prácticamente cualquier de capsula blanda puede ser desarrollada, con esta metodología empleada se permitirá obtener cápsulas ovales.

La masa de gel se prepara disolviendo la gelatina en agua aproximadamente a 80 ° C y bajo vacío, seguido por la adición del plastificante, en este caso se usará el glicerol. Una vez que la gelatina se disuelve completamente, se puede añadir otros componentes, tales como colorantes, opacificantes y sabores. Se usará como opacificante el dióxido de titanio y colorante rojo comercial apropiado para la formación de esta capa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Ciclometicona y polisilicona-11 (gel Gransil RPS): Aceite de silicón de baja viscosidad que proporcionará el medio lípido donde se suspenderán el retinol microencapsulado.

Polisorbato 20: Estabilizante requerido para la adecuada suspensión de las micropartículas en el medio lipídico.

Acetato de tocoferilo: Antioxidante que brindará la protección necesaria para que el Retinol no se oxide por acción del oxígeno.

Retinol microencapsulado: Principio activo de la formulación.

Metilparabeno: Conservante que evita la acción microbiológica en el medicamento elaborado.

Glicerol: Plastificante de la cápsula de gelatina blanda.

Dióxido de titanio: Opacificante de la cápsula de gelatina blanda, para evitar el ingreso de luz a la matriz de relleno, evitando la acción negativa de la luz sobre el retinol, debido a su alta foto sensibilidad

Rojo n°6: Colorante rojo permitido para brindar apariencia agradable para el usuario.

Agua de gelatina: Forma la cápsula de gelatina.

El material de relleno se prepara mediante la mezcla de los componentes de baja viscosidad de aceite, de silicón y las micro-partículas impregnadas con retinol e ingredientes adicionales mencionados, y luego de obtener uniformidad se procede a la desgasificación. Finalmente se procede al llenando del material de relleno resultante en cápsulas de gelatina blanda.

Una combinación de un aceite farmacéutico y un agente tensioactivo no iónico, tal como polisorbato 20, pueden proporcionar una formulación oleosa que se dispersa rápidamente en el fluido gastrointestinal. Las gotitas resultantes de aceite / tensioactivo permitir la transferencia rápida del fármaco a la mucosa de absorción y la posterior absorción del fármaco, brindando una ventaja visible de absorción frente a otras presentaciones farmacéuticas.

El relleno puede ser realizado usando un troquel rotativo alimentado a partir de dos hojas de gelatina plastificada que forman una cámara sellada alrededor del material que está siendo encapsulado.

La masa de gel caliente se suministra entonces a la máquina de encapsulación a través de tuberías de transferencia, calentada por método de fundición, formando dos cintas separadas, cada aproximadamente de 150 mm de ancho. Durante el proceso de fundición, el paso de gelatina a través de la transición sol-gel y el grosor de cada cinta de gel se controlan a $\pm 0,1$ mm, en el intervalo de aproximadamente 0.5-1.5 mm. El espesor se comprueba regularmente durante el proceso de fabricación.²

Las dos cintas de gel son transportadas a través de rodillos (en el que una pequeña cantidad de lubricante de aceite vegetal se aplica) y continúan hasta la herramienta giratoria de la matriz de encapsulación. Cada cinta proporciona una mitad de la cápsula.

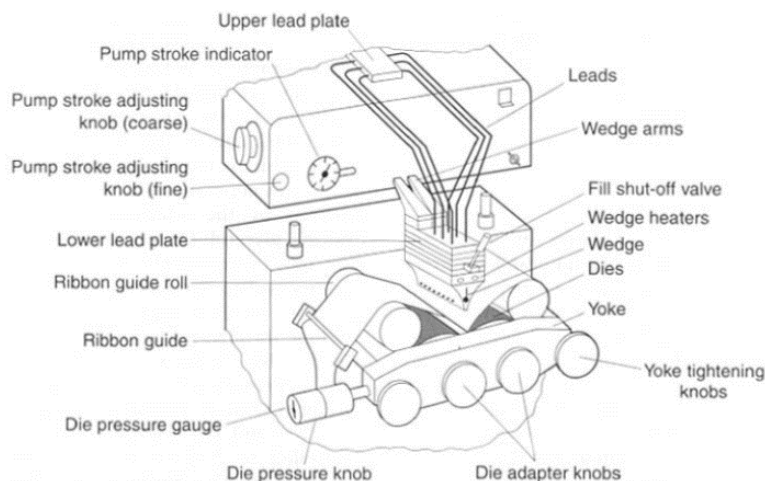


Ilustración 1: Equipo de encapsulación de gelatina blanda

Volúmenes medidos con precisión de la matriz líquida de relleno se inyectan desde el dispositivo de cuña en el espacio entre las cintas de gelatina a medida que pasan entre los cilindros de la matriz. La forma de cuña del sistema de inyección en sí se calienta a aproximadamente 40 ° C. La inyección de líquido entre las cintas fuerza al gel a expandirse en los bolsillos de los troqueles, que regulan el tamaño y forma de las cápsulas blandas. La cinta continúa fluyendo pasando por el sistema de cuña de inyección calentada y se presiona a continuación entre los cilindros de la matriz. Aquí las dos mitades de la cápsula se sellan conjuntamente por la aplicación de calor y presión. Las cápsulas se cortan automáticamente a partir de la cinta de gel, por nivel elevado de rodillos alrededor de cada bolsillo en los rodillos.²

Después de la fabricación de las cápsulas se hacen pasar a través de una secadora y, a continuación, para completar el proceso de secado, se extienden a bandejas y se apilan en un secador de túnel que suministra aire a 20% de humedad relativa. El proceso de túnel de secado puede tardar 2 ó 3 días o incluso hasta 2 semanas, dependiendo de la formulación específica de gelatina blanda. Finalmente, los geles blandos se inspeccionan y se envasan en recipientes a granel con el fin de evitar un secado adicional y para el almacenamiento.

EMPAQUE:

El PVC (cloruro de polivinilo) será utilizado como material de empaque primario para capsulas blandas de retinol, ya que protegen el producto contra el oxígeno y la permeabilidad a olores, la humedad, la transmisión de vapor de agua y el ataque microbiano. Aunque el PVC es un material rígido posee una buena termoconformabilidad, por esta razón y con ayuda de calor y presión se facilita la formación de las burbujas en las que estará dispuestas las capsulas de retinol, este material además es casi libre de agentes de ablandamiento y plastificantes; Sin plastificantes, las ampollas de PVC ofrecen la rigidez estructural y la protección física de las capsulas blandas de retinol. Sumado a esto el PVC ofrece una alta resistencia a la flexión; buena estabilidad química; baja permeabilidad a los aceites, grasas y a los ingredientes aromatizantes; la coloración es fácil y de bajo costo. La cavidad del blíster debe ser accesible por el efecto de empuje en la banda transportadora y no puede ser demasiado duro evitar el colapso de las capsulas cuando se aplique presión sobre ellas

en el momento de masajeado para llenar las burbujas. El espesor de la hoja de PVC se elige típicamente entre 200 μ a 300 μ dependiendo del tamaño de la cavidad y forma. Acompañado al PVC estará una lámina de aluminio, que se encarga de sellar la burbuja para proteger el producto, dicha lámina contendrá la información pertinente y necesaria.

Es de tener en cuenta que “el retinol” por el hecho de ser una vitamina, es termolábil y fotosensible, entre otras características físicas y químicas, son estas razones las que se deben tener en cuenta antes de seleccionar el material de empaque primario adecuado para el producto; teniendo en cuenta lo especificado anteriormente, el PVC opacificado es el material idóneo para el blíster que va a contener las capsulas blandas de retinol.



Ilustración 2: Blíster

Para el empaque secundario de las capsulas de retinol, se utilizará una caja de cartón en la cual se especifica la información requerida por la ley y la suficiente para el usuario respecto al medicamento, además la caja se encarga de brindarle una mayor protección al producto durante el proceso de distribución y almacenamiento. La caja tendrá las siguientes dimensiones: 8 cm de largo x 5 cm de ancho x 2 cm de alto y dentro de esta irán 2 blíster de las siguientes dimensiones: 7 cm de largo x 4 cm de ancho, dicho blíster contendrá 20 unidades del producto y estarán dispuestos lámina con lámina para evitar roces entre burbujas.

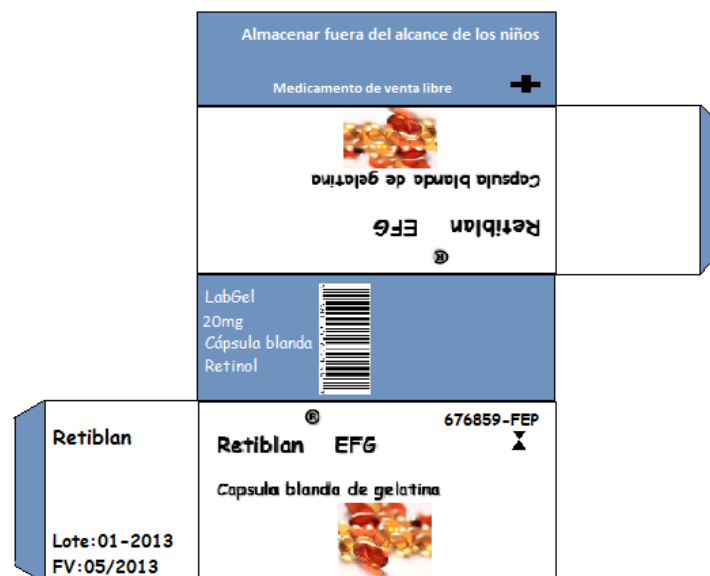


Ilustración 3. Empaque del producto

CONCLUSIONES

La formulación para cápsulas de gelatina blanda pese a poseer notables diferencias a la formulación de tabletas convencionales, posee los mismos pasos esenciales a seguir, tales como pesada, mezcla y empaque.

Las cápsulas de gelatina blanda son usadas en la elaboración de medicamentos con retinol, debido a que pueden brindar propiedades de foto protección y anti oxidación, necesarias para la estabilidad del principio activo mencionado.

El diseño del empaque adecuado para las cápsulas de gelatina blanca de retinol, depende de las medidas de las cápsulas, así mismo como la cantidad y propiedades fisicoquímicas, para garantizar una adecuada protección y nula interacción entre las partes.

El trabajo realizado de diseño de una formulación y de empaques, integra de manera óptima los conocimientos industriales alcanzados hasta el momento de la carrera, y amplía la visión profesional de los estudiantes.

Para la elaboración de una formulación correcta de retinol, es importante conocer las propiedades de este principio activo, para entender las características especiales que deberán ser cubiertas por las cápsulas de gelatina blanda; en este caso la foto protección e ingredientes anti oxidantes.

Referencias bibliográficas.

PROCAPS S.A. Capsulas de gelatina blanda. [Internet]. Bogotá, Colombia: 30 de mayo de 2002. [Citado 05 de noviembre de 2009]. Disponible en: http://www.procapslaboratorios.com/procaps_test/pub/home/cbg_publico.php#

Aulton, M. *Pharmaceutics: The science of dosage form design*. 2 ed. EE.UU. Churchill livingstone; 2001: 682 p.

Block KI, Koch AC, Mead MN, et al. Efecto de la suplementación con antioxidantes sobre la toxicidad de quimioterapia: una revisión sistemática de las pruebas de ensayos controlados aleatorios. *Int J Cancer* 2008 Sep 15; 123 (6):1227-39.

Bjelakovic G, Nikolova D, Gluud LL, et al. La mortalidad en los ensayos aleatorios de suplementos antioxidantes para la prevención primaria y secundaria: revisión sistemática y meta-análisis. *JAMA* 2007; 297:842-57.

Trabajo de acompañamiento.

**POLVOS DE USO INTERNO
“PRINCIPIO ACTIVO: ACETILCISTEÍNA 600 mg”**

**MARTHA IVON ARISTIZÁBAL GARCÍA C.C 1128432070
INGRID JOHANA GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ C.C 1128452334
GINA PAOLA DÍAZ HENAO C.C 1061046911
KELLY JOJANA PATIÑO LONDOÑO C.C. 1035225600
LUZ EDILMA CHICA RINCÓN C.C 39190167
JULIÁN ANDRÉS BERRIO PUERTA C.C 1152434423**

**ROSENDO ARCHBOLD JOSEPH
FARMACOTECNIA I**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
MEDELLÍN**

OBJETIVOS.

1. Elegir un fármaco que se pueda acondicionar a la forma farmacéutica asignada.
2. Realizar la pre formulación para elaborar un medicamento con los excipientes adecuados, teniendo en cuenta sus características fisicoquímicas y compatibilidad entre los componentes.
3. Proponer la metodología y los equipos apropiados para llevar a cabo el proceso de producción del medicamento y los controles de calidad que se deben realizar.
4. Elaborar una propuesta para el empaque primario y secundario del medicamento con el fin de procurar la estabilidad del producto terminado.

INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se realizó la formulación para la preparación de la N-acetil-L-cisteína (Fluimucil), un fármaco utilizado frecuentemente como mucolítico en terapéutica y cuya presentación viene dada en una forma farmacéutica como polvo para uso interno.

Para su elaboración se estudiaron las características fisicoquímicas y la compatibilidad tanto de la sustancia activa como de los excipientes, con el fin de lograr un medicamento con las propiedades farmacotécnicas que conserven su estabilidad y sus propiedades en el tiempo. Las cantidades se calcularon de acuerdo a las normas aceptadas para cada componente y la metodología empleada fue una mezcla simple, utilizando los equipos y materiales adecuados para cada proceso hasta obtener el producto terminado incluyendo su empaque primario y secundario.

Durante el procedimiento se realizaron los controles de calidad de acuerdo a cada etapa y finalmente se establecieron las pruebas a realizar al producto terminado, según lo exigido por el INVIMA.

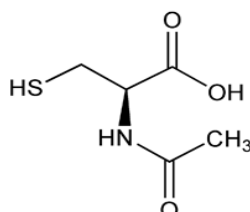
ACETILCISTEINA

Para elaborar un sobre con una cantidad de 600 mg de acetilcisteína como principio activo y un peso aproximado de 1500 mg, se emplea la siguiente formulación:

COMPONENTE	CANTIDAD (mg)
Acetilcisteína	600
Manitol	802,5
Sacarina de sodio	7,5
Dióxido de silicio	7,5
Colorante	7,5

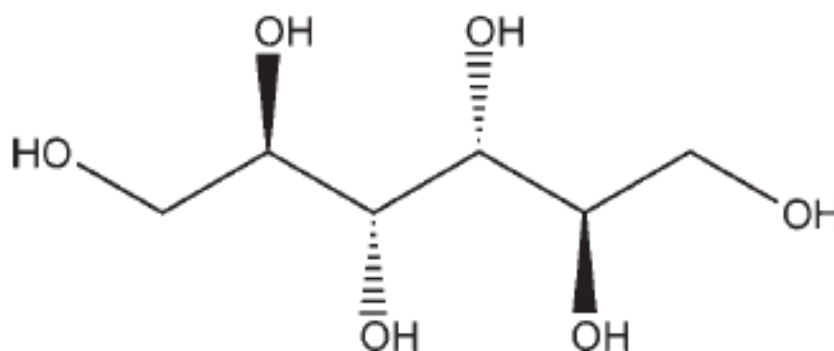
Características fisicoquímicas de los componentes utilizados en la formulación:

Acetilcisteína



Nombre químico y número de registro CAS	N-acetil-L-cisteína	[616-91-1]
Formula empírica	C ₅ H ₉ NO ₃ S	
Peso molecular	163,19	
LD 50 (rata, oral)	5050 mg/kg	
Solubilidad	Soluble en agua (1 g en 5 mL de agua) y alcohol, prácticamente insoluble en cloroformo y éter	
Materiales incompatibles	Metales pesados, sales de metales pesados, caucho, oxígeno, oxidantes	
Aspecto	polvo blanco cristalino, inodoro	
Densidad a 20 °C	0,83 g/cm ³	
pH	2,0 – 2,8 en una solución 1 en 100	

Manitol



Nombre químico y número de registro CAS	D-Manitol	[69-65-8]
Formula empírica	C ₆ H ₁₄ O ₆	
Peso molecular	182,17	
Densidad verdadera	1,514 g/cm ³	
Constante de disociación	pK _a = 13,5 a 18°C	
Osmolaridad	5,07% p/v solución acuosa es iso-osmótico con el suero sanguíneo	

LD₅₀ (ratón, IP): 14 g/kg LD₅₀ (ratón, IV): 7,47 g/kg LD₅₀ (ratón, oral): 22 g/kg
 LD₅₀ (rata, IV): 9,69 g/kg LD₅₀ (rata, oral): 13,5 g/kg

Solubilidad manitol	
Solvente	Solubilidad a 20°C
Álcalis	Soluble
Etanol (95%)	1 en 83
Éter	Prácticamente insoluble
Glicerina	1 en 18
Propan-2-ol	1 en 100
Agua	1 en 5,5

El manitol es ampliamente utilizado en formulaciones farmacéuticas y productos alimenticios. En preparaciones farmacéuticas principalmente sirve como diluyente (10 - 90% p/p) en formulaciones de comprimidos, donde es de valor particular ya que no es

higroscópico y por lo tanto puede utilizarse con principios activos sensibles a la humedad.

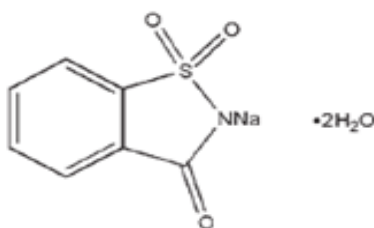
Puede utilizarse en formulaciones por el método de compresión directa, las formas granulares y secadas por atomizado, o en granulaciones húmedas. Las Granulaciones que contiene manitol tienen la ventaja de que se secan fácilmente, es comúnmente usado como excipiente en la fabricación de formulaciones de comprimidos masticables debido a su calor negativo de solución, dulzura, y sensación en la boca.

El manitol es un alcohol hexahídrico relacionado con la manosa y es isomérica con sorbitol, es de color blanco, inodoro, polvo cristalino o gránulos de flujo libre. Tiene un sabor dulce, aproximadamente tan dulce como la glucosa y la mitad de dulce que la sacarosa e imparte una sensación de enfriamiento en la boca y microscópicamente aparece como agujas ortorrómbicas cuando se cristalizó de alcohol, muestra polimorfismo.

El manitol es un alcohol de azúcar natural encontrado en animales y plantas; está presente en casi todos los vegetales en pequeñas cantidades. Si el manitol se consume por vía oral en grandes cantidades, pueden ocurrir efectos laxantes. La cantidad de manitol utilizado como excipiente es considerablemente menor que la utilizada terapéuticamente y, en consecuencia, asociado con una menor incidencia de reacciones adversas. Sin embargo, reacciones alérgicas, tipo hipersensible pueden ocurrir cuando el manitol se utiliza como excipiente. Una ingesta diaria admisible de manitol no se ha especificado por la OMS, la cantidad consumida como agente edulcorante no fue considerada pues no representa un peligro para la salud.

El manitol es un isómero del sorbitol, la diferencia entre los dos polioles ocurre en la orientación planar del grupo OH en el segundo átomo de carbono. Cada isómero se caracteriza por su propio conjunto individual de propiedades, la diferencia más importante es la respuesta a la humedad. El sorbitol es higroscópico, mientras manitol resiste la absorción de la humedad, incluso a altas humedades. El Manitol granular fluye bien e imparte propiedades de flujo mejorado a otros materiales. Sin embargo, generalmente no puede usarse con otros materiales en concentración superior al 25% por peso. Los niveles recomendados de lubricante son estearato de calcio 1% p/p o estearato de magnesio 2% p/p. Los aglutinantes adecuados para la preparación de granulaciones de manitol en polvo son gelatina, metilcelulosa 400, pasta de almidón, povidona y sorbitol. Por lo general, 3 - 6 veces de estearato de magnesio o 1,5 - 3 veces de estearato de calcio es necesario para la lubricación de granulaciones de manitol con otros excipientes. (3).

Sacarina de sodio



76% Sacarina de sodio (dihidratada) 84% sacarina de sodio

Nombre químico y número de registro CAS	1,2-Benzisothiazol-3(2 H)-one 1,1-dioxide, sodiumsalt [6155-57-3] para la forma dihidratada, [128-44-9] para el material anhidro.	
Formula química y peso molecular	C7H4NNaO3S. ½ H2O (84%)	217,24
	C7H4NNaO3S	205,16
	C7H4NNaO3S. 2 H2O (76%)	241,19
pH	6,6 para una solución acuosa 10% p/v	

La sacarina sódica es un agente edulcorante intenso utilizado en bebidas, productos alimenticios, endulzantes de mesa y formulaciones farmacéuticas tales como tabletas, líquidos, polvos, confitería medicada, geles, suspensiones, y enjuagues bucales también se utiliza en la preparación de vitaminas. Es considerablemente más soluble en agua que la sacarina y se utiliza con más frecuencia en formulaciones farmacéuticas. Su poder edulcorante es aproximadamente 300-600 veces mayor que la de la sacarosa. La sacarina sódica mejora los sistemas de sabor y se puede utilizar para enmascarar algunas características de sabor desagradable.

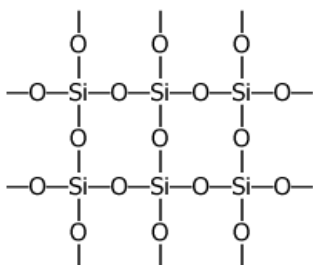
Usos de la sacarina de sodio	
Uso	Concentración (%)
Pasta dental/gel	0,12 – 0,3
Inyecciones IM/IV	0,9
Soluciones orales	0,075 – 0,6
Jarabe oral	0,04 – 0,25

La sacarina sódica es un polvo cristalino blanco, inodoro o débilmente aromático, eflorescente. Tiene un sabor dulce intenso, con un regusto amargo o metálico que a niveles normales de uso puede ser detectado por aproximadamente el 25% de la población. El regusto puede ser enmascarado por fusión de sacarina sódica con otros edulcorantes. La sacarina sódica puede contener cantidades variables de agua.

Solubilidad de la sacarina de sodio	
Solvente	Solubilidad a 20°C
Buffer pH 2,2 (ftalato)	1 en 1,15 1 en 0,66 a 60°C
Buffer pH 4,0 (citrato - fosfato)	1 en 1,21 1 en 0,69 a 60°C
Buffer pH 7,0 (citrato - fosfato)	1 en 1,21 1 en 0,66 a 60°C
Buffer pH 9,0 (borato)	1 en 1,21 1 en 0,69 a 60°C
Etanol	1 en 102
Etanol (95%)	1 en 50
Propilenglicol	1 en 3,5
Propan-2-ol	Prácticamente insoluble
Agua	1 en 1,2

La sacarina sódica es estable en el rango normal de condiciones empleadas en formulaciones. Sólo cuando es expuesto a una temperatura alta (125°C) en un pH bajo (pH 2) al menos 1 hora ocurre una importante descomposición. El grado 84% es la forma más estable de sacarina sódica ya que la forma de 76% se secará más bajo condiciones ambientales. Las soluciones para inyección pueden esterilizarse en autoclave. La sacarina sódica debe almacenarse en un recipiente bien cerrado en un lugar seco. La Sacarina sódica no experimenta reacción de Maillard.

Ha habido una considerable controversia sobre la seguridad de la sacarina y la sacarina sódica en los últimos años; sin embargo, es ahora considerado un edulcorante seguro e intenso. La OMS ha establecido una ingesta diaria aceptable temporal de hasta 2,5



mg/kg de peso corporal para la sacarina, incluyendo sus sales. En el Reino Unido, el Comité sobre toxicidad de productos químicos en alimentos, productos de consumo y el medio ambiente.

(COT) ha creado una ingesta diaria admisible para la sacarina y sus sales (expresados como sacarina sódica) en hasta 5 mg/kg de peso corporal.

LD50 (ratón, oral): 17,5 g/kg LD50 (rata, IP): 7,1 g/kg LD50 (rata, oral): 14,2 g/kg

La intensidad percibida de edulcorantes en relación con la sacarosa depende de su concentración, temperatura de degustación y pH y en el sabor y la textura del producto en cuestión. Agentes edulcorantes intensos no reemplazará a granel, texturas o características conservantes del azúcar si este se extrae de una formulación. Se han reportado efectos sinérgicos para combinaciones de edulcorantes. Sacarina sódica se utiliza a menudo en combinación con ciclamatos y aspartame ya que el contenido de sodio sacarina puede reducirse para minimizar cualquier regusto. (3)

Dióxido de silicio coloidal

Nombre químico y número de registro CAS	Silica [7631-86-9]
Formula empírica	SiO ₂
Peso molecular	60,08
pH	3,8 – 4,2 (dispersión acuosa 4% p/v) y 3,5 – 4,0 (dispersión acuosa 10% p/v)

LD50 (rata, IV): 0,015 g/kg LD50 (rata, oral): 3,16 g/kg.

Solubilidad: Prácticamente insoluble en solventes orgánicos, agua y ácidos, excepto en ácido fluorhídrico; soluble en soluciones calientes de hidróxido alcalino. Forma una

dispersión coloidal con agua. Para Aerosil, solubilidad en agua es de 150 mg/L a 25°C (pH 7).

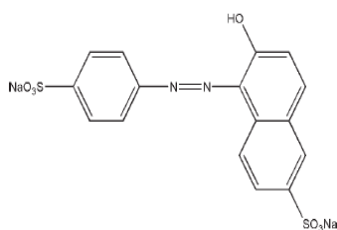
Usos del dióxido de silicio coloidal	
Uso	Concentración (%)
Aerosoles	0,5 – 2,0
Estabilizante de emulsiones	1,0 – 5,0
Brillo	0,1 – 1,0
Agente suspensor y espesante	2,0 – 10,0

El dióxido de silicio coloidal es ampliamente utilizado en productos farmacéuticos, cosméticos y alimentos. Su tamaño de partícula pequeño y gran superficie específica le dan características de flujo deseable que son empleadas para mejorar las propiedades de flujo de polvos secos en una serie de procesos tales como tableado y llenado de cápsulas. El dióxido de silicio coloidal se usa también para estabilizar emulsiones y como espesante tixotrópico y agente de suspensión en geles y preparados semisólidos. Con otros ingredientes de similar índice de refracción, pueden formar geles transparentes. El grado de aumento de la viscosidad depende de la polaridad del líquido (líquidos polares generalmente requieren una mayor concentración de dióxido de silicio coloidal que líquidos no polares). La Viscosidad es en gran medida independiente de la temperatura, sin embargo, los cambios en el pH de un sistema pueden afectar la viscosidad.

El dióxido de silicio coloidal es los vapores submicroscópicos de la sílice con un tamaño de partícula de alrededor de 15 nm. Es suelto a la luz de color blanco azulado, inodoro, insípido, amorfo, incompatible con las preparaciones de dietilestilbestrol, es higroscópico, pero absorbe grandes cantidades de agua sin licuarse. Cuando se utiliza en sistemas acuosos con pH entre 0 – 7,5 el dióxido de silicio coloidal es eficaz en el aumento de la viscosidad de un sistema. Sin embargo, a un pH mayor de 7,5 se reducen las propiedades de viscosidad creciente de dióxido de silicio coloidal; y a un pH superior a 10,7 esta capacidad se pierde totalmente ya que el dióxido de silicio se disuelve a la forma de silicatos. El polvo de dióxido de silicio coloidal debe almacenarse en un recipiente bien cerrado.

El dióxido de silicio coloidal es ampliamente utilizado en productos farmacéuticos tópicos y orales y es generalmente considerado como excipiente esencialmente no tóxico y no irritante.

La incidencia de la contaminación microbiana del dióxido de silicio coloidal es baja debido a las temperaturas alta de producción y materiales inorgánicos utilizados como precursores. Se debe tener en cuenta que las partículas de sílica gel porosas también pueden utilizarse como un agente de brillo, espesante, dispersante y adsorbente de humedad, que puede ser una ventaja para algunas formulaciones. (3).

Colorante amarillo anaranjado (E-110) (3).

Nombre químico y número de registro CAS	6-hydroxy-5-[(4-sulfophenyl)azo]-2-naphthalenesulfonic acid disodium salt [2783-94-0]
Formula empírica	C ₁₆ H ₁₀ N ₂ Na ₂ O ₇ S ₂
Peso molecular	452.37
Apariencia	Polvo amarillo rojizo. Las soluciones acuosas son luminosas de color naranja.
Incompatibilidad	Poco compatible con ácido cítrico, soluciones de sacarosa y soluciones saturadas de bicarbonato de sodio. Incompatible con ácido ascórbico, gelatina, y glucosa.

LD50 (ratón, IP): 4.6 g/kg

LD50 (ratón, oral) :> 6 g/kg

LD50 (rata, IP): 3.8 g/kg

LD50 (rata, oral): >10 g/kg.

Solubilidad del colorante E-110

Solvente	Solubilidad a 20 °C
Acetona	1 en 38.5
Etanol al 75%	1 en 333
Glicerina	1 en 5
Propilenglicol	1 en 45.5
Propilenglicol al 50%	1 en 5
Agua	1 en 5.3 a 2 °C
	1 en 5.3 a 25 °C
	1 en 5 a 60 °C

Procedimiento:

Para la elaboración del polvo se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pesaje: De cada componente se pesa la cantidad de acuerdo al número de unidades del medicamento que se quiere producir, en balanza analítica, teniendo en cuenta lo necesario de cada componente según la formulación, en recipiente individual previamente rotulado.

Control: Comprobar que la materia prima a utilizar se le hayan realizado los análisis de control de calidad y esté aprobada.

Un analista diferente al que pesó inicialmente verifica el peso de cada componente en los recipientes asignados.

2. Tamizaje: Se hacen pasar los ingredientes por tamiz número 40 para procurar la uniformidad de las partículas.

Control: Observar tamaño, uniformidad de partícula y presencia de contaminante grosero.

3. Mezcla: Mezclar todos los componentes en mezclador en “V” durante 15 minutos.

Control: Verificar la homogeneidad de la mezcla.

4. Envasado: Para el proceso se utiliza una envasadora automática para sachet con formas S-203 (5) que realiza las funciones de llenado $\pm 5\%$ del total establecido, sellado y las posiciones de corte son controladas con el engranaje diferencial, con este proceso se garantiza que no hay fuga de producto.



Figura 1: (5)

Ensayos físicos y fisicoquímicos al producto terminado:

Hermeticidad del cierre

Características organolépticas del producto antes de ser reconstituido (aspecto, color, olor y otros).

Características organolépticas del producto reconstituido (aspecto, color, olor y otros)

Cantidad encontrada en relación con la rotulada

pH del producto reconstituido

Humedad

Desintegración

Facilidad de redispersión

Tamaño y uniformidad de partícula

Análisis cualitativo de principio activo

Análisis cuantitativo de principio activo

Uniformidad de contenido (4)

Ensayos biológicos:

Calidad microbiológica (4).

PROPUESTA DE EMPAQUE

Empaque primario

Los sobres son fabricados (sellados en 4 lados e impresos) en polietileno, aluminio y poliéster. El polietileno en el lado interior es esencial para el sellado al calor, el aluminio en el centro reduce la permeabilidad y el poliéster en el exterior. La función principal de dichos materiales es la de conservar las propiedades migratorias, de secado y estabilidad del producto.

En la cara frontal del sobre se encuentra el nombre comercial, la denominación común internacional, el logo y nombre del laboratorio y la cantidad del principio activo.

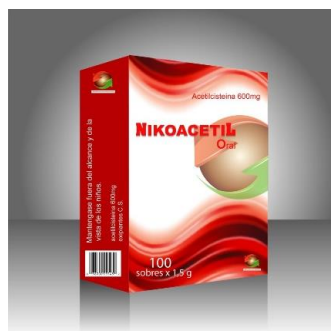
En la cara posterior se declara la siguiente información:

Cantidad del principio activo, contraindicaciones, advertencias, reacciones adversas, posología, indicación terapéutica, recomendación de almacenamiento y consumo, información completa del laboratorio, registro INVIMA y la especificación de “Medicamento de Venta Libre”.



Empaque secundario

Caja de cartón con ranura en su parte superior para un fácil acceso a los sobres individuales, cada caja contiene 100 sobres de 1,5 g cada uno. En la parte lateral derecha contiene la leyenda:” manténgase fuera del alcance y de la vista de los niños”, denominación común internacional y cantidad del principio activo, en la parte lateral izquierda: contraindicaciones, advertencias, reacciones adversas, posología, indicación terapéutica, recomendación de consumo, información completa del laboratorio, registro INVIMA y la especificación de “Medicamento de Venta Libre”.



CONCLUSIONES

Nikoacetil es una propuesta de forma farmacéutica agradable para el consumo del usuario, además de fácil preparación y consumo, que proporciona una acción más rápida en el organismo.

La solubilidad de nikoacetil se ve favorecida porque sus componentes poseen gran área superficial, una ventaja en comparación con otras formas farmacéuticas en las que este proceso se ve disminuido. Así mismo, por su bajo contenido de humedad que tiene, lo convierte en un producto más estable para su almacenamiento y manipulación.

El uso de colorantes y saborizantes en la formulación enmascaran el aspecto y sabor desagradable de algunos compuestos proporcionando a nikoacetil elegancia farmacéutica y gran impacto psicológico del medicamento para el usuario.

La preparación del producto desarrollado emplea metodologías de fácil y rápida aplicación, lo que hace de este medicamento una buena alternativa para la industria, además permite múltiples aplicaciones ya que se pueden envasar como unidosis o multidosis.

La realización de este trabajo y los conocimientos adquiridos acerca de los polvos de uso interno en este caso el N-Acetilcisteína profundizan en el conocimiento adecuadamente las operaciones unitarias farmacéuticas, así como las técnicas de las preparaciones galénicas, tanto en el diseño y desarrollo de formulaciones; la noción de tamaño de lote y escala de dimensionamiento del lote de fabricación (desde lote piloto hasta lote industrial). Igualmente, los elementos mecánicos y equipos que se puede utilizar en la fabricación de acuerdo al tamaño del lote, proyectándolos hacia las aplicaciones que se realizan en otras asignaturas. La solubilidad del producto farmacéutico, que como se dijo anteriormente se emplea agua para reconstituir y su aplicación como mucolítico de uso oral.

BIBLIOGRAFÍA.

Tratado de Medicina Farmacéutica. [Citado diciembre de 2012]. Disponible online en: http://books.google.com.co/books?id=pmjl6putQMYC&pg=PA106&dq=formas+farmaceuticas+solidas&hl=es&sa=X&ei=sfxUIe_Cl-w8ATd8ICoBQ&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=formas%20farmaceuticas%20solidas&f=false.

Los polvos como forma de dosificación. [Citado diciembre de 2012]. Disponible online en: http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/08/ventajas_desventajas.html.

3. Rowe R, Sheskey P, Quinn M. Handbook of pharmaceutical excipients. Sextaedición, Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association 2009. pp 185, 326, 424, 608.

4. Normas técnicas. [Citado diciembre de 2010]. Disponible online en: http://web.invima.gov.co/portal/documents/portal/documents/root//Normas_tecnicas.pdf

5. Envasadora automática para sachet con formas S-203. [Citado enero de 2010]. Disponible online: http://www.plaspak.cl/catalogo/index.php?route=product/product&product_id=70.

Trabajo de acompañamiento

FORMULACIÓN DICLOXACILINA 500 mg

ELABORADO POR:
ELVIS ANÍBAL ARAUJO GUERRERO
1085280714
CAMILO EDUARDO HERNÁNDEZ
1037628549
SOLVEY KARIME PÉREZ MUÑOZ
1083899322

PRESENTADO A:
ROSENDO ARCHBOLD

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
DEPARTAMENTO DE FARMACIA
TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA I
MEDELLÍN (ANTIOQUIA).

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los fármacos se administran frecuentemente por vía oral, en formas farmacéuticas sólidas como los comprimidos y las capsulas. Los métodos utilizados para su producción a gran escala, requieren otros materiales además de los componentes activos. Los excipientes se incluyen en las formulaciones para facilitar el manejo, mejorar el aspecto físico y la estabilidad y facilitar la liberación de la droga en el torrente sanguíneo [10]. En la elaboración de las formas farmacéuticas sólidas debe tenerse precaución con los excipientes a usar, puesto que, aunque estos se denominan inertes, influyen sobre la absorción y la biodisponibilidad del fármaco dentro de la formulación. Razón por la cual es importante la selección y evaluación de los excipientes y métodos de elaboración a usar.

Después de que se obtienen las formulaciones clínicamente efectivas, deben reducirse al mínimo las variaciones entre las unidades posológicas de un lote dado, así como las diferencias de un lote a otro, para lo cual se requieren controles internos apropiados al proceso y buenas prácticas de laboratorio [10]. La granulación es el proceso de incremento del tamaño de partícula. En este proceso, partículas pequeñas se unen para formar partículas más grandes (con diámetros de 0.1 a ~2 mm) y duras en el que las partículas originales pueden identificarse. El proceso puede ser seco o húmedo. La granulación húmeda es la tecnología más usada en la industria farmacéutica (~80% de todos los procesos de tabletería) [7].

Las cápsulas son formas farmacéuticas sólidas que contienen el principio activo solo o acompañado por excipientes dentro de una cubierta soluble rígida o blanda. Los tamaños de las cápsulas se designan mediante escala numérica desde el N° 5, el más pequeño al N 000 que es el más grande [11]. Las cubiertas de las cápsulas son de gelatina u otras sustancias, cuya consistencia puede adaptarse por adición de sustancias como glicerol o sorbitol. También pueden añadirse otros excipientes, tales como tensioactivos, opacificantes, conservantes antimicrobianos, edulcorantes, colorantes autorizados por la autoridad competente y aromatizantes.

La principal indicación de la Dicloxacilina es el tratamiento de infecciones por estafilococo productor de penicilinas, neumococo grupo A-beta, estreptococo hemolítico y penicilina G-resistentes y penicilina G-estafilococo sensible. Se utiliza la técnica de granulación húmeda descrita anteriormente para la elaboración.

OBJETIVOS

Aplicar los conocimientos adquiridos durante el curso de Tecnología Farmacéutica I, para la elaboración de un producto farmacéutico sólido en capsula dura, realizando la formulación que este producto requiere.

Objetivos Específicos.

Realizar la formulación correspondiente para la fabricación de Dicloxacilina 500 mg capsula dura.

Describir la función de cada uno de los componentes presentes en la formulación de la Dicloxacilina 500 mg.

Detallar el proceso de elaboración de la capsula dura de Dicloxacilina 500 mg.

Mencionar los posibles controles a realizar, tanto al granulado como al producto terminado.

DICLOXACILINA 500 mg. en capsulas duras.

Formulación

Componente	Cantidad (%)
Dicloxacilina	73,5
Polivinilpirrolidona (PVP K30) [2], [3]	6
Glicolato de almidón sódico	2
Dióxido de silicio coloidal	0.25
Lactosa monohidratada [5]	18,25

Descripción de los componentes de la fórmula.

La dicloxacilina es estable en medio ácido (pH entre 5 y 7), soluble en agua y se absorbe adecuadamente después de su administración por vía oral [1].

El polímero Polivinilpirrolidona (PVP K-30) es soluble en agua y en alcohol, proporcionan cohesión al granulado, proporciona rápida velocidad de disolución y baja viscosidad comparada con otros aglutinantes como el Hidroxipropil celulosa (HPC), los gránulos que se forman con PVP son significativamente más fuerte durante pruebas de impacto que los gránulos formados con HPC o sin ningún aglutinante. Estudios a partir de perfiles de disolución demuestran que los gránulos formados por PVP se disuelven más rápido que los gránulos que contiene HPC por precintar uniones más fuertes entre las partículas del granulado; además el PVP mejora el flujo comparado con el HPC [3], [4].

Cuando se agrega glicolato de almidón sódico al granulado, se mejora la desintegración de este al contacto con el fluido gástrico, ya que, este excipiente proporciona alta tasa de penetración y absorción de agua, además disminuye la fricción entre las partículas mejorando su fluidez [4], [5].

El dióxido de silicio coloidal actúa como agente incrementador de flujo aumentando la fluidez del granulado, facilitando el llenado y distribución del granulado dentro de las capsulas [4].

Se usa lactosa monohidrato como diluyente para aumentar el volumen del granulado en el proceso de granulación por vía húmeda de dicloxacilina, ya que este metodo, proporciona gránulos con fluidez más aceptable y mejores resultados de uniformidad de contenido sin necesidad de añadir otros excipientes, tales como celulosa microcristalina [6].

Proceso de elaboración de la fórmula:

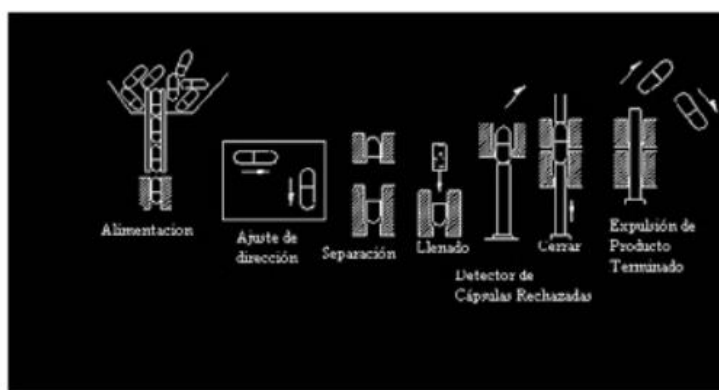
El principio activo y los excipientes se pesan en balanza analítica o balanza granataría según sea la necesidad, luego se tamizan todos los componentes de la formulación a

través de una malla # 60. Posterior a esto se mezclan el principio activo, es decir, la Dicloxacilina y los excipientes, excepto el lubricante dióxido de silicio y el desintegranteglicolato de almidón; estos pueden ser mezclados manualmente o en un mezclador de cintas. A esta mezcla se le agrega el aglutinante, el cual está preparado con el PVP K-30 en agua y un colorante si así se requiere, es decir, si la capsula es transparente se utiliza, pero si esta es opaca o de colores no hay necesidad de usarlo; la adición de este aglutinante también puede ser manual o en el mezclador de cintas.

Seguidamente se pasa la mezcla por malla # 8 o 10 en el granulador oscilante, con el fin de obtener los gránulos y que en el secado (siguiente paso) no se formen agregados de la mezcla, los cuales pueden ser difíciles de separar, además esto facilita un secado uniforme de la mezcla.

El granulado obtenido se seca en lecho fluidizado a temperatura entre 42 y 45 °C hasta humedad residual +/- 2 % [1]. Después de secada la mezcla se tamiza en el granulador oscilante con malla # 16-24 (según las necesidades). Realizado este proceso al granulado se le adiciona el desintegrante y el lubricante, esto se puede llevar a cabo en el mezclador en V.

Realizados los pasos anteriores, la mezcla ya está lista para encapsular, esta se debe llevar a la máquina de encapsulación y las capsulas número 0 (el tamaño de la misma se determinó utilizando la densidad de los gránulos (0,88g/mL) [1]), se depositan en la boca de alimentación y alineación, seguidamente a las capsulas se les ajusta la dirección y se separan la cabeza del cuerpo, posterior a esto las capsulas son llenadas, cerradas y expulsadas [9]. En las siguientes graficas se ilustra este procedimiento.



Al granulado de dicloxacilina se le harán las siguientes pruebas micrométricas:

Densidad verdadera: Mide realmente la cantidad de material ocupado por todas las partículas sin tener en cuenta los espacios vacíos (volumen aparente) aún de las partículas más porosas [7]. Se puede obtener con un picnómetro de gas (Helio).

Densidad aparente: es una medida indirecta que depende de muchos factores como el tamaño, forma y distribución de partícula, ayuda a determinar la capacidad de los mezcladores y las tolvas. Es un parámetro que depende de las condiciones en las cuales se ejecute el método de medida y se determina llenando pasivamente una probeta con el granulado [7]. La relación entre la densidad aparente inicial y la final se conoce como el índice de Carr o de compresibilidad.

Densidad asentada: Es la densidad hallada cuando el polvo se ha compactado o asentado por vibración a cierto volumen o peso específico en una probeta [7]. Permite saber el grado de empaquetamiento, se utiliza el equipo llamado auto Tap para la determinación de esta.

Angulo de reposo: Medida relativa de la fricción y cohesión de las partículas en el polvo. Entre mayor es la fuerza cohesiva entre las partículas mayor será este ángulo [8]. Esta prueba predice si el polvo llenará continuamente y uniformemente matrices de la máquina tableteadora o encapsuladora [7].

Porosidad: la porosidad para una misma sustancia depende del grado de molienda, tamizaje o compactación del granulado [4].

Porcentaje de Humedad en equilibrio: Establece el porcentaje de humedad del material en equilibrio con el ambiente externo. Para esta prueba se utiliza un analizador de humedad infrarrojo que evapora el agua de la muestra rápidamente, registrando los cambios del peso de la muestra con el tiempo hasta que este se estabilice [7].

Los controles que se deben hacer a las cápsulas como producto terminado son: apariencia, color, olor, desintegración, disolución, humedad y peso promedio [9].

Diseño del empaque del producto.

Empaque primario

Se utiliza como empaque primario para las capsulas, un blíster, conformado por una lámina transparente de PVC/PVDC, termoestable que garantice protección a la dicloxacilina, de vapor de agua y gases. El sellado del blíster se realiza con foil de aluminio de grado farmacéutico (20 a 30 μm de espesor), la impresión del blíster se realiza con tinta negra resistente a temperaturas cercanas a 180 °C. Cada blísterscontiene 10 capsulas de 500 mg de dicloxacilina [4].



Empaque secundario



COMENTARIOS Y APORTES

El diseño y la formulación de las capsulas de dicloxacilina se realiza siguiendo especificaciones como monografías de principios activos y de excipientes, basado en estudios que demuestran propiedades acordes a las necesidades de un granulado. Pero es necesario realizar estudios en laboratorio a partir de la formulación para establecer las proporciones adecuadas para una correcta formulación y así poder realizar el escalado respectivo para producir el medicamento a nivel industrial, además de cumplir diferentes procesos como la validación de la metodología entre otros.

Todos los equipos, materiales, procedimientos y métodos aquí descritos, están sujetos a variaciones que se puedan presentar durante el desarrollo de la formulación, todo esto enfocado al mejoramiento del producto terminado.

Este trabajo permitió aplicar los conocimientos recibidos durante el semestre en cuanto a la elaboración de formas farmacéuticas sólidas, es decir, métodos de fabricación, procedimientos, pruebas micrométricas de los granulados, tipo de excipientes a usar en las formulaciones, todo lo concerniente a tipos de capsulas y además de otros conocimientos que están implícitos en cada una de las partes aquí realizadas y representadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. Lorenzo M, Serrate M. Desarrollo de la formulación de dicloxacilina, suspensión oral 125 mg. Rev cubana Farm [revista en la Internet]. 1997 Dic [citado 2011 Mar 16]; 31(3): 155-158. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75151997000300001&lng=es.

[2]. Miwa, A. et al., 2008. Prediction of suitable amounts of water in fluidized bed granulation of pharmaceutical formulations using corresponding values of components. International journal of pharmaceutics, 352(1-2), pp.202–8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18160237> [Accessed March 16, 2011].

- [3]. Cai, L. et al., 2011. A new methodology for high drug loading wet granulation formulation development. *International journal of pharmaceutics*, 441(1-2), pp.790–800. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23058927> [Accessed March 16, 2014].
- [4]. Rojas J. *Farmacotecnia I*. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/guia.html>. Consultado en: diciembre 10 2011.
- [5]. Wang, J., Wen, H. & Desai, D., 2010. Lubrication in tablet formulations. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics: official journal of Arbeitsgemeinschaft für Pharmazeutische Verfahrenstechnik*. V, 75(1), pp.1–15. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20096779> [Accessed February 11, 2011].
- [6]. Huang, W. et al., 2011. Using spray-dried lactose monohydrate in wet granulation method for a low-dose oral formulation of a paliperidone derivative. *Powder Technology*, 246, pp.379–394. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032591013004002> [Accessed March 16, 2011].
- [7]. Rojas J. *Manual de laboratorio de Farmacotecnia I*. Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Farmacia. 16 de marzo de 2011.
- [8]. Bernad M. Tema 2. Formas Farmaceuticas Solidas. [Internet]. [Consultado el: 16 de marzo de 2011]. [Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Tema2-Parte1-Polvos_15159.pdf]
- [9]. Manzano A, Morales M. Formas Farmacéuticas Solidas, Cápsulas de gelatina dura. [Internet]. [Consultado el 15 de marzo de 2011]. [Disponible en: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/356/Capsulas%20duras.pdf>]
- [10]. Alfonse R. Remington farmacia. 20 edición. Buenos Aires: Medica Panamericana, 2003. Páginas 996
- [11]. Universidad Autónoma Metropolitana. Cápsulas Farmacéuticas. [Internet]. [Consultado el: 17 de marzo de 2010]. [Disponible en: http://docencia.izt.uam.mx/ferm/uueea/material_adicional/presentaciones_pdf/Capsulas.pdf]

Trabajo de acompañamiento

CAPSULA DURA DE GELATINA DE LIBERACIÓN MODIFICADA

**CLAUDIA ACEVEDO CC 32142102
ANDERSON ARIAS CC 1037236383
CEILER CUESTA CC 1017171711
DANIEL ERAZO CC 1085916363**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
FARMACOTÉCNIA 1
MEDELLÍN – COLOMBIA**

OBJETIVOS

Ofrecer un producto que cumple con las normas establecidas y ofrece calidad y confiabilidad a los usuarios.

Vender un producto que ayude con el problema de la obesidad y con los riesgos y factores que esto con lleva a partir de un sinergismo entre diversos principios activos.

INTRODUCCIÓN

REDUCTEC® CÁPSULAS DURAS DE LIBERACIÓN MODIFICADA. La obesidad es el más importante trastorno nutricional a nivel mundial con efectos adversos serios para la salud, asociado con un aumento en la morbilidad y mortalidad de tal manera que la pérdida de peso permite disminuir significativamente estos riesgos. Una pequeña pérdida de peso se acompaña de mejoras significativas en la tensión arterial; en la tolerancia a la glucosa y en la concentración de lípidos séricos. De esta forma, la utilidad de la farmacoterapia para la reducción de peso no debe ser subestimada. Así el tratamiento está indicado cuando los riesgos de la obesidad sobrepasan a los riesgos que conlleva cualquier tipo de tratamiento. Debido a la característica distinta de la obesidad, como una enfermedad crónica de difícil tratamiento, pero finalmente controlable, es muy importante considerar que un tratamiento efectivo puede involucrar a más de un tratamiento, es por esto que la farmacodinamia de este producto corresponde a la acción sinérgica de sus componentes individuales, lo que resulta en una actividad terapéutica complementaria con buenos resultados.

La farmacocinética de este producto es el resultado del equilibrio y la sinergia de sus componentes individuales, sin modificaciones porque no existen interacciones entre ellos. La combinación de medicamentos con diferentes modos de acción es una estrategia clínica efectiva para el manejo de enfermedades crónicas de difícil control como son la hipertensión arterial y la diabetes mellitus, condición que también ocurre con el tratamiento de la obesidad, especialmente debido a que el peso corporal es controlado por múltiples factores que afectan tanto a la ingesta de calorías, como a la pérdida de energía

CUERPO O CONTENIDO DEL TRABAJO

A) INSTALACIONES EN LAS QUE SE ELABORA EL PRODUCTOS

B) PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTÁNDAR PARA SU FABRICACIÓN

C) FORMULA MAESTRA PARA EL PRODUCTO

Formulación, Cada Cápsula contiene:

1.	Clorhidrato de d-norpseudoefedrina	50 mg
2.	Triyodotironin	0.075 mg
3.	Sulfato de atropina	0.36 mg
4.	Aloína	16 mg
5.	Diazepam	8.00 mg
6.	Excipiente c s.p.	30

DESCRIPCIÓN DEL EMPAQUE A UTILIZAR (PRIMARIO Y SECUNDARIO)

Primario: Blíster

Materiales: PVC color ámbar revestido con dos capas de barrera de PVDC color ámbar.

Información:

Nombre comercial: REDUCTEC®

Laboratorio fabricante: COLFAR

Nombre de algunos principios activos y sus concentraciones:

D-norpseudoefedrina, atropina; aloína. 50.00 mg/0.36 mg/16.00mg

Forma farmacéutica: Cápsulas

Vía de administración: Oral

Código de barras: 12345678910120

Registro: INVIMA 2002M-0001234

Lote*: 20130505

Fecha de vencimiento*: 0516 (mayo de 2016) Aparecen impresos en el PVC

Secundario: Caja plegadiza

Materiales: Cartón corrugado

Información:

En la parte frontal

Nombre comercial: REDUCTEC®

Laboratorio fabricante: COLFAR

Nombre de algunos principios activos y sus concentraciones:

D-norpseudoefedrina, atropina; aloína. 50.00 mg/0.36 mg/16.00mg

Forma farmacéutica: Cápsulas

Vía de administración: Oral

Algunas precauciones

Leyenda de venta: Bajo receta médica

En la parte derecha e izquierda de la plegadiza (las partes donde se abre la plegadiza)

Nombre comercial: REDUCTEC®

Laboratorio fabricante: COLFAR

En la parte superior de la plegadiza

Recomendaciones sobre almacenamiento: Consérvese a temperatura no mayor a 30°C y en lugar seco.

Precauciones: Manténgase fuera del alcance de los niños.

Leyenda de venta: Bajo receta médica

Registro: INVIMA 2002M-0001234

En la parte inferior

Fabricado por: Laboratorio fabricante COLFAR

Titular y distribuidor Laboratorio fabricante COLFAR Medellín – Colombia

En la parte posterior o reversa

Composición: cada cápsula contiene Clorhidrato de d-norpseudoefedrina 50.00 mg, Triyodotironina 0.075 mg, Sulfato de atropina 0.36 mg, Aloína 16.00 mg, Diazepam 8.00 mg.

Posología: según criterio médico

Contraindicaciones y advertencia: Ver folleto informativo anexo

Vía de administración: Oral

Logo del Laboratorio fabricante COLFAR

Lote: 20130505

Fecha de fabricación: 0513 (mayo de 2011)

Fecha de vencimiento: 0516 (mayo de 2016)

Código de barras: 12345678910120

Leyenda: si requiere más información o tiene comentarios sobre el medicamento comuníquese con Laboratorios COLFAR S.A. tel: (574) 2181234, info@laboratoriosCOLFAR.com

BIBLIOGRAFÍA

The filling of powders into two-piece hard capsules; Brian E Jones, visto en <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2063/science/article/pii/S0378517301007815> (05/06/2010)

Flowability characterisation of drug–excipient blends using a novel powder avalanching method; Martin Kuentz, Venkateshwar, Rao Nalluri; visto en <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2063/science/article/pii/S0939641109002896> (05/06/2011)

ANEXO: UNA REFERENCIA SOBRE EL TEMA (ARTÍCULO FOTOCOPIADO DESPUÉS DEL 2002)

The filling of powders into two-piece hard capsules; Brian E Jones, visto en <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2063/science/article/pii/S0378517301007815> (05/06/2010)

Flowability characterisation of drug–excipient blends using a novel powder avalanching method; Martin Kuentz, Venkateshwar, Rao Nalluri; visto en <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2063/science/article/pii/S0939641109002896> (05/06/2011)

Trabajo con acompañamiento

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
DEPARTAMENTO DE FARMACIA
ÁREA INDUSTRIAL FARMACÉUTICA**

**Trabajo de acompañamiento
Forma farmacéutica oral: Ticolchicosido**

Ana María Tobón Cardona C.C.1026148277
Viviancy Valencia Osorno C.C. 1037606249
Diana Carolina Muñoz Tamayo C.C 1037618701

Tecnología Farmacéutica I
Miércoles 6-8
Jueves 10-12

Rosendo Archbold Joseph
John Jairo Rojas Camargo

Medellín- Antioquia

INTRODUCCIÓN

La administración oral continúa siendo dominante en la terapéutica, el 60% de los medicamentos son formulaciones orales debido a factores como el bajo costo y las condiciones menos estrictas de producción (Devendra: 2013). Las tabletas por ejemplo pueden ser preparadas en grandes cantidades a bajo costo, es por esto que la biodisponibilidad de los fármacos vía oral adquiere importancia, sin embargo, los excipientes empleados en las formulaciones pueden afectar la solubilidad, la liberación y por tanto la absorción del medicamento. La absorción oral depende entonces de diferentes factores como la estructura del fármaco, la velocidad de desintegración, liberación y la disolución del fármaco. Asegurar que una formulación sea adecuada requiere la habilidad y conocimiento de las propiedades de los fármacos y los excipientes y sus interacciones.

Es por esto que con el presente trabajo se pretende adquirir habilidades para el diseño y formulación de medicamentos aplicando las herramientas básicas adquiridas durante el curso de tecnología farmacéutica I. El fármaco asignado corresponde al tiocolchicosido, una molécula que actúa como antagonista competitivo de receptores GABA generando relajación muscular, efecto antiinflamatorio y analgésico. Se propone entonces, una formulación para tabletas recubiertas con película de tiocolchicosido 4mg además de que se detalla el proceso de elaboración de la fórmula y una propuesta de empaque.

GENERALIDADES

En el presente aparte describiremos las características de las distintas sustancias que componen la formulación de una tableta de Tiocolchicósido 4 mg recubierto con película; comenzaremos por el principio activo y terminaremos con los excipientes así:

Tiocolchicósido

Compuesto de fórmula molecular $C_{27}H_{33}NO_{10}S$, su estructura y propiedades se esquematizan a continuación:

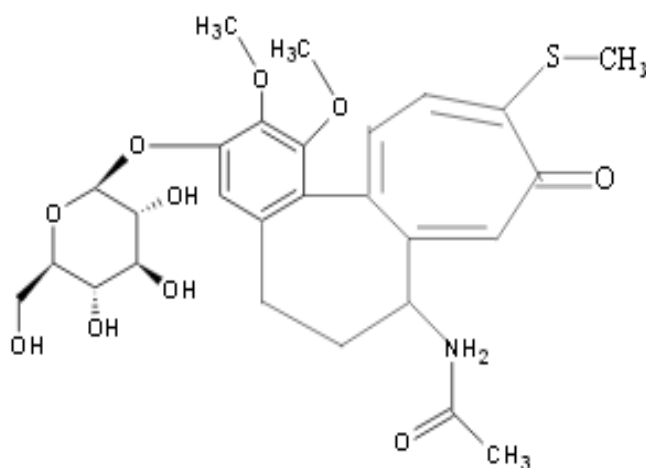


Figura 1: Estructura molecular del Tiocolchicósido.

En la siguiente tabla se describen las características fisicoquímicas del Tiocolchicósido:

Nomenclatura	N-[3 - (β -D-glucopiranosilo) -1,2-dimetoxi-10 (metil) -9 - oxo-5,6,7,9-tetrahidrobenzo [α] heptalen-7-il] acetamida
Otros nombres	Colcamyl. Coltramyl. Coltrex. Musco-Ril.
Peso molecular	563.624
Descripción física	Cristales amarillos
Temperatura de ebullición	220° (dec.)
Coefficiente de partición	Log P -2.97

Tabla N.1 Características fisicoquímicas del Tiocolchicósido, **Tomado de** Velluz 1995, Martindale 1993, Lewis 1992)

El tiocolchicosido es un sulfuro derivado sintético del colchicósido, un glucósido natural contenido en el *Colchicum autumnale*. Esta molécula es afín por los receptores g-amino-butírico (GABA) y presenta buena selectividad. Al interactuar con este tipo de receptores afecta la contracción muscular al activar las vías inhibitorias del GABA generando relajación muscular importante. Además, posee también efectos anti-inflamatorios y analgésicos. (Umarkar 2011). Es un compuesto hidrofílico que en presencia de HCl 0,5N /70°C o de NaOH 0,5N/50°C presenta degradación del enlace glicosídico. (Artus 2003, Del Grosso 2012). No sufre degradación cuando es sometido a radiaciones UV y luz solar (Del Grosso 2012). Al tiocolchicósido se le confiere la actividad farmacoterapéutica debido a la presencia de Aglicona, la cual en el tiocolchicósido se presenta en forma de Nitrógeno y Azufre. (Sanofi Aventis)

FORMULACIÓN

En la siguiente tabla se describe la formulación para preparar una tableta de Tiocolchicósido 4 mg recubierta con película de EUDRAGIT® E 100.

El peso que tendrá la tableta de Tiocolchicósido será: 135 + o – 2 mg.

Tiocolchicósido	4 mg
Almidón pregelatinizado	24.40 mg
Celulosa microcristalina	81 mg
Lactosa monohidrato	22.9 mg
Estearato de Magnesio	2.7 mg

Tabla N.2 Formulación del Tiocolchicósido 4mg

2.1 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

DESINTEGRANTE:

Almidón pregelatinizado

Características: Polvo blanco, inodoro e insípido.

Excipiente utilizado como diluyente, y promotor de la desintegración de un principio activo en el agua y los jugos gástricos, esto lo consiguen aumentando la superficie, con un hinchamiento que permite la penetración del líquido, y se desprenden las partículas del principio activo. Posee una fluidez mejorada y aporta una mayor compresibilidad que permite las mezclas directas para la elaboración de sólidos farmacéuticos, el uso es generalmente alrededor del 5% -20% y cumple con la característica de ser más soluble que el principio activo. (Ingredion).

DILUYENTES

Celulosa microcristalina

Es una celulosa purificada y Parcialmente despolimerizada. Blanca, inodoro e insípido, es polvo cristalino compuesto de partículas porosas, es prácticamente insoluble en el agua, la acetona, el etanol, el tolueno, los ácidos diluidos y en las soluciones de hidróxido de sodio de 50 g/l. Es utilizado ampliamente en los productos farmacéuticos. Principalmente son los agentes diluyentes y los agentes adhesivos en las tabletas orales y las cápsulas. No sólo la utiliza en la granulación húmeda, sino también en la seca o compresión directa. Tiene una capacidad de unión de alta y crea tabletas que son duras y estables, sin embargo, se desintegran rápidamente, incluyen baja friabilidad. (Sidley chemical).

Lactosa monohidratada:

Es un disacárido, producto de la unión de glucosa y galactosa por medio de un enlace 1-4 glucosídico. Es un polvo cristalino blanco; cuando las moléculas de lactosa forman cristales retiene una molécula de agua, por lo tanto, se le puede llamar también lactosa monohidrato. En la industria farmacéutica se utiliza como diluyente de principios activos (excipiente), su propiedad de ser inerte la hace compatible con una gran cantidad de moléculas activas, también por su rapidez de disolución en agua y agradable sabor, pero sus propiedades de deslizamiento o flujo son desfavorables.

Tipos: La lactosa puede presentarse en diferentes formas cristalinas; la forma comúnmente obtenida por la saturación de una solución acuosa a temperaturas por debajo de 93,5 °C es el monohidrato de alfa-lactosa, que puede formar una gran variedad de formas cristalinas dependiendo de las condiciones:

-Fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

-Punto de fusión: 433 °F

-Masa molecular 360 g/mol

-Como otros azúcares, la lactosa tiene una solubilidad muy baja. (Cosmos)

LUBRICANTES

Estearato de Magnesio:

Es un polvo blanco fino, es escasamente soluble en agua, alcoholes metílico y etílico, acetato de etilo, éteres y cetonas; es soluble, en caliente, en tolueno, xileno, tetracloruro de carbono, aceites vegetales y minerales y ácido oleico, como lubricante impide la aglomeración de polvos y facilita la fluidez de los mismos en la descarga, prolonga

tiempo de desintegración y disolución. Evitan el pegado de las tabletas a la superficie de los punzones, así como reducir la fricción entre las partículas, del mismo modo facilita la eyección desde la matriz, reduce la adhesión a los punzones y reduce el gasto de las herramientas. Tiene una humedad máxima del 4%. ([SPES](#)).

PELÍCULA

EUDRAGIT® E 100

Es un polímero catiónico con dimetil-aminoetil metacrilato como un grupo funciona, Es soluble en líquido gástrico hasta pH 5,0, Hinchable y permeable a pH superior a 5,0 Baja viscosidad, alta capacidad de ligación del pigmento, buena adhesión, baja ganancia de peso de polímero. (Evonik Industries)

PROCESO DE ELABORACIÓN

El proceso consta de dos etapas, la primera es la elaboración del granulado por el método de simple mezcla y la segunda es el recubrimiento de los núcleos con película de EUDRAGIT® E 100.

Procedimiento para la elaboración de granulado por simple mezcla:

Pesar la cantidad de cada uno de los componentes de la formula. Comenzando el proceso de pesada de los excipientes y el último a pesar es el Tiocolchicósido. (Principio activo). Es este proceso se realizan dos controles: primero la verificación de que la materia prima de encuentra en adecuadas condiciones y está aprobada y segundo se debe realizar una verificación de pesado.

Tamizar uno a uno cada componente.

En este proceso se realizan dos controles, primero la verificación de contaminantes visibles el cual no debe tener el granulado ningún material extraño y segundo se debe verificar la uniformidad de tamaño.

Mezclar bien los componentes de la formula sin agregarle estearato de magnesio. En este proceso se realiza control de uniformidad de mezclado.

Efectuar los controles en proceso para garantizar que el granulado se ha elaborado adecuadamente. Se realizan las siguientes pruebas al granulado:

Método de compactación o índice de Carr's

Angulo de reposo (se debe adicionar estearato de magnesio para esta prueba)

Humedad residual del granulado

Diámetro promedio granular

Realizar el proceso de compresión con la maquina Stokes, modelo B2, rotatoria. La cual proporciona un diámetro máximo de la tableta es de 5/8 pulgadas.

Realizar el proceso de blistado, utilizando la Blister Packaging Machine y realizar el proceso de empaque. Controlar la propiedad de flujo.

Proceso de recubrimiento

Se describe a continuación las generalidades del proceso del recubrimiento por película, seguido de la descripción detallada del procedimiento.

Generalidades:

Se realizará el recubrimiento de película con Eudragit E 100: que contiene 60% isopropanol y 40% de acetona.

En este proceso se debe controlar factores como la humedad, ángulo de inclinación de equipo, junto con la inyección y extracción de aire caliente durante el proceso, para garantizar un adecuado recubrimiento.

Ventajas del recubrimiento por película:

Aspectos terapéuticos: evitar irritación de la mucosa del estómago, y enmascarar sabor y olor, modificar perfil de liberación cuando sea necesario.

Aspectos tecnológicos: protege al principio activo contra humedad, proporciona mejor estabilidad al producto, facilita ingestión, mejora apariencia e identificación del medicamento, y permite aplicar colorante para mejorar aspecto.

Procedimiento para el recubrimiento:

Antes del proceso del recubrimiento se deben revisar los núcleos que deben tener las siguientes características: tener buena dureza (Mínimo 3 Kp), estar libre de polvo y con una humedad no mayor al 2%, tener una friabilidad no mayor al 1%, inferior al 0.5% preferiblemente.

La velocidad del bombo es aproximadamente 24-29 rpm, y la temperatura del proceso debe estar entre 37° y 39° C

Se carga el bombo o tulipa limpia con los núcleos; la tulipa de acero inoxidable inyecta el aire de secado a través de un orificio localizado en la superficie inferior del bombo, y la extracción del polvo y la humedad se hace por detrás del bombo.

Se deja rodar éstos con la inyección y extracción de aire encendido. Para un precalentamiento.

Se agrega la solución de recubrimiento mediante una pistola que atomiza el recubrimiento en pequeñas gotas que impactan sobre la superficie de los núcleos, a temperatura un poco superior a la ambiental para que se cubran los bordes de los núcleos.

Se apaga el aire de inyección y se agrega otra porción de la solución de recubrimiento y se repiten estas adiciones cada 10 minutos hasta agotar la solución de recubrimiento.

Antes de las 2 últimas aplicaciones se suspende la extracción de aire para que la película seque lentamente.

Finalmente se dejan rodando libremente 25 minutos y se pasan a la estufa de secado de bandeja a Temperatura $> 40^{\circ} \text{C}$ de 12 a 24 horas para que la película se consolide y se elimine trazas de solvente. (Universidad de Antioquia)

PROPIEDADES DE ACONDICIONAMIENTO DEL PRODUCTO

El empaque del producto terminado (Tiocolchicosido 4mg) consta de un envase primario y uno secundario. A continuación, se describirá cada uno de ellos:

Descripción del envase primario

El envase primario será un blíster que contenga de a diez tabletas recubiertas protegiéndolas de la humedad y la contaminación y que facilite su extracción para el momento de la administración. Cada blíster tendrá impreso en relieve el lote y fecha de fabricación y la fecha de vencimiento. A continuación, se presenta una figura que muestra las dimensiones que deberán tener los blísteres y la distribución de las tabletas.

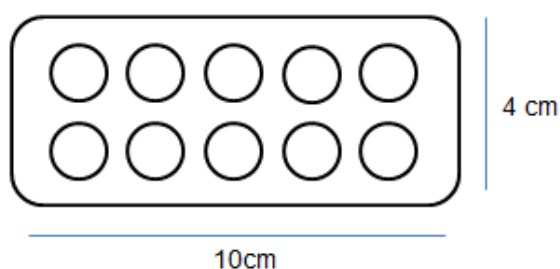


Figura 2. Dimensiones del blíster x 10 tabletas recubiertas.

Descripción del envase secundario

El blíster anteriormente descrito deberá introducirse en un envase secundario que como se describirá en este aparte será una caja, esta deberá llevar en su interior 4 blister que se empacarán de manera manual. A continuación, se presenta una figura que muestra las dimensiones de la caja y posteriormente se describirán las impresiones que deberá llevar en cada una de sus caras numeradas en la FIGURA 2.

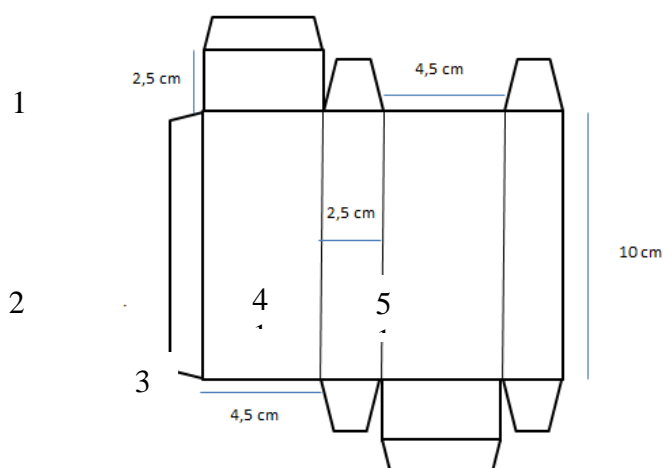


Figura 3. Diseño y dimensiones del envase secundario.

Las caras numeradas en la figura anterior deberán contener la siguiente información:

La cara 1 deberá llevar impreso el número de lote, la fecha de elaboración y la fecha de vencimiento que deben coincidir con la impresa en los blísteres que ha de llevar en su interior.

La cara 2 deberá llevar impreso el logotipo del laboratorio fabricante, el nombre del medicamento y la concentración del principio activo, la imagen y colores característicos que se mostraran en la FIGURA 3 y las siguientes leyendas: “Venta bajo receta médica”, “Almacenar a temperatura no mayor a 30°C”, “Manténgase fuera del alcance de los niños”.

La cara 3 deberá contener la información de la composición, posología y contraindicaciones y advertencias

La cara 4 deberá llevar impreso el logotipo del laboratorio fabricante, el nombre del medicamento y la concentración del principio activo, la imagen y colores característicos que se mostrarán en la FIGURA 3 y las siguientes leyendas: “Uso oral”, “Contenido neto: 40 tabletas recubiertas”.

La cara 5 deberá contener la información del laboratorio fabricante, el director técnico y el número de registro INVIMA.

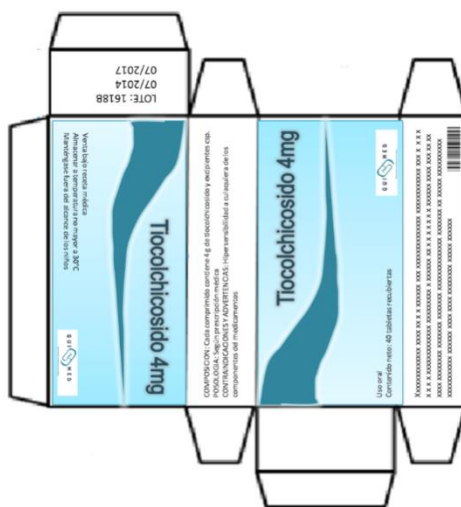


Figura 4. Diseño gráfico del empaque

ARTICULO SOBRE ESTUDIOS REFERENTES AL TIOLCHICOSIDO

En el siguiente hipervínculo se muestra un artículo sobre el desarrollo, optimización y evaluación de la forma de dosificación sólida de Tiocolchicosido mediante el uso de potenciadores de la absorción.

COMENTARIOS Y APORTACIONES

El trabajo realizado nos permitió profundizar en el contenido visto en la materia de Tecnología Farmacéutica I, la cual abarca todo lo referente a la producción farmacéutica.

Nos permitió realizar una formulación, lo cual de gran importancia en el que hacer del químico farmacéutico, del mismo modo conocer y aplicar las diferentes técnicas, procedimientos y materiales para realizar una formulación de una tableta en este caso sólida.

También hondamos en la parte del diseño farmacéutico que nos abre posibilidades en las actividades del químico farmacéutico.

BIBLIOGRAFÍA

Devendra Singh*, Pankaj Kumar Sharma and Udai Vir Singh Sara. Development, optimization and evaluation of solid dosage form of Thiocolchicoside by using absorption enhancers. *Der Pharmacia Lettre*, 5 (3):405-414

Velluz, L. et al., *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1955, 194 (synth) Georges, G. et al., *Therapie*, 1958, 13, 689 (pharmacol)

Martindale, *The Extra Pharmacopoeia*, 30th edn., Pharmaceutical Press, 1993, 1210
Negwer, M. *Organic-Chemical Drugs and their Synonyms*, 7th edn., Akademie-Verlag, 1994, 10608 (synonyms)

Lewis, R.J. *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials*, 8th edn, Van Nostrand Reinhold, 1992, TFE325

A. R Umalkar*, S. R Bavaskar & P.N. Yewale. THIOCOLCHICOSIDE AS MUSCLE RELAXANT: A REVIEW. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences* (eISSN: 2230-7605) |Volume 1| Issue 3|JULY-SEPT|2011|364-371. Disponible en: <http://www.ijpsonline.com/uploads/1/2/1/8/12183777/364-371.pdf>

M. Artus, P. Santi, P. Colombo, H.E. Junginger. Buccal delivery of thiocolchicoside: invitro and invivo permeation studies. *International Journal of Pharmaceutics* 250 (2003) 203 -213

Del Grosso Erika, Aprile Silvio, Grosa Giorgio. Forced degradation study of thiocolchicoside: Characterization of its degradation products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. Volume 61, 5 March 2011, Pages 215–223

Ingredion. [Características de almidón pregelatinizado](http://co.ingredion.com/facrmaceutico.html) [En línea] Disponible en: <http://co.ingredion.com/facrmaceutico.html> [Citado 23 de Febrero 2011]

Sidley chemical. Carboximetil celulosa [En línea] Disponible en: <http://carboximetilcelulosa.com/product/celulosa-microcristalina/> [Citado 23 de febrero 2010]

Cosmos. [características de la lactosa monohidratado](http://www.cosmos.com.mx/d/tec/4dvj.htm). [En línea] Disponible en: <http://www.cosmos.com.mx/d/tec/4dvj.htm> [Citado 23 de febrero 2011]

[SPES](http://www.spes.cl/_producto.php?idprod=437&color=naranja&idioma=espanol). Características del Estearato de magnesio. [En línea] Disponible en: http://www.spes.cl/_producto.php?idprod=437&color=naranja&idioma=espanol [Citado 23 de febrero 2010]

Evonik Industries. Eudragit película. [En línea] Disponible en: <http://eudragit.evonik.com/product/eudragit/Documents/evonik-brochure-eudragit-product-spanish.pdf> [Citado 23 de Febrero 2010]

Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Tecnología farmacéutica, recubrimiento. [En línea] Disponible en:

<http://docencia.udea.edu.co/qf/farmacotecnia/09/equipos.html> [Citado 24 de Febrero 2010]

Sanofi Aventis. Tiocolchicósido. [En línea] Disponible en:
<http://www.sanofi.cl/l/cl/sp/download.jsp?file=FB1B4466-8115-4CD5-9614-5E5F48B66A8F.pdf> [Citado 10 de Marzo 2011]

Trabajo de acompañamiento

FORMULACIÓN DE UNA CAPSULA DURA DE GABAPENTINA 300 mg

CARLOS ANDRÉS BENÍTEZ LLANO
MARÍA ALEJANDRA CASTAÑEDA ARANGO
YULIANA FIGUEROA VARGAS

TRABAJO DE ACOMPAÑAMIENTO PARA EL CURSO DE TECNOLOGÍA
FARMACÉUTICA I

ASESOR
ROSENDO JOSEPH ARCHIBOLD.
PROFESOR FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÍA
FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA
MEDELLÍN

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde a una propuesta de diseño y formulación de una capsula dura de gabapentina 300 mg. Este documento se construyó proponiendo y sustentando con información disponible e bases de datos en los siguientes tópicos: formulación, descripción de componentes, elaboración y proceso productivo, finalmente análisis y sustentación de la propuesta en comentarios y aportaciones. En los casos donde no fue posible encontrar información directa del principio activo en cuestión se contrasto con la de otro de similitud estructural para cumplir con el ejercicio pedagógico que pretende este trabajo de acompañamiento.

Gabapentina es farmacológica y terapéuticamente unas sustancias utilizado como antiepiléptico (1) y en menor medida para el dolor postoperatorio, neurológico, migrañas y desordenes bipolares (2,3). El mecanismo de acción del medicamento no es claro aún, se especula que esta mediado por la interacción con la proteína $\alpha 2\delta-1$ regulando la excitabilidad neuronal por mecanismos inciertos aun (4). Se absorbe muy bien oralmente a través del transportador de L-aminoácidos a nivel intestinal, no se metaboliza y se distribuye libremente atravesando barrera hematoencefálica, se elimina sin cambios casi exclusivamente en orina. (5)

La dosis efectiva se encuentra entre 900-1800 mg diarios de gabapentina, sin embargo, algunos pacientes requieren dosis de hasta 3600 mg diarios por su condición. Gabapentina es bien tolerada generalmente los efectos adversos no van más allá de somnolencia ataxia, y fatiga, los cuales desaparecen después de dos semanas sin tratamiento (1,2). En el mercado farmacéutico de Colombia es posible encontrar capsulas de 100, 300 y 400 mg, tabletas de 600 mg y tabletas con recubrimiento entérico de 600 y 800 mg aprobados todos como anticonvulsivante (6).

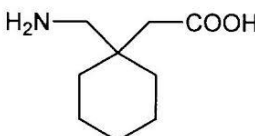
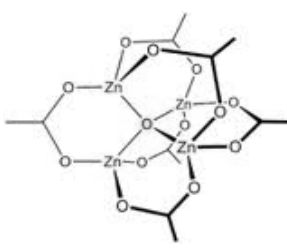
FORMULA PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

En la tabla 1 se presenta la formulación propuesta, seguido en la tabla 2 se describen fisicoquímicamente cada uno de los componentes presentes en la formulación de la capsula dura de gabapentina 300 mg.

Tabla 1. Componentes de la formulación.

Componentes	Sustancia	Cantidad
1	Gabapentina	300 mg
2	Óxido de zinc	4 mg
3	Capsula dura de gelatina	1 unidad (3mg)
	Peso total	307 mg

Tabla 2. Descripción de los componentes de la formula.

Sustancia	Función	Estructura	Descripción
Gabapentina	Principio activo		Peso molecular: 171.24 g/mol Presentación: Polvo blanco cristalino La densidad: 1.058 g/cm ³ Punto de fusión: 162 °C Punto de ebullición _{1atm} : 314.4 °C Punto de inflamación: 144 °C Solubilidad _{H20} : 10 mg/ml coeficiente de partición _{pH 7.4} : 1.25
Óxido de Zinc	Lubricante		El óxido de zinc es un compuesto de color blanco, formula es ZnO y es insoluble en agua, pero muy soluble en ácidos. Alta capacidad calorífica, Es un pigmento protector de la radiación ultravioleta, además no permite la oxidación de materiales.
Cápsula gelatina	Capsula		Tamaño número 0. Cuerpo y Tapa de color rojo.

ELABORACIÓN DE LA FORMULA.

Inicialmente se pesa la cantidad del principio activo y del óxido de zinc indicado por el departamento de producción en una balanza analítica, posteriormente se tamizan en una malla No 200 para obtener un tamaño de partícula de 75 µm, para ello el polvo es puesto en los tamices y estos son llevado al Rotap donde se seleccionan los tamices con el diámetro de malla de mayor a menor tamaño para que con el movimiento del Rotap se separen las partículas y se obtenga uniformidad del polvo.

A continuación la Gabapentina y el óxido de zinc son mezclados en una mezcladora en V a 15 rpm durante 10 minutos, en este proceso se compactan ambos ingredientes, durante el mezclado hay un constante movimiento del producto donde la segregación, distribución y mezclado ocurren constantemente y el óxido de zinc proporciona volumen y no permite esta segregación debido a que eliminan la carga estática externa de las partículas y evita la cohesión y fricción entre las partículas al reducir las fuerzas de van der Waals de las mismas.

Posteriormente el granulado es llevado al área de encapsulado, antes de este proceso hay que determinar el peso total de la formulación de la capsula completa, este peso se transforma en volumen, debido a que con el volumen se determina el tamaño de la capsula a utilizar, lo ideal es que el tamaño de la cápsula sea el apropiado para el volumen de polvo a contener, por esta razón existe un gran número de tamaños de cápsulas de gelatina disponibles en el mercado, es este caso se utiliza un capsula número 0, después se introducen las capsulas en el molde respectivo de la encapsuladora automática.

Finalmente sigue el proceso de acondicionamiento donde hay dos aspectos a tener en cuenta: seleccionar empaque primario adecuado que permita la protección del medicamento y la estabilidad del mismo, en este caso se seleccionó el blíster este consta de un folio plástico transparente que se moldea por acción conjunta de calor y presión formando una celda de forma y tamaño adecuado y se cierra con una hoja de aluminio sellada también por presión y calor, este proceso se realiza de forma continua y automática en la blístera, el segundo aspecto a tener en cuenta es el empaque secundario que generalmente son cajas que permiten la identificación del medicamento, el laboratorio fabricante y todas las especificaciones exigidas por el Invima; finalmente el medicamento en su empaque final es llevado a la bodega de producto terminado.

Cabe mencionar que antes y después de que cada proceso hay una serie de controles que garantizan la uniformidad del granulado, peso de las capsulas, materias primas aprobadas y controles de hermeticidad en los blísteres, además una serie de pruebas como ángulo de reposos, razón de Hausner, Índice de Carr, densidad aparente, asentada, verdadera etc. que permiten certificar la eficacia del proceso de producción del medicamento.

ACONDICIONAMIENTO Y EMPAQUE

EMPAQUE PRIMARIO

El empaque primario es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, cuya función es la de proteger el medicamento de su deterioro como consecuencia de factores naturales como temperatura, humedad, oxidación y demás; además de prevenir se contaminación, adulteración y facilitar su manipulación.

Para el caso de las capsulas de gabapentina formuladas en el presente trabajo, se escogió el blíster aluminio-PVC como empaque primario; ya que entre sus propiedades más destacables se encuentran:) Buenas propiedades para el termo formado, son impermeables al vapor de agua y de gases, son livianos, no se rompen, no se oxidan, son transparentes y brillantes lo que le agrega mayor estética al producto, además son de bajo costo lo que supondría un ahorro para el laboratorio fabricante, incrementando la posibilidad de ser competitivo en el mercados, se acomodan a las necesidades del producto formulado; ya que por la forma farmacéutica escogida (capsulas), se tendrán menos inconvenientes en cuanto a descomposición y perdida de estabilidad del principio activo

La capsula numero 0 posee las siguientes dimensiones; su diámetro esta entre 7.57 y 8.69 mm; una longitud entre 23.20 y 24.0 mm (7); Según indicaciones, el diámetro de la burbuja debe ser igual al tamaño de la capsula más 1mm y la profundidad debe ser igual al espesor del producto más 0.5 mm. Ya que estas son las dimensiones más afines y que previenen inconvenientes como un estiramiento mayor del folio, un aumento de superficie lo que provoca una disminución en el efecto protector de la burbuja, problemas de higroscopia; situaciones que puede presentarse si la burbuja si la burbuja es muy grande.

Es por ello que se decidió que la burbuja del blíster debe tener una burbuja con un diámetro de entre 8.57 y 8.69 mm; una longitud entre 22 mm y una profundidad de 0.77

mm. Sera un blíster de 2 por 5 para obtener un contenido de 10 cápsulas por blíster; como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Empaque primario propuesto (Blíster de Gabapentina)

EMPAQUE SECUNDARIO

Para el empaque secundario, se diseñó una caja de cartón que contendrá un blíster de diez capsulas, por presentación. A continuación, se describe el contenido del empaque secundario y la información que contiene cada una de sus caras. Ver *figura 3*.

En la cara frontal del empaque: Nombre genérico y comercial del medicamento, descripción del tipo de capsula, contenido del principio activo por capsula, vía de administración, número de capsulas por empaque. En la cara posterior del empaque: Composición de la capsula, posología, contraindicaciones y advertencias, vía de administración. Leyendas obligatorias: venta bajo formula médica, manténgase fuera del alcance de los niños, conserve en lugar seco y a temperatura ambiente. País de fabricación y registro del medicamento

COMENTARIOS Y APORTACIONES DE LA FORMULACIÓN

La formulación propuesta se realizó en función de la información encontrada en bases de datos. Desde el punto de vista de la estabilidad de la Gabapentina, debido a naturaleza aminoacidica se reporta reacción de lactamización entre el grupo amino y carboxilo, como se muestra en la *figura 7*. En este proceso de genera un enlace amida espontaneo dado el carácter ácido y básico de los grupos funcionales carboxílico y amina respectivamente. Esta reacción de ciclación ocurre por la cercanía estérica de los grupos funcionales de la Gabapentina. La formación de enlace ocurre relativamente lenta en solución acuosa a temperatura ambiente. El menor grado de lactamización de Gabapentina está entre los pH 5-7, siendo máxima en pH superiores a 9.80 y sorprendentemente el menor grado de ciclación se observa a altas concentraciones del principio activo

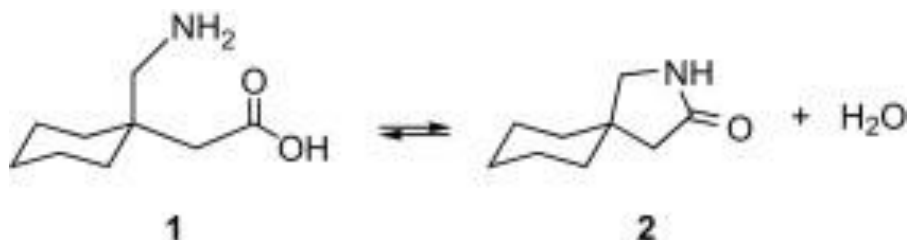


Figura 7. Lactamización de Gabapentina.

La reacción de lactamización, por tanto, la inestabilidad de principio activo, se ve aumentada en presencia de diferentes excipientes, especialmente aquellos de naturaleza hidrofílica y tipo carbohidratos. La mayor estabilidad se observó en Gabapentina sola, las mayores tasas de lactamización bajo humedad relativa de 0%, 45% y 75% se observó en presencia de: Ciclodextrinas, Polivinilpirrolidona (PVP-K30) y lactosa. Con refinosa, trealosa y manitol la tasa de lactamización fue relativamente baja al compararla con los demás excipientes, pero fue mayor que al compararla con la tasa de lactamización de Gabapentina sola, y pensando en el margen y uso terapéutico de Gabapentina se decide no incluir nada que pueda afectar la estabilidad del principio activo que valla a comprender su efectividad y eficacia. Además de la reacción de lactamización debido a la presencia del grupo amino, se reporta reacciones de condensación con carbohidratos (reacción de Millard, ver *figura 8*) los que limita la presencia de cualquier carbohidrato en la formulación, generalmente estos con función desintegrante y diluyente, razón por la cual no aparecen en la formulación propuesta sustancias de este tipo (8).

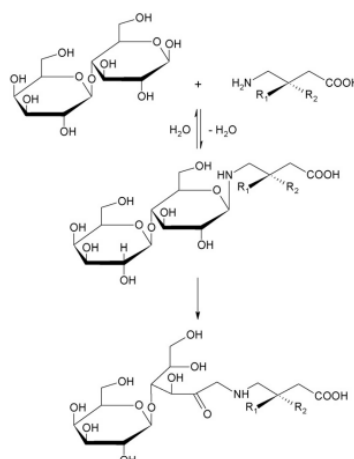


Figura 8. Condensación de Millard de gabapentina con carbohidratos.

En cuanto a la farmacocinética de gabapentina se recomienda el uso de capsulas diferentes a gelatina, no obstante se consideran la mejor opción por economía y considerando el hecho que las otras capsulas disponibles son de almidón. Ingerir gabapentinas antes de comidas de alto valor proteico, puesto que la absorción de este principio activo se da principalmente a nivel intestinal por el transportador de L-aminoácidos, niveles altos de aminoácidos libres en la luz intestinal compiten por el transportador de L-aminoácidos disminuyendo la absorción del principio activo. El uso de antiácidos disminuye la absorción de la gabapentina probablemente al aumentar el grado de lactamización por el carácter básico de estos medicamentos. En capsulas de 400mg de Gabapentina el perfil de absorción del medicamento parece ser independiente de la cantidad ingerida indicando la facilidad con la cual se satura el mecanismo de

absorción previamente descrito. Gabapentina no se une a proteínas plasmáticas, no se metaboliza y se elimina casi en su totalidad por en orina (*Figura 9*). (5,9)

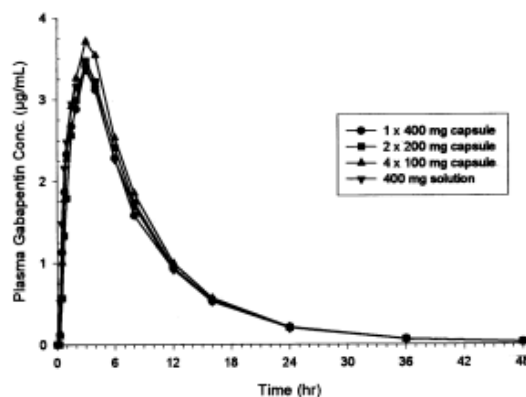


Figura 9. Concentraciones plasmáticas en dosificaciones de capsulas de 400 mg de Gabapentina.

El uso de excipientes en las formulaciones con gabapentina se asocia a serias variaciones en el comportamiento de disolución y estabilidad del activo, razón por la cual las formulaciones generalmente contienen la cantidad necesaria para ser bioequivalentes y cumplir con diferentes especificaciones farmacopeicas. Independientemente de las variaciones en la formulación, al seguir la metodología USP aparato II para gabapentina pasados 30 minutos se obtiene cerca del 100% de disolución del principio activo, siendo innecesario el uso de desintegrantes, aglutinantes u otros excipientes que pudieran mejorar la disolución del activo (5). Ver *figura 10*.

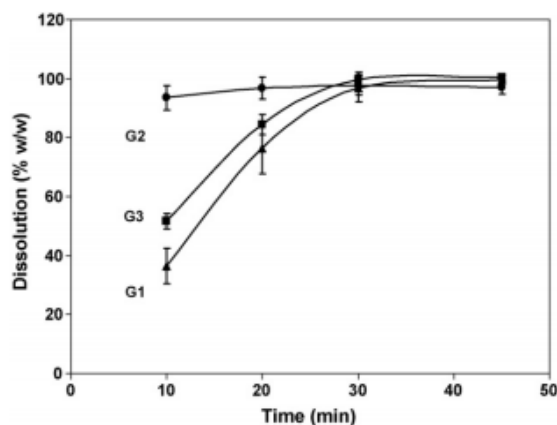


Figura 10. Perfil de disolución de diferentes formulaciones de gabapentina.

Durante la realización del presente trabajo se tuvieron algunos inconvenientes referentes al tipo de excipiente que debía llevar nuestra formulación; ya que por ser la gabapentina un principio activo tan complejo y con tantas propiedades singulares; fue complicado encontrar una sustancia que cumpliera con la función de excipiente o vehículo sin interferir con el principio activo; al final por lo antes mencionado durante el desarrollo del cuerpo de trabajo, se decidió escoger el óxido de zinc como parte de nuestra formulación; puesto que este fue el que mejor se acomodó a las necesidades poseídas.

En cuanto al proceso de fabricación propuesto para la manufacturación de la capsula; se tuvo en cuenta lo aprendido y puesto en práctica durante los laboratorios del presente curso; esto simplificó de gran manera la obtención de información acerca de cuáles son

los pasos mínimos o los procesos esenciales por los que debe pasar la materia prima para llegar al producto final deseado, en nuestro caso una capsula de gabapentina.

Para el empaque se tuvo en cuenta que la forma farmacéutica era una capsula dura, ya que además de mejora sabores desagradables, dar mejor apariencia, ser llamativa al consumidor, facilitar su ingesta, dosificación y acción farmacológica del medicamento; ayuda en la preservación de nuestro principio activo, pues de gran manera evita su oxidación o descomposición por factores ambientales. Por todo lo anterior se llegó a la decisión que el empaque más adecuado para el medicamento era el blíster aluminio-PVC, ya que este además de ahorra y disminuir costos de fabricación, cumplirá de forma apropiada con su función de proteger y mantener estable el medicamento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hung OL, Shih RD. Antiepileptic drugs: the old and the new. *Emergency medicine clinics of North America* [Internet]. 2011 Feb [cited 2011 Mar 2];29(1):141–50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073386271000088X>
2. Nuria AN, Cristina HA, Daniela AV. Uso de Gabapentina en los Servicios de Neurología y Medicina Interna del Hospital México en el 2007. 2009;1–10.
3. Backonja M, Glanzman RL. Gabapentin dosing for neuropathic pain: Evidence from randomized, placebo-controlled clinical trials. *Clinical Therapeutics* [Internet]. 2003 Jan [cited 2010 Mar 17];25(1):81–104. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149291803900117>
4. Taylor CP, Gee NS, Su TZ, Kocsis JD, Welty DF, Brown JP, et al. A summary of mechanistic hypotheses of gabapentin pharmacology. *Epilepsy research* [Internet]. 1998 Feb;29(3):233–49. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9551785>
5. Johannessen Landmark C, Johannessen SI, Tomson T. Host factors affecting antiepileptic drug delivery-pharmacokinetic variability. *Advanced drug delivery reviews* [Internet]. 2012 Jul [cited 2010 Mar 14];64(10):896–910. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169409X11002729>
6. NORMAS FARMACOLÓGICAS COLOMBIANA [Internet]. [cited 2011 Mar 19]. Available from: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s18383es/s18383es.pdf>
7. Cápsulas de gelatina duras vacías [Internet]. [cited 2010 Mar 19]. Available from: <http://www.erawat.com/spanish/especificaciones-tecnicas.html>
8. Cutrignelli A, Denora N, Lopodota A, Trapani A, Laquintana V, Latrofa A, et al. Comparative effects of some hydrophilic excipients on the rate of gabapentin and baclofen lactamization in lyophilized formulations. *International journal of pharmaceutics* [Internet]. 2007 Mar 6 [cited 2014 Mar 19];332(1-2):98–106. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378517306007836>
9. Gidal BE, Radulovic LL, Kruger S, Rutecki P, Pitterle M, Bockbrader HN. Inter- and intra-subject variability in gabapentin absorption and absolute bioavailability. *Epilepsy Research* [Internet]. 2000 Jul [cited 2011 Mar 19];40(2-3):123–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920121100001170>.

ANEXO 15.
**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DEL GRUPO
TESTIGO Y EL GRUPO INTERVENIDO DEL
CUARTO ESTUDIO**

Evaluación de rendimiento académico**Cursos en los cuales se llevó a cabo el estudio: Farmacotecnia I.****Calificación de las pruebas sumatorias del semestre: 20011-1.****E = Evaluación****Intervenido = I, Testigo = T.**

Alumno	1 E	2 E	3 E	4 E	Alumno	1 E	2 E	3 E	4 E
I 1.	3,5	4,5	3,9	4,0	T 1.	3,4	2,8	3,3	3,2
I 2.	3,9	3,4	4,4	3,9	T 2.	3,1	2,6	3,3	3,0
I 3.	3,8	2,8	3,6	3,4	T 3.	3,2	2,8	3,0	3,0
I 4.	4,5	3,9	3,5	3,9	T 4.	2,8	2,4	3,1	2,8
I 5.	3,9	3,6	4,4	4,0	T 5.	3,5	3,6	3,3	3,5
I 6.	3,8	3,5	4,5	4,0	T 6.	3,4	3,8	3,2	3,5
I 7.	4,0	2,9	4,4	3,8	T 7.	3,5	3,0	3,0	3,2
I 8.	3,7	4,0	4,3	4,0	T 8.	3,7	4,3	4,0	4,0
I 9.	4,3	3,8	4,1	4,1	T 9.	3,7	3,4	3,3	3,5
I 10.	2,9	4,0	3,9	3,6	T 10.	3,4	2,5	3,0	3,0
I 11.	3,5	4,5	3,9	4,0	T 11.	3,4	3,9	3,1	3,5
I 12.	3,5	2,7	3,3	3,2	T 12.	2,7	2,5	3,0	2,7
I 13.	3,3	4,6	4,0	4,0	T 13.	3,4	3,6	3,4	3,5
I 14.	4,4	3,8	4,3	4,2	T 14.	4,1	3,8	4,3	4,1
I 15.	4,2	4,1	4,5	4,3	T 15.	3,7	4,0	4,3	4,0
I 16.	2,6	3,5	4,0	3,4	T 16.	3,1	3,1	2,8	3,0
I 17.	4,0	3,4	3,8	3,7	T 17.	3,0	3,0	3,5	3,2
I 18.	2,6	4,2	4,0	3,6	T 18.	3,0	3,0	3,0	3,0
I 19.	3,9	3,5	4,4	3,9	T 19.	2,7	3,3	4,2	3,4
I 20.	3,4	3,7	3,3	3,5	T 20.	2,1	4,0	3,0	3,0
I 21.	4,4	3,0	3,8	3,7	T 21.	3,6	2,6	3,3	3,2
I 22.	3,4	4,6	3,9	4,0	T 22.	3,3	3,7	3,4	3,5
I 23.	4,0	3,0	4,3	3,8	T 23.	3,6	3,5	3,3	3,5
I 24.	3,5	4,5	3,9	4,0	T 24.	2,5	2,6	2,8	2,6
I 25.	4,0	3,3	4,2	3,8	T 25.	3,8	3,4	3,2	3,5
I 26.	4,3	3,9	4,0	4,1	T 26.	3,4	3,7	3,3	3,5
I 27.	3,7	3,6	4,5	3,9	T 27.	2,5	3,7	3,9	3,4
I 28.	4,0	3,1	4,2	3,8	T 28.	3,1	3,4	3,3	3,3
I 29.	3,9	4,0	2,9	3,6	T 29.	2,8	2,9	3,8	3,2
I 30.	4,4	3,8	4,3	4,2	T 30.	3,5	4,5	3,9	4,0
I 31.	4,5	3,6	3,8	4,0	T 31.	3,2	3,9	3,3	3,5
I 32.	3,7	3,4	4,1	3,7	T 32.	3,7	2,6	3,3	3,0
I 33.	4,1	2,8	4,4	3,8	T 33.	3,1	2,3	3,5	3,0
I 34.	4,2	2,7	4,4	3,8	T 34.	2,4	3,5	4,2	3,4
I 35.	3,7	4,4	3,8	4,0	T 35.	4,0	3,0	4,5	3,8
I 36.	4,8	4,4	4,5	4,6	T 36.	3,8	3,5	4,5	4,0
I 37.	3,8	3,6	4,4	3,9	T 37.	3,2	3,4	3,3	3,3
I 38.	4,5	3,0	3,7	3,7	T 38.	2,5	3,7	3,3	3,2
I 39.	4,0	3,8	4,0	3,9	T 39.	3,7	3,7	3,0	3,5
I 40.	3,8	3,3	4,7	3,9	T 40.	4,0	2,9	4,4	3,8

ANEXO 16.
RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS
FOROS.

RUBRICA DE EVALUACIÓN PARA LA PARTICIPACIÓN EN FOROS

Objetivos

Lograr que el alumno tenga una comunicación asincrónica con los compañeros del foro para aportar ideas que contribuyan a adquirir conocimientos.

Aspectos a evaluar

Participación: se valora la actitud participativa del alumno. La participación respondiendo a lo planteado en el foro.

Nuevas ideas: Se valora la originalidad de las ideas y pensamiento divergente que ayude a adquirir conocimiento.

Calidad de las intervenciones: se valora la aplicación de nuevos conocimientos con propiedad y bien fundamentada.

La interacción con el grupo y el tutor: Se valora la interacción en cuanto a la participación al establecer ideas y replicar sobre aquellas que este o no de acuerdo.

Argumento en la discusión: Argumenta y justifica acertada y claramente los conceptos.

Herramientas auxiliares: Se evalúa la utilización de materiales y herramientas diversas junto con otros de elaboración propia. Supone la propuesta de ideas originales.

Redacción: Presentar las participaciones de una manera adecuada, la expresión escrita debe ser completa y rica, con total ausencia de errores ortográfico y sintéticos

Calificación del foro					
Nombre:			Fecha:		
Curso: Farmacotecnia I.			Profesor:		
Objetivos /criterios	Criterios y rendimiento para calificar la participación en los foros				
	Excelentes 3 puntos	Muy bien 2 puntos	Regular 1 punto	Mal 0 puntos	Puntos
Participación	El alumno participa en el foro por lo menos con 3 intervenciones.	El alumno participa en el foro por lo menos con 2 intervenciones	El alumno participa en el foro por lo menos con 1 intervención.	No participa en el foro	
Nuevas ideas y aborda el tema.	La intervención muestra que conoce el tema, aporta nuevas ideas y las justifica.	La intervención muestra que conoce el tema, aporta nuevas ideas	La intervención muestra algo sobre el tema pero no aporta nuevas	Realiza la intervención pero no conoce el tema ni aporta ideas	

		sin justificarlas.	ideas.		
Fluidez y claridad en las intervenciones.	Son intervenciones claras concisas y con respeto.	Son intervenciones algo claras concisas y con respeto.	Son intervenciones poco claras concisas y con respeto.	Son intervenciones que no son claras ni concisas ni respetuosas.	
Interacción con el grupo o el profesor.	Existe dialogo con los compañeros y el profesor, debate, defiende ideas, aporta ideas.	Existe dialogo con los compañeros y el profesor, debate, aporta ideas.	No existe un dialogo con los compañeros y el profesor, poco aporte de ideas.	No establece dialogo con los compañeros y el tutor.	
Argumento en la discusión	Argumenta y justifica acertada y claramente los conceptos.	Argumenta y justifica acertadamente los conceptos.	Argumenta y justifica acertada pero sin claridad los conceptos.	No argumenta los conceptos.	
Herramientas auxiliares.	Utiliza diagramas, gráficas, cuadros sinópticos, enfatizándolos en el desarrollo de los trabajos.	Utiliza diagramas, gráficas, cuadros sinópticos, pero no están especificados en el desarrollo de los trabajos.	Utiliza algunas herramientas, no están especificadas claramente en el trabajo.	No utiliza ninguna herramienta en el desarrollo de los trabajos.	
Redacciones	La participación en el foro se redacta sin errores gramaticales u ortográficos.	La participación en el foro se redacta con 1 error gramaticales u ortográficos.	La participación en el foro se redacta con 2 errores gramaticales u ortográficos.	La participación en el foro se redacta con abundantes errores gramaticales u ortográficos.	
Comentarios del profesor:					
Puntaje Máximo 21 equivale al 100%.					

ANEXO 17.
PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
FARMACOTECNIA I

RELACIÓN DE LAS PRÁCTICA IMPLEMENTADAS EN LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. PRÁCTICA IMPLEMENTADAS EN LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.



PRÁCTICA DE DOCUMENTACIÓN

OBJETIVO

El estudiante al término de la práctica debe estar en capacidad de:

Conocer los elementos básicos de la documentación como eje fundamental dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Elaborar documentos necesarios para el trabajo sistemático de la producción farmacéutica.

Conocer los principales documentos que se llevan en la Planta de Producción de Medicamentos Esenciales y afines de la Universidad de Antioquia.

Conocer los documentos que se generan en el proceso de producción de un lote (batch record).

Para elaborar los procedimientos generales se sugiere utilizar la siguiente estructura: Usted puede adicionarles otros o eliminar algunos que no sean de uso obligatorio.

Partes	Carácter	Contenido
Objetivo	Obligatorio	Definirá el objetivo del procedimiento.
Alcance	Obligatorio	Especificará el alcance de la aplicación del procedimiento.
Responsabilidades	Obligatorio	Designará a los responsables de ejecutar y supervisar el cumplimiento del procedimiento.
Términos y definiciones	Opcional	Aclarará de ser necesario el uso de términos o definiciones no comunes aplicables al procedimiento.
Procedimiento	Obligatorio	Describirá en orden cronológico el conjunto de operaciones necesarias para

		ejecutar el procedimiento.
Requisitos de documentación	Obligatorio	Relacionará todos los registros que deben ser completados durante la ejecución del procedimiento.
Referencias	Obligatorio	Referirá todos aquellos documentos que hayan sido consultados o se mencionen en el procedimiento.
Anexos	Opcional	Incluirá el formato de los registros, planos, tablas o algún otro material que facilite la comprensión del procedimiento.

CARACTERÍSTICAS DE LA BUENA DOCUMENTACIÓN

PERMANENTE: La información no puede cambiarse, borrarse o lavarse.

LEGIBLE: La información se puede leer fácilmente

EXACTA: Los cálculos son correctos y otra información puede entenderse fácilmente. Ej. Códigos, nombres de productos.

PUNTUAL: La información se registra a tiempo, inmediatamente después de la acción, nunca antes ni después.

CLARA: Todo el que lee el documento lo entiende igual.

CONSISTENTE: Toda la información, tal como, fechas, abreviaturas, unidades de medidas, etc., está normalizada, para que no haya confusión.

COMPLETA: Se incluye la documentación requerida. Los espacios en blanco han sido manejados apropiadamente.

DIRECTA: Toda la información se registra inmediatamente en el formato correcto, libreta de laboratorio o sistema computarizado.

CIERTA: Toda la información y conclusiones incluidas son, según el conocimiento y habilidad del escritor, lo que realmente sucedió. La firma confirma lo anterior.

TRABAJO PRÁCTICO

Elaborar la guía para el diagnóstico (procedimiento operativo estándar para el control y edición de la documentación).

Para elaborar POS:

Estudiar detenidamente el documento de la Planta de Producción de Medicamentos Esenciales y Afines denominado: Norma Fundamental o Edición y Control de los documentos.

Identificar:

Quien es el autor o autores, de que trata el texto, fecha y lugar en que fue escrito.
Naturaleza del texto, si son públicos o privados.

Analizando:

Subrayando las palabras claves
La idea principal de cada párrafo
Relacionar las ideas principales con el texto

Explicarlo que el autor o los autores quieren comunicar con el documento
Interpretar lo que el autor o los autores nos tratan de enseñar.

Ejecutar el diagnóstico.

Elaborado su POS para un laboratorio ficticio, de acuerdo con los parámetros anteriores, procedemos a realizar las siguientes acciones:

Analizar los distintos documentos entregados por el docente, para ver si estos presentan inconsistencias con respecto a la Norma fundamental elaborada por el grupo.

Descríbalos en un cuadro así:

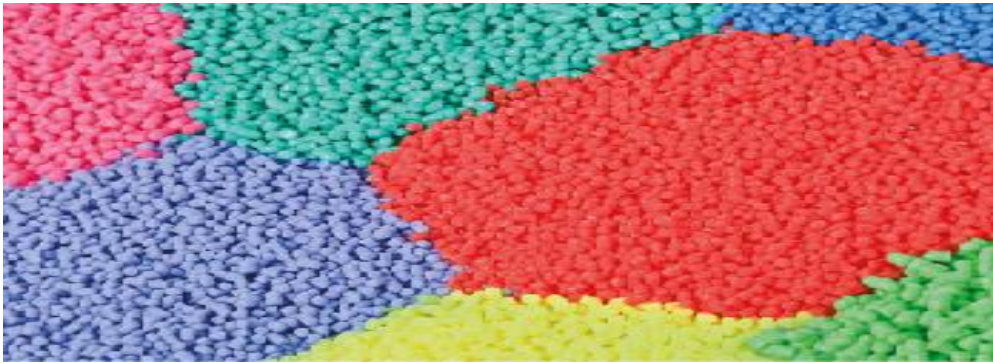
No	Nombre del documento revisado	Inconformidades encontradas

Elabore un cuadro con algunas acciones correctivas para las inconformidades encontradas así:

No	Inconformidad	Acciones correctivas

OBSERVACIONES

GRANULOMETRÍA.



ANÁLISIS EN PROCESO

OBJETIVO:

Determinar la granulometría de la fórmula a través de una serie de análisis en proceso.

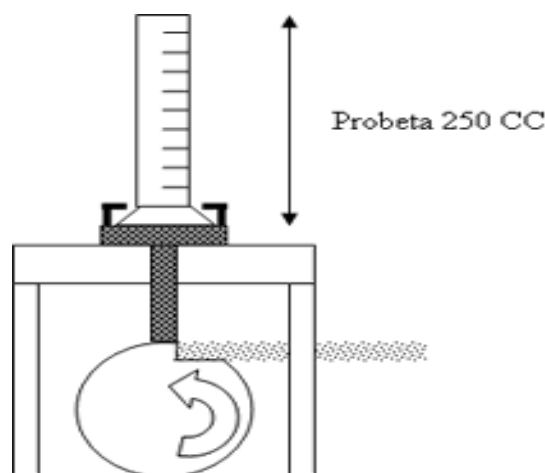
ANÁLISIS EN PROCESOS

Índice de Carr`s o método de compactación.

La densidad de un sólido pulverulento se determina como la relación que existe entre su masa y el volumen ocupado por este. Como los polvos están formados por partículas de tamaños diferentes, cada una de las cuales dependiendo de la afinidad que posean tendrá diferentes grados de empaquetamiento. Este se determina relacionando un volumen de granulado vertido en un tubo graduado antes de sufrir una vibración y luego de esta acción.

$$\text{Índice de Carr (\%)} = ((\delta_{\text{empaquetada}} - \delta_{\text{esponjada}}) / \delta_{\text{empaquetada}}) \times 100$$

$$\text{Índice de Hausner} = (\delta_{\text{empaquetada}} / \delta_{\text{esponjada}}) \times 100$$



Procedimiento para realizar la prueba:

Pese una cantidad del granulado problema (100 gramos, o una cantidad que se pueda conocer el volumen en el equipo que se utiliza)

Llévelo a la probeta sin agitación (registre el volumen como volumen inicial de la prueba V_0).

Coloque la probeta en el equipo (AUTOTAP), siguiendo las instrucciones para ello. Deje que el equipo trabaje durante 5 minutos, apáguelo y lea el nuevo volumen ocupado por el granulado, el cual, será denominado V_5 , para efecto de la prueba.

Repita el paso "3", para los tiempos 10, 15, 20 y 25, obteniendo los volúmenes respectivos que ocupa el granulado en la probeta.

Grafique los puntos obtenidos (Volumen Vs tiempo) y (densidad esponjada Vs densidad apelmazada).

tiempo	Volumen inicial V_0 (esponjada)	Volumen final V_f (empaquetada)	% Índice de Carr
0			
5			
10			
15			
20			
25			

Humedad de equilibrio o humedad residual del granulado.**Fundamento.**

Está constituido por una balanza con capacidad para 10 g. 0,01 de muestra y sobre su platillo está colocada una lámpara de luz infrarroja a la derecha del platillo están dos diales similares, uno permite controlar la intensidad de calor (Watt) que se suministra a la muestra y el otro permite controlar el tiempo de exposición al mismo. En la parte frontal del instrumento está una pantalla sobre la que aparecen dos escalas, hacia la izquierda una de peso en gramos, y a la derecha otra de porcentaje de humedad, del cero hacia arriba el peso de la muestra. A la derecha de la pantalla está un dial que permite tarar el instrumento.



La **radiación infrarroja**, o radiación **IR** es un tipo de radiación electromagnética y térmica, de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. Consecuentemente, tiene menor frecuencia que la luz visible y mayor que las microondas. Su rango de longitud de onda va desde unos 0,7 hasta los 1000 micrómetros. La radiación infrarroja es emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor que 0 Kelvin, es decir, $-273,15$ grados Celsius (cero absolutos). Los infrarrojos son clasificados, de acuerdo a su longitud de onda, de este modo:

Infrarrojocercano (de 800 nm a 2500 nm)

Infrarrojo medio (de 2.5 μm a 50 μm)

Infrarrojo lejano (de 50 μm a 1000 μm)

La materia, por su caracterización energética emite radiación. En general, la longitud de onda donde un cuerpo emite el máximo de radiación es inversamente proporcional a la temperatura de éste (Ley de Wien)). De esta forma la mayoría de los objetos a temperaturas cotidianas tienen su máximo de emisión en el infrarrojo. Los seres vivos, en especial los mamíferos, emiten una gran proporción de radiación en la parte del espectro infrarrojo, debido a su calor corporal.

La potencia emitida en forma de calor por un cuerpo humano, por ejemplo, se puede obtener a partir de la superficie de su piel (unos 2 metros cuadrados) y su temperatura corporal (unos 37°C , es decir 310 K), por medio de la Ley de Stefan-Boltzmann, y resulta ser de alrededor de 100 vatios.

Esto está íntimamente relacionado con la llamada "sensación térmica", según la cual podemos sentir frío o calor independientemente de la temperatura ambiental, en función de la radiación que recibimos (por ejemplo, del Sol u otros cuerpos calientes más cercanos): Si recibimos más de los 100 vatios que emitimos, tendremos calor, y si recibimos menos, tendremos frío. En ambos casos la temperatura de nuestro cuerpo es constante (37°C) y la del aire que nos rodea también. Por lo tanto, la sensación térmica en aire quieto, sólo tiene que ver con la cantidad de radiación (por lo general infrarroja) que recibimos y su balance con la que emitimos constantemente como cuerpos calientes que somos. Si en cambio hay viento, la capa de aire en contacto con nuestra piel puede ser reemplazada por aire a otra temperatura, lo que también altera el equilibrio térmico y modifica la sensación térmica.

Establece el porcentaje de humedad del granulado, la cual, debe ser controlada para evitar problemas en el proceso de compactación y en la estabilidad del producto, para la realización de esta prueba se utiliza una balanza que evapora el agua de la muestra, dando así, el peso de la muestra húmeda y de la muestra seca.



Balanza de humedad

Instructivo y procedimiento para la operación de la Balanza de Humedad.

Encender el equipo presionando el botón "ON"

Presionar el botón "SELECT" y seleccionar la temperatura indicada según las especificaciones del producto, en la pantalla, usando los botones de flechas.

Presionar nuevamente "SELECT" y seleccionar el tiempo indicado (5) con el botón de la flecha.

Adicionar en la bandeja de pesada la cantidad de muestra establecida (5g) para la prueba.

Cerrar la tapa de la bandeja.

Presionar el botón "START".

Al terminar el tiempo programado suena 3 veces un pito y el resultado del análisis aparece en la pantalla, junto con el peso inicial y final de la muestra analizada, pasado un tiempo este resultado desaparece de la pantalla, pero se puede recuperar oprimiendo el botón que tiene la flecha hacia arriba.

Anotar los resultados en el documento indicado.

Retirar y devolver el producto al resto del lote, limpiar el plato común paño humedecido.

Presionar el botón "OFF" para apagar y colocar el forro protector.

Wi = Peso muestra húmeda

Wf = Peso muestra seca

$$\% \text{ HUMEDAD EN EQUILIBRIO} = [(W_i - W_f) / W_i] \times 100$$

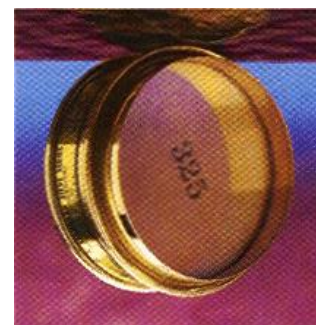
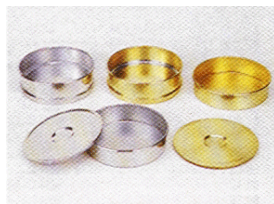
MUESTRAS	W _i	W _f	% H.E

Diámetro promedio de partícula.

El tamaño de las partículas de los gránulos, o su superficie, es un factor decisivo para la serie total de sus cualidades; condición que favorece un peso uniforme de las tabletas y una adecuada dosificación del fármaco. Para la realización de la prueba se cuenta con varios procedimientos, pero para el trabajo en el laboratorio Tecnología Farmacéutica I, se utilizará el método de los tamices.

Tamiz

El equipo que utilizaremos, está compuesto por un motor que producirá la agitación, tamices de varias numeraciones, base y tapa.



Tamices

La numeración de los tamices tiene una relación con respecto al número de huecos que tiene la malla por pulgada lineal. El tamizado es un proceso de clasificación de grupos de granulados que deben ser separados en varias categorías, la cual, se efectúa con un juego de tamices de diversa amplitud de malla, estandarizados.

El material a tamizar adicionado en el tamiz superior se mueve en este, atraviesa los tamices restantes de acuerdo al tamaño de partícula distribuyéndose en diversas fracciones, esto se logra o bien variando la posición del plano de los tamices, o bien por el movimiento del material a tamizar.



Equipo: ROTAP

Implemento: Tamiz No. 40, 60, 80, 100, 120, 200 y 300, con tapa y base o receptor (o una serie establecida el día del laboratorio).

Tiempo aproximado por equipo 5 minutos.

Procedimiento.

Pesar 100 gramos de muestra de granulado.

Seleccionar los tamices designados para la prueba.

Montar el equipo con los tamices seleccionados sobre la zaranda y ajustar (ordenarlos de mayor a menor tamaño de poro y en el superior agregar la muestra de granulado).

Agitar por cinco (5) minutos

Desmontar con cuidado el equipo para no derramar el granulado retenido en cada tamiz.

Pesar el granulado retenido en cada tamiz.

Realizar los registros respectivos según cuadro.

No TAMIZ	TAMAÑO (μM)	TAMAÑO $\frac{1}{2}$ (μM)	PESO RETENIDO (g)	PESO ACUMULADO (g)

Número de cada tamiz.

Diámetro del poro de cada tamiz.

Peso retenido.

% retenido.

Peso acumulado.

% acumulado.

Graficar el % retenido vs. Tamaño del tamiz.

Ángulo de reposo.

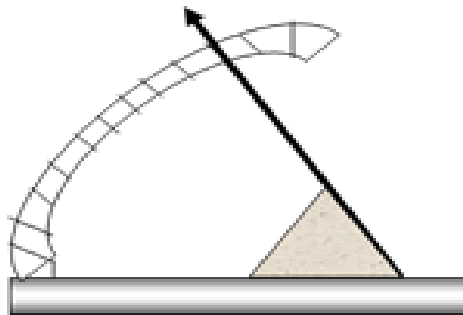
NOTA: para realizar esta prueba se le debe adicionar al producto el lubricante que en este caso es el Estearato de Magnesio.

Determina el comportamiento fluente de un granulado, que permite un llenado continuo y uniforme de las matrices y es definido “como el máximo ángulo posible entre la superficie del cono que se forma al caer desde un embudo o tolva en un plano horizontal.

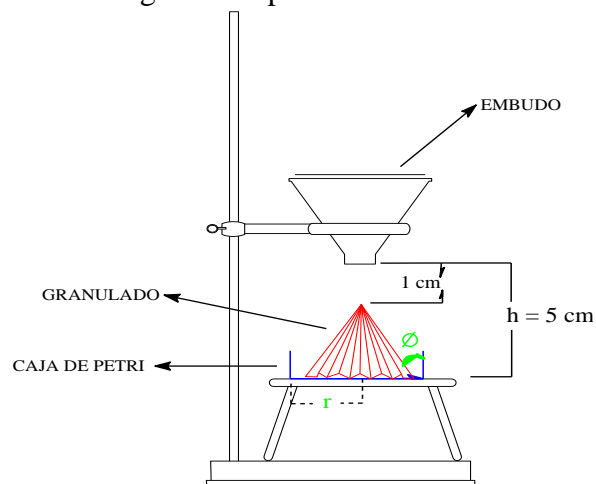
Si $\alpha < 30^\circ$ fluye fácilmente

Si α esta entre 30 y 50° fluye difícilmente

Si $\alpha > 50^\circ$ no fluye



Forma de medida para hallar ángulo de reposo estático



Montaje del sistema para determinar el ángulo de reposo estático

Procedimiento:

Pese 30 gramos de granulado.

Llévelo al embudo tapando el orificio.

Coloque una superficie plana de recepción del granulado.

Deje fluir el granulado a través del embudo.

Si el granulado no fluye, sométalo a una vibración constante.

Mida el ángulo de la pendiente formada por la geratriz del cono que se produce cuando se derrama libremente. Cuanto menor sea el ángulo que forma la geratriz con la horizontal, tanto mejores serán las propiedades fluentes del granulado.

Repita cada lectura por duplicado.

Altura del cono granular (h)

Radio del recipiente retenedor (r)

Angulo de reposo (α) = $\arctan h/r$ = arc tan h/r.

r		h ₁ (cm.)	

ELABORACIÓN DE TABLETAS.



HOJA DE TABLETERÍA

OBJETIVO

Efectuar tabletas a partir de distintos granulados elaborados en las distintas semanas de trabajo comenzando por el granulado resultante de la simple mezcla de polvo y así sucesivamente.

COMPRESORAS

Los comprimidos o tabletas se obtienen por presión ejercida sobre una mezcla de partículas o granulado mediante una compresora o tableteadora, figura 1 y dentro de este tipo de máquinas, las piezas que influyen en la obtención de un excelente producto son, las matrices y los punzones, las cuales deben ser manipuladas con especial cuidado debido a que si no están en perfectas condiciones, se obtiene un producto imperfecto y quizás inservible, para que la vida media de estas piezas se prolongue, se recomiendan las siguientes acciones:



Figura 1, Maquina Stokes,

Punzones

Nunca se debe permitir que las caras de los punzones superiores e inferiores entren en contacto sin tener granulado

Nunca se debe dejar caer o rodar o chocar uno con otro

Manipule individualmente cuando se quitan o se ponen en la maquina



Figura 2. Punzones

Matrices

Nunca se debe permitir que las caras internas permanezcan con el granulado porque se pueden deteriorar

Manipule individualmente cuando se quitan o se ponen en la maquina



Figura 3. Matrices

La unidad básica de la compresión de tabletas comprende de un punzón inferior que encaja debajo de la matriz y en un punzón superior que entra en la cavidad de la matriz una vez que el material para tabletear ha llenado esa cavidad, la tableta se forma por la presión aplicada sobre los punzones y después es eyectada de la matriz.

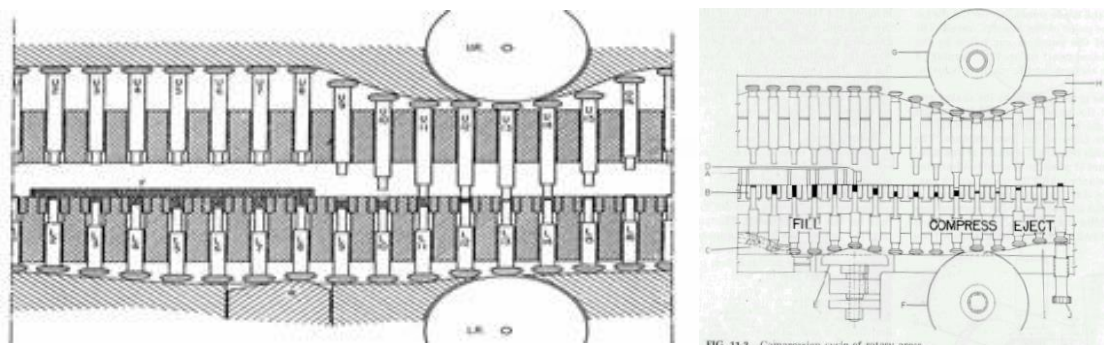


Figura 4. Mecanismo de compresión.

Instructivo para la operación de armado de la Maquina Stokes, Modelo B2, rotatoria

1. Coloque las matrices en sus cavidades respectivas
2. Coloque los tornillos retenedores de las matrices
3. Tercero, coloque los punzones inferiores, haciéndolos pasar a través de un agujero que tiene la maquina en la parte inferior, provisto de un tapón, la cual, se quita para colocarlos y en la última se vuelve a colocar para evitar que se salgan al girar la maquina
4. Coloque el marco alimentador o repartidor
5. adiciónale a la maquina un poco del granulado para prevenir cualquier choque de los punzones superiores con los inferiores
6. Coloque los punzones superiores, haga girar la maquina por medio de la volante colocada en la parte superior
7. Coloque la tolva
8. Ponga a trabajar la máquina y haga los ajustes necesarios de peso y presión correspondientes a la tableta que se vaya a trabajar

Instructivo para la operación de desarmado de la Maquina Stokes, modelo B2, rotatoria

1. Cuando el granulado de la preparación que sé este fabricando haya desocupado completamente la tolva, empiece a desarmar la maquina
2. Retire la tolva
3. Retire los punzones superiores y elimine el residuo del material del marco alimentador
4. Retire el marco alimentador y elimine totalmente el granulado restante
5. Retire el protector de los punzones inferiores y se quita el tapón del agujero inferior, para retirar uno a uno los punzones inferiores
6. Retire los tornillos retenedores de las matrices
7. Sacar las matrices, una a una
8. Limpie la máquina y déjela en completo orden
9. Cuidados generales de la maquina

Instructivo de limpieza de la Maquina Stokes, modelo B2, rotatoria

1. Cumpla con los cuidados establecidos por el fabricante
2. Limpie el equipo inmediatamente después de terminar la producción
3. Vigile los niveles de aceite
4. Limpie punzones y matrices con agua y jabón y por ultimo alcohol y luego secarlos bien
5. Guarde los punzones y matrices deben para evitar golpes u óxidos que deterioran las superficies que elaboran las tabletas

Frecuencia

La limpieza de todas las piezas, especialmente de los punzones y las matrices, es el factor más importante para trabajar libre de problemas, la frecuencia variara según el tipo de material que se use, ciertos polvos o materiales abrasivos obligan a limpiar la

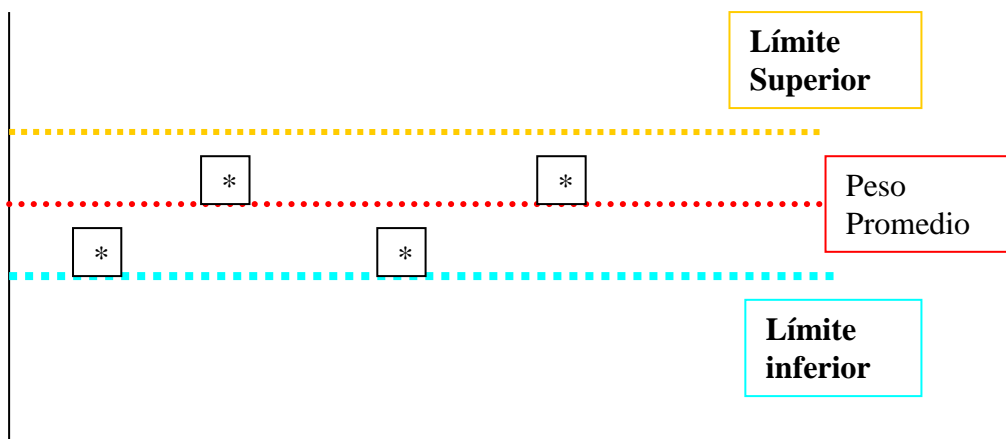
máquina de comprimir después de pocas horas de uso, mientras que otros polvos o materiales obligan a limpiar bien la maquina después de varios días de uso.

Uso de un aspirador de polvo

El polvo de los granulados y el del aire se combinan con los lubricantes de la máquina y forman un compuesto abrasivo que destruyen las cualidades lubricantes de la grasa, por esta razón se debe usar un aspirador de polvo para quitar la mayor parte del granulado residual y del polvo a la máquina, seguido por un chorro de aire a presión para eliminar todo vestigio de material.

Actividad práctica

Efectué un grafico en la cual muestre el proceso de tableteado Ejemplo:



Efectué análisis en proceso de las tabletas obtenidas:

Dureza de las tabletas:



Figura 5, Durómetro

Esta prueba se realiza durante proceso para determinar la necesidad de correcciones sobre la presión en la máquina elaboradora ya que si es muy duro puede no desintegrarse y si es blando no soportará la manipulación y también esta prueba se realiza en el producto terminado. Especificaciones: se permite un porcentaje de coeficiente de variación del 10% y la dureza debe ser mayor a 4 Kps

Instrumento Utilizado: Durómetro modelo VK 200 (strog-cobb) figura 5, este instrumento mide la fuerza requerida para fracturar la tableta al aplicar diametralmente en ella la fuerza generada por un resorte.

Un durómetro es un aparato que mide la dureza de los materiales, existiendo varios procedimientos para efectuar esta medición.

Los más utilizados son los de Rockwell, Brinell, Vickers y Microvickers. Se aplica una fuerza normalizada sobre un elemento penetrador, también normalizado, que produce una huella sobre el material. En función del grado de profundidad o tamaño de la huella, obtendremos la dureza.

Dentro de cada uno de estos procedimientos, hay diversas combinaciones de cargas y penetradores, que se utilizarán dependiendo de la muestra a ensayar.

Durómetros en la industria farmacéutica: Se utilizan para medir la fuerza de rompimiento de las tabletas y pastillas como una medida de aseguramiento de la calidad. Las tabletas con una dureza mayor pueden no ser absorbidas en el tracto gastrointestinal del paciente.

Es la fuerza de tensión que se aplica diametralmente a la tableta hasta fracturarla. Una tableta requiere una cierta cantidad de dureza (fuerza de rompimiento diametral) para soportar el choque mecánico por la manipulación durante su fabricación, empaque, distribución y uso. Por esta razón, se debe regular la presión y velocidad de compresión durante el proceso.

Dureza: Se determina con la ayuda de un aparato especial denominado Durómetro. Los márgenes de aceptación fluctúan de acuerdo a la formulación estudiada.

Procedimiento:

Tome 10 tabletas de cada muestra seleccionado en el proceso de tableteado

Introdúzcalos uno a uno y registre el dato de la dureza dado por el equipo

Analice que la diferencia individual no sea mayor al 5 % del promedio de dureza obtenido en la prueba.

Friabilidad (tensión dinámica):

Se relaciona con la capacidad de las tabletas para resistir los golpes y abrasión sin que se desmorone durante el proceso de manufactura, empaque, transporte y uso por parte del paciente. Estos defectos hacen perder elegancia, y aceptación por parte del consumidor creando suciedad en las áreas de recubrimiento y empaque además de problemas de uniformidad de dosis. Antiguamente la prueba de friabilidad se hacía agitando las tabletas por pocos segundos dentro de un recipiente y estas no debían mostrar los orillos gastados. También se hacía transportando las tabletas en sus recipientes a varias partes del país.

Existe otro tipo de ensayo poco usado de tensión dinámica el cual consiste de dejar caer desde un metro de altura cada tableta sobre una superficie dura y firme, aquí el porcentaje de pérdida nunca podrá ser superior al 3%. Esta prueba tiene en cuenta al usuario ya que el 10% de los comprimidos sufren caídas en casa.

Prueba de la USP26:

Tome 10 tabletas péselas conjuntamente y anote este peso como peso inicial
Colóquelas en el equipo y ajústelo con los siguientes requerimientos; cámara plástica de 6 pulgadas de radio, que gira a 25 rpm por 4 minutos
Retire las tabletas terminado el tiempo y péselas peso final.
Si el valor de fiabilidad esta entre 0,0 y 1,0 % se considera aceptables.
Algunas tabletas masticables y las efervescentes pueden tener una mayor friabilidad. Si en el resultado hay una tableta despicada, aunque el peso del polvo sea pequeño se deben descartar las tabletas. La alta friabilidad puede deberse al desgaste de los punzones. Un bajo porcentaje de humedad ayuda como aglutinante (2-4%), humedades muy bajas (<1%) producirán tabletas más friables%.



Figura 6 Friabilizador

Peso promedio de las tabletas



Figura 7, Balanza

La USP estableció tolerancias para los pesos promedio de los comprimidos compactados no recubiertos, que son aplicables cuando contienen 50 mg o más de la droga o cuando esta constituye el 50 % o más, por peso, de la forma farmacéutica.

Especificaciones, se permite una variación de $\pm 5\%$ respecto al promedio, ya que la tableta pesa más de 324 mg. y no más de dos comprimidos no debe diferir más del doble de este porcentaje.

Procedimiento

Tome 10 tabletas
Pese cada tableta individualmente
Realicé el peso promedio aritmético

Caracterización organoléptica

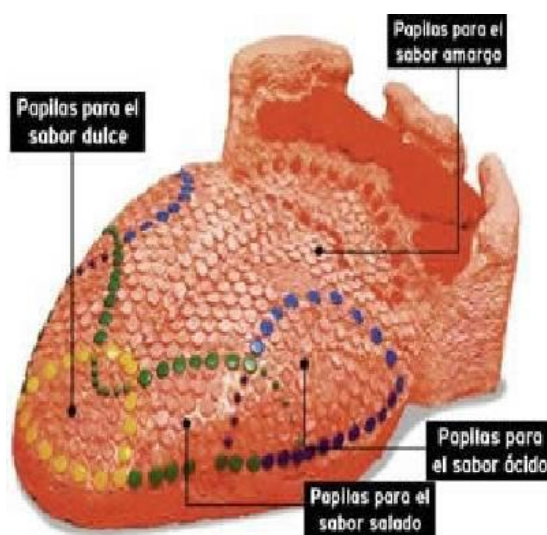


Figura 8. Lengua con demarcación de sabor

Aparte del color, el olor es un factor importante ya que cambios en él indican contaminación microbiana especialmente cuando se utilizan excipientes como el almidón, celulosa, lactosa gelatina etc. Para esta prueba se acostumbra destapar cada tambor y percibir de inmediato el olor, o si se puede calentando una muestra de comprimidos hasta que desprendan el olor. El sabor y textura se analizan especialmente en los estudios de pre formulación, donde se necesita brindar soluciones a los fármacos con problemas de sabor.

Espesor:

Es importante para la reproducción de comprimidos idénticos sino además para asegurarse de que cada lote de producción puede envasarse en el frasco o blíster especificado.

Las especificaciones de esta prueba establecen que se permite un porcentaje de coeficiente de variación de un 5%

Instrumento utilizado: Medidor de espesor modelo VK 200, que indica el espesor en milímetros.

Prueba

Tome como mínimo 3 tabletas

Mida la altura y el radio de esta y realice un promedio para reportar el dato

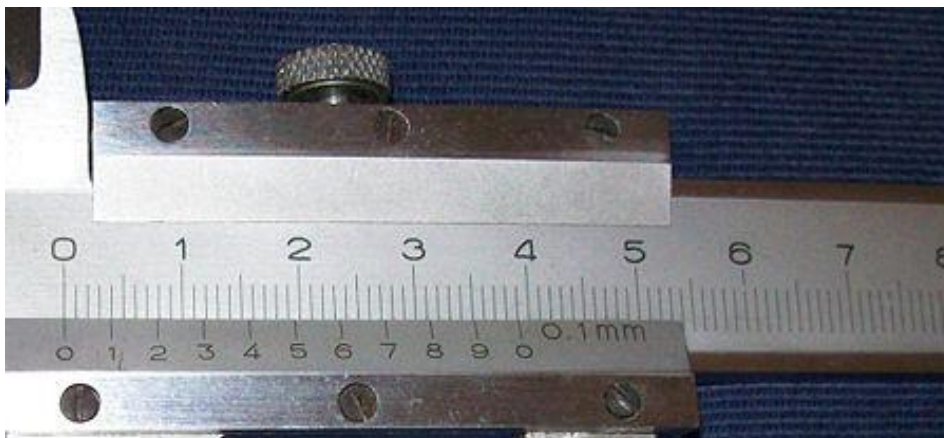


Figura 9. Nonio

Desintegración de las tabletas

La desintegración es el estado en que cualquier residuo de la unidad, excepto los fragmentos de recubrimiento insoluble o cápsulas permanece en la malla del equipo como una masa suave. La desintegración sirve al fabricante como guía en la preparación de de una fórmula óptima y en las pruebas de control de proceso para asegurar la uniformidad de lote a lote. Si se desintegra una tableta no quiere decir que el fármaco se vaya a disolver (Véase figura 10).

El equipo de desintegración según la U.S.P 26 se compone de 6 tubos de 3 pulgadas de largo abierto en la parte superior sostenidos por un tamiz # 10 (1700 μ M) o 8 (2000 μ M). En cada cilindro se coloca una tableta y la canasta se sumerge en un beaker de 1L con agua, fluido gástrico o fluido intestinal simulado a 37 \pm 2°C. Durante el movimiento de vaivén (30 veces/minuto) la canasta debe quedar entre 2.5 cm de la superficie y 2.5 cm del fondo del beaker. Los discos se utilizan para evitar que las tabletas floten (Véase figura 13).

La desintegración es el estado en que cualquier residuo de la unidad, permanece en la malla del equipo como una masa suave. La desintegración sirve para asegurar la uniformidad de lote a lote.



Figura 10. Desintegración

CARACTERÍSTICAS

Equipo para realizar el test del tiempo de disgregación de tabletas y comprimidos, esmaltados o no, según normas BP, DAP, EP, USP.

Un cestillo con 6 tubos de vidrio, en cada uno de los cuales se introduce un comprimido para ensayar, y que está dotado de un movimiento de vaivén vertical de 30 O.P.M. con un recorrido de 55mm. El cestillo sube y baja cíclicamente dentro de un vaso de vidrio, el cual a su vez está introducido en un baño de metacrilato a 37 °C, dotado de agitación magnética para su homogenización. Cuando el movimiento cesa, el cestillo queda en su posición más alta, fuera del líquido del vaso. Chasis metálico pintado, y regulación de temperatura por microprocesador digital.

Al final (30 minutos) todas las partículas deben pasar por el tamiz # 10 (las tabletas se desintegran completamente). Si una o dos tabletas no se desintegran completamente, repita las pruebas con 12 tabletas adicionales y 16 de las 18 tabletas deben desintegrarse completamente. Obviamente existen variaciones de la prueba según el tipo de forma farmacéutica sólida (tabletas bucales, sublinguales, de recubrimiento entérico, cápsulas de gelatina dura etc.).

Especificaciones (a los 30 minutos):

Tabletas no recubiertas: Generalmente a los 5 -30 minutos.

Tabletas recubrimiento entérico: No deben desintegrar a la hora en fluido gástrico simulado. Luego se pasan al fluido intestinal simulado y deben desintegrar a las 2 horas más el tiempo estimulado en la monografía.

En la desintegración de los fármacos depende del diluyente utilizado, el tipo y cantidad de aglutinante y de desintegrante, cantidad de lubricante, la presión de compactación y el método de incorporación.

ELABORÉ UNA FORMA FARMACEUTICA POR EL METODO MIXTO (FORMULA EFERVESCENTE)

La fórmula luego de preparado solo se le analizara para saber la Humedad Residual cuyo valor debe estar entre 0 - .5 %.

Formula No 1

Edulcorante Artificial

No	Componente	Cantidad
1.	Sacarina sódica	30.0 mg.
2.	Lactosa monohidratada	20,0 mg.
3.	Goma arábica	1,5 mg
3.	P.V.P	0.5 mg.
4.	Alcohol	c.s para elaborar la granulación

Procedimiento: Tamice por No 12 uno a uno los tres primeros componentes, previamente elabore la solución aglutinante de P.V.P. en alcohol (la mínima cantidad) elabore el granulado húmedo y seque a 50 °C. Verifique la humedad residual sea menor que 1, pase por tamiz No 16.

No	Componente	Cantidad
1.	Ácido Tartárico	20.0 mg.
2.	Bicarbonato de sodio	30.0 mg.
3.	Estearato de magnesio	2.0 mg.

Procedimiento: Pasé por tamiz No 16 , los componentes 1 y 2; luego mezclamos con el granulado obtenido en la primera parte agréguele el lubricante (ácido esteárico) y comprima

Formula No 2Edulcorante Artificial
Primera Parte

a.	Aspártame	30 mg
b.	Goma Arábica	1,5 mg
c.	P.V.P	0,5 mg
d.	Alcohol c. s. p. granular	
e	Lactosa Monohidratado	20 mg

Segunda Parte

a.	Ácido Tartárico	20 mg
b.	Bicarbonato de sodio	30 mg
c.	Ácido esteárico triple compresión	3 mg

Procedimiento

Se elabora igual que la formula No 1.

Nota: Para realizar las pruebas de cada lote tableteado hay que tomar muestra en los tres intervalos que se señalan en cuadro 4

CUADRO 4

MUESTRAS	INICIO	INTERMEDIO	FINAL
1			
2			
3			
4			

5. PRUEBAS A LAS TABLETAS**5.1 PESO PROMEDIO**

TABLETAS	PESO PM- I	PESO PM- IN	PESO PM- F
1			
2			
3			
4			

5.2 DUREZA

DUREZA	INICIO	INTERMEDIO	FINAL
1			
2			
3			
4			

5.3 FRIABILIDAD

MUESTRA	INICIO	INTERMEDIO	FINAL
1			
2			
3			
4			

5.4 DESINTEGRACIÓN

MUESTRA	INICIO	INTERMEDIO	FINAL
1			
2			
3			
4			

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color
Dimensiones
Aspectos

MUESTRAS	INICIO				INTERMEDIO				FINAL				
COLOR													
DIMENSIONES													
ASPECTO													

Observaciones:

RECUBRIMIENTO



Nota: Cada grupo recibirá como mínimo 2000 gramos de núcleos (tabletas) así:

Primera parte

Requisito de los núcleos

Dureza entre 8 – 10 mínimo

Friabilidad menor del 1%

Libre de polvo y tabletas rotas, despicadas o en mala condición

Requieren un precalentamiento

Segunda Parte

Requerimiento del equipo

Angulo

Velocidad

Aire

Calentamiento

Baffles

Tercera Parte

Preparación de la solución de la película

Condiciones establecidas en la práctica

Color cantidad suficiente de acuerdo con el grupo

Buena suspensión

Eliminación de partículas de tamaño no deseado

Recubrimiento por Película

Apareció en 1930. Este se distingue del recubrimiento por azúcar por los materiales utilizados y el espesor de la capa. Este recubrimiento consiste en la deposición, habitualmente por atomización, de una fina película de polímero que rodea el núcleo del comprimido, las capas resultantes no representan más del 2 al 5% del peso final de la tableta. El polímero puede ir disuelto en solventes orgánico o bien dispersado en agua y adicionado de otros componentes. También se aplican a píldoras, polvos, cápsulas y gránulos. Puede ser entérica o no, además, puede utilizarse para proteger los núcleos antes del recubrimiento con azúcar.

Presenta indudables ventajas frente al grageado clásico, lo que lo hace, ganar más popularidad en las formulaciones farmacéuticas.

Ventajas:

Reducción del tiempo de recubrimiento y costo del material.

No hay incremento significativo del peso de la tableta.

No se requiere impermeabilización al agua.

Durabilidad y resistencia al rompimiento y agrietamiento.

Da protección efectiva a la luz, humedad y aire.

No afecta el tiempo de desintegración

Elegancia farmacéutica

Se puede usar para soluciones de recubrimiento no acuoso.

Materiales utilizados

Formadores de película: Inicialmente se utilizaban ceras como Shellac y derivados de celulosa, ahora se utilizan polímeros cuyas características dependen de la estructura, tamaño y propiedades de las macromoléculas. Las características del material son:

Debe ser soluble en solventes para las operaciones de recubrimiento.

Ser soluble a pH del TGI.

Ser capaz de producir una capa continua, lisa y elegante.

Ser estable a la luz, calor, humedad aire y fármacos a ser recubiertos.

Tener o no sabor, color y olor aceptable.

Ser compatible con pigmentos y otros

No ser tóxico, ser inerte, no apelmazable, sin que requiera procesos complicados

Resistente al agrietamiento otorgando una adecuada humedad, luz, olor y se sea una barrera para la sublimación.

HPLC: Polímero producido por reacción del cloruro de metilo y óxido de propileno con celulosa alcalina. Es excelente por sus características de solubilidad en el TGI y en solventes orgánicos (pH básico y ácido) lo que no interfiere con la desintegración ni la biodisponibilidad de las tabletas. Su presentación es en diferentes viscosidades, suspensiones y geles.

MHEC: Se produce por la reacción del cloruro de etilo y óxido de etileno con celulosa alcalina al igual que el HPMC se clasifica en grados dependiendo de las viscosidades

obtenidas por la solución acuosa. Es soluble en pocos solventes orgánicos usados para el recubrimiento de tabletas.

Etilcelulosa: Es un éter de celulosa formado por reacción del cloruro de etilo con álcali de celulosa. Es insoluble en agua y jugos gastrointestinales, por lo tanto, no se recomienda para recubrimiento de tabletas, se acostumbra a combinar con HPMC para fortalecer o influenciar la velocidad de disolución de las capas. El polímero es soluble en la mayoría de los solventes orgánicos.

HPC: Es más soluble de los solventes orgánicos que los anteriores y es soluble en los jugos gastrointestinales, pero durante el secado se apelmaza fácilmente, esto se aminora agregando monoglicéridos acetilados, tensoactivos y plastificantes.

Povidona (PVP): Es soluble en un amplio rango de solventes orgánicos, también como en los fluidos gástricos e intestinales, sus capas cuando se secan son claras, brillantes y duras. Son muy pegajosas cuando se secan y por lo tanto se deben agregar los aglutinantes en polvo como el talco para disminuir este problema. El PVP es muy higroscópico., esto se soluciona adicionando adhesivos combinándolo con otros formadores de película haciendo que se eviten a la vez la hojuela y frotamiento. Como es soluble en los fluidos ácidos, y básicos puede unirse al ácido poliacrílico, ácido tánico, copolímero de vinil etil eter y anhídrido maléico para producir películas entéricas.

CMC sódico: Se produce por la reacción sódica con una sal sódica del ácido monocloroacético, es un polímero no entérico, soluble en agua e insoluble en los solventes orgánicos. No se utiliza mucho porque es muy soluble en agua.

PEG de Bajo y mediano peso molecular: Son polímeros de óxido de etileno que se clasifican según su peso molecular:

200-600: que son líquidos a temperatura ambiente y son excelentes plastificantes.

1000 –6000: son sólidos blancos a temperatura ambiente con características cerosas y gran habilidad formadora de capas.

Es soluble en agua y líquidos gastrointestinales. Los recubrimientos producidos por ceras como el PEG son duros, lisos, sin sabor y atóxicos. Son sensibles a altas condiciones de temperatura y la mayoría funde a temperaturas entre 40 y 65°C. Sus películas tienen buen grosor, tienen continuidad y ejercen una buena barrera gas para el control de olores. Su combinación con ptaato acetato de celulosa produce una película que es soluble en los jugos gástricos.

PEG de alto peso molecular: Químicamente son semejantes al PEG (200-6000), pero el rango va desde 100000 a 1000000, pueden usarse solos o en combinación con PEG de tamaño medio para preparar tabletas recubiertas no higroscópicas y resistentes a la ruptura. Es soluble en el TGI y la mayoría de los solventes orgánicos.

Entre sus diferencias con el grageado se pueden destacar:

Mantiene la forma del núcleo original y esta no necesita ser redondeada

El incremento, debido al material de recubrimiento, es de 2 a 3 %, frente al 30 a 100 % de las grageas.

Requiere un número menor de etapas, habitualmente una, y en consecuencia disminuye el tiempo de procesado.

Ofrece mayores posibilidades de automatización y de adaptación al requisito de las normas GMP.

Incrementa las posibilidades de modificar los perfiles de liberación de fármacos mediante la utilización de polímeros especiales.

Las soluciones de recubrimiento son estables y no son medios de cultivo para microorganismos

En este método, la formulación del líquido de recubrimiento incluye agente filmógeno, solvente, plastificantes y colorantes.

CARACTERÍSTICAS

Procedimiento de gran versatilidad, pueden emplearse pailas o equipos especiales

Ventajas

1. Proceso simple
Menor número de etapas
Menor tiempo
2. Aumento del peso entre 2 y 3 %
3. Aumento de capacidad productiva por reducción de peso y volumen de lotes
Protección contra aire, luz y humedad
5. Conserva logos e inscripciones originales
6. Factibilidad de automatización
7. Posibilidad de modificar perfil de disolución

Desventajas

Equipamiento costoso
Adherencia del recubrimiento en el interior del equipo

COMPOSICIÓN

AGENTE FILMÓGENO

- Resinas acrílicas (Eudragit m.r.)
- Derivados de celulosa (Aquacoat m.r.)

SOLVENTES

- Volatilidad adecuada
- Tamaño de la gota

PLASTIFICANTES

- Solubles en agua
- Insolubles en agua

COLORANTES

- Solubles en agua (posible migración)
- Insolubles en agua (mezclar con Al (OH)₃ y TiO₂)

OTROS COMPONENTES

APLICACIÓN

Los Núcleos deben precalentarse

Las dispersiones se aplican mediante pistolas que atomizan el recubrimiento en pequeñas gotas que impactan sobre la superficie de los núcleos

Tipos de pistolas

De una vía: dispersión y aire salen juntos

De dos vías: dispersión y aire se encuentran solamente a la salida de los conductos

Las aspersiones se realizan en ciclos alternativos con temperatura

FORMULACIÓN

CANTIDAD DE AGENTE FILMÓGENO

Cinética de disolución

Estabilidad

CONCENTRACIÓN DE AGENTE PLASTIFICANTE

3-5 %

No viscoso

SOLVENTE

Acuosos

Orgánicos

CONSTITUYENTES SÓLIDOS

No mayor de 1:3 respecto al agente filmógeno

CONTROLES FINALES

1. CONTROLES ORGANOLÉPTICOS

Aspecto

2. CARACTERES GEOMÉTRICOS

Diámetro

Alturas

Espesor de la cubierta

3. CARACTERES MECÁNICOS

Dureza

Friabilidad

Resistencia Dinámica

El proceso de recubrimiento de película se explicará en el sitio.

Preguntas para responder en el informe

- Como se prepara la solución recubridora y cuál es su concentración.
- Por qué se deben precalentar los núcleos
- Cuál es la función de la bomba peristáltica.



PROCESO DE ENCAPSULACIÓN



PREPARACIÓN DEL GRANULADO

La granulación puede ser definida como el proceso mediante el cual partículas de tamaño reducido son aglomeradas mediante el uso de técnicas especiales logrando de este modo un sistema de mayor tamaño donde las partículas originales pueden ser identificadas.

Nota: Cada grupo elaborara 250 gramos del granulado así:

A. Primera parte

No	SUSTANCIAS	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
1	Carbonato de calcio	125 gramos	
2	PVP (Solución alcohólica)	10 %	
3	Color verde	c.s.p.	
4	Lactosa	125 gramos	

B. Segunda Parte

No	SUSTANCIAS	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
1	Almidón de maíz	125 gramos	
2	PVP (Solución alcohólica)	10 %	
3	Color azul	c.s.p.	
4	Lactosa	125 gramos	

El proceso de fabricación del granulado es el siguiente:

Pese los componentes especificados en la formula.

Elabore la solución aglutinante

Humecte el polvo muy bien.
 Elabore granulación húmeda
 Seque en bandejas para obtener gránulos buenos
 Pase el granulado seco por tamiz No 14

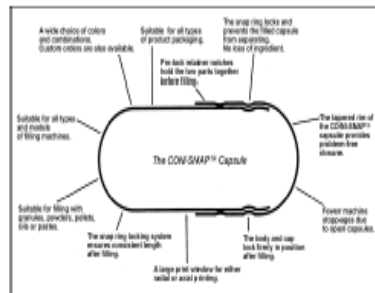
Lleve el granulado a un tamiz No 20 y conserve los retenidos en este tamiz para una muestra

El granulado que paso se lleva aun tamiz No 30 y conserve el granulado retenido para la otra muestra

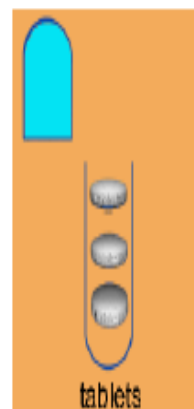
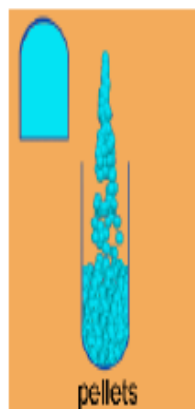
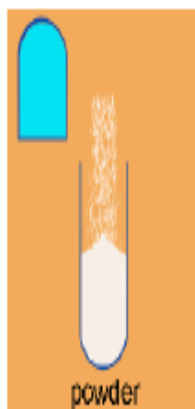
Conserve el granulado fino para la estandarización de la cantidad en las capsulas vacías

PROCESO DE ENCAPSULACIÓN

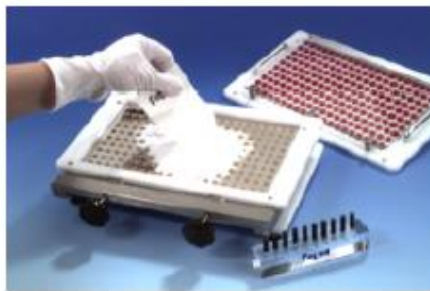
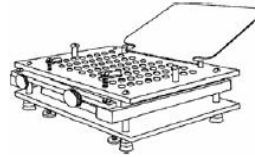
CÁPSULAS DURAS



Número	000	00	0	1	2	3	4	5
Volumen (mL)	1.36	0.95	0.67	0.48	0.37	0.27	0.20	0.13



Manual Filling



Análisis al granulado para el llenado de las cápsulas:

Índice de Carr.
Angulo de reposo
Humedad residual

Pruebas a las cápsulas ya llenas con el granulado:

Desintegración
Peso promedio de las cápsulas llena.
Variación de peso de las cápsulas

Preguntas a responder.

Como se calcula el tamaño de la capsula a utilizar.
Cuantas clases de gelatina existen en el mercado.
Que diferencias existe entre capsulas blandas y duras de gelatina.
Como es el proceso de obtención de la gelatina.

PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS TABLETAS



BLISTEADORA y EMPACADO

La blisteadora es el equipo que efectúa la acción de "blíster" que en su acepción nos define la acción de empaclar las tabletas en su envase primario



Figura 1.

¿Qué es un empaque Blíster?

Un Blíster es una cavidad plástica en la cual es ingresado el producto y posteriormente pasa a un proceso de sellado con una tarjeta que queda en la parte posterior del producto

¿Cuáles son las ventajas de este tipo de empaque?

El empaque en blíster es una solución muy atractiva debido a su bajo costo y al hecho de que el consumidor puede apreciar el producto sin tocarlo directamente

Diseño de la burbuja plástica

En PPM contamos con una metodología en la cual se revisan las características del producto, lineamientos del cliente, segmento de mercado, etc. Con lo cual generamos un prototipo el cual pasa por diferentes procesos de revisión y aprobación hasta obtener un producto final que cumpla con todas tus expectativas.

Termo formado

En PPM contamos con máquinas termo formadoras con las cuales se generan las burbujas plásticas para lo cual antes se tiene que definir el material del cual se hará (PVC, PET, etc.).

MONTAJE DEL FOIL DE ALUMINIO Y DEL PVC.

Procedimiento de encendido

Montar el PVC tal como se indica en la figura de la parte inferior derecha de la maquina
Montar el foil de aluminio tal como se indica en la figura de la parte central superior de la maquina

Colocar el interruptor general de energía (ubicado en la parte lateral izquierda de la maquina), en posición ON

Halar el botón de paro de emergencia

Colocar en posición "1" la llave de paro de seguridad

Girar en sentido de las manecillas del reloj cada uno de los botones de calentamiento de las resistencias: Sellado, Formado e Impresión/Codificación

Abrir la llave de paso de aire (ubicado en la parte posterior de la maquina)

Esperar a que las resistencias alcancen la temperatura optima (los registros de temperatura se encuentran en el tablero de la maquina)

Presionar el botón verde (START/MARCHA) de encendido de marcha

Presionar el botón de marcha adelante para que la maquina comience a funcionar.

Procedimiento de apagado

Presionar el botón rojo de paro de marcha (STOP/PARO)

Girar en sentido contrario a las manecillas del reloj cada uno de los botones de calentamiento de las resistencias: Sellado, Formado e Impresión/Codificación

Llevar a posición cero "0" la llave de paro de seguridad

Presionar el botón paro de emergencia

Colocar el interruptor general de energía (ubicado en la parte lateral izquierda de la maquina) en posición OFF

Cerrar la llave de suministro de aire

Prueba de sellado

Instrucciones para el manejo del equipo de sellado "THOMAS"

Verificar que el interruptor de corriente este en la posición de apagado (OFF)

Conectar el cable de alimentación de corriente a una toma de 110 voltios

Coloque las muestras, a las que se quiere efectuar la prueba de sellado (10 blisters), dentro del burbuja acrílica que previamente ha adicionado azul de metileno

Coloque la tapa de la burbuja

Gire el interruptor on/off a la posición de encendido (ON)

Girar la perilla de regulación de vacío hacia la derecha para aumentar la presión hasta obtener 15 pulgadas por centímetros de presión o hacia la izquierda si se quiere disminuir

Cuando la presión en la burbuja de acrílico permanezca constante (15 pulg/cm), déjelo actuar durante 10 minutos

Gire el interruptor on/off a la posición de apagado (OFF)

Gire la válvula de control de vacío de la burbuja de acrílico para permitir el ingreso de aire, ubicada en la parte superior central de la burbuja.

Retire las muestras de blíster sometidas a la prueba

Séquelas con un paño limpio y seco

Haga una verificación visual uno a uno de cada blíster sometido a la prueba

Ninguno de los blísteres puede mostrar signos de contener colorante en los alvéolos, porque ello significa que hay fuga o que el equipo está sellando deficientemente.

Retire el azul de metileno y limpie la burbuja de acrílico con una solución jabonosa, enjuague con agua y séquelo

Nota: La solución de azul de metileno se prepara de la siguiente manera

Pese un gramo de azul de metileno

Disuélvalos en dos litros de agua desionizada



Tomar 10 blíster y efectúe la prueba de sellado

BLÍSTER	Prueba de sellado

PROCESO DE EMPACADO

La planta de producción de medicamentos y afines, cuenta con una serie de protocolos y formatos necesarios para que se realice esta actividad; usted llegara a esta área y realizara la práctica comenzada por:

La documentación que se diligencia para el proceso

La revisión que se efectúa al envase primario

La revisión que se efectúa a la caja plegadiza

NOTA: Usted deberá analizar factores como: Fecha de producción, fecha de vencimiento, lote, nombre comercial y nombre genérico entre otras observaciones a anotar

EMPACADO

La selección del material de empaque forma parte de la responsabilidad que le corresponden a un químico farmacéutico, dicha industria no requiere de un diseño artístico muy elaborado, pero si debe tenerse en cuenta la creatividad utilizando un criterio muy profesional para obtener el envase apropiado para la forma farmacéutica que ira en él.

Para seleccionar el envase apropiado se debe primero recurrir a una etapa de información y recolección de datos, dando origen a una ficha técnica.

En la selección y desarrollo del envase, se planifica la calidad y se genera la misma, se debe insistir al máximo en aspectos técnicos, efectuándose en ella los estudios de compatibilidad envase-principio activo y la estabilidad del producto.

Funciones especiales adicionales de los empaques para medicamentos

Dispensar fácilmente su contenido, dentro de otro empaque, sobre las manos o dentro del cuerpo.

Disponer de un sistema de cerrado adecuado para evitar peligros a los niños pequeños.

Cuando el producto es estéril, mantener la esterilidad de los sobrantes.

Ayudar a vender los productos OTC, sin la intervención de un Farmacéutico.

Proveer evidencia de alteración de todos los productos regulados por FDA. Medicamentos bajo prescripción, y algunos OTC, deben impedir el acceso a los niños y facilitarlos a los ancianos.

Exigencia especial en el empaque de medicamentos

Empacar medicamentos es, después del empaque de alimentos, el proceso más complejo y variado:

Algunos medicamentos pueden ser peligrosos o aún tóxicos, si se exceden las dosis.

Si no se toman en las cantidades adecuadas son inefectivas y aún peligrosas

Las rutas de administración son más variadas, delicadas y exigentes en cuanto a esterilidad.

Las alteraciones de la potencia, esterilidad o eficacia de un medicamento por interacción con el empaque o con el ambiente, pueden tener graves consecuencias sobre la vida de los pacientes.

A menudo, y especialmente en el caso de medicamentos bajo prescripción, el producto es muy costoso y el empaque sólo representa una pequeña fracción del costo total.

Los medicamentos deben ser mucho más durables que los alimentos

El empaque de medicamentos está sometido a extensas regulaciones que tiene la fuerza de ley.

No es común el re-empaque de medicamentos en los puestos de venta

Es crucial que el empaque provea evidencia de alteración y que sea amigable con los ancianos.

Requerimientos de empaque de los medicamentos

Determinados por:

Estabilidad del medicamento.

Pureza

Esterilidad

Fisiología del medicamento

ESTABILIDAD

Para evitar los cambios químicos, se requiere protección a:

La luz

La humedad

El oxígeno

La contaminación con metales pesados.

Los antioxidantes usados en los empaques

PUREZA Y ESTERILIDAD

Se requiere evitar la contaminación bacteriológica proveniente de:

El material de empaque

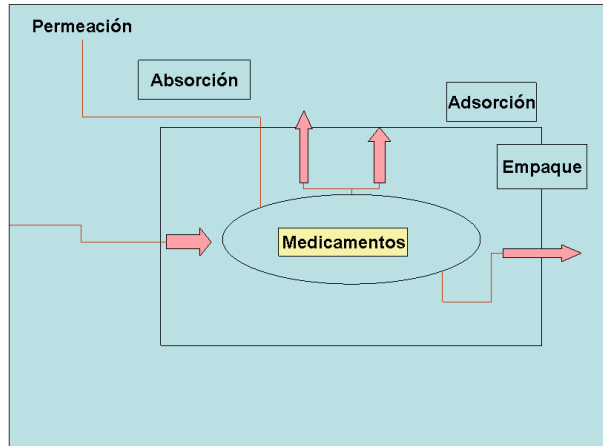
El proceso de empaque

El proceso de producción del medicamento

Los sistemas de almacenamiento y manejo

INTERACCIONES PRODUCTO – EMPAQUE – AMBIENTE

Interacción física o química



Preguntas para responder en el informe

Como se elaboran los alveolos del blíster.
Para que se efectúa la prueba del sellado y que nos dice esta prueba
Cuáles son los puntos críticos del equipo de blisteado.

Observaciones:
