

UNIVERSIDAD DE BURGOS

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
*ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS***

Departamento de Didácticas Específicas



**LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN INTEGRADAS EN UN MODELO
CONSTRUCTIVISTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS**

TESIS DOCTORAL

B. NORA VALEIRAS ESTEBAN

Burgos, enero de 2006

PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Departamento de Didácticas Específicas



Universidad de Burgos



**Universidade Federal
do Rio Grande do Sul**

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN INTEGRADAS EN UN MODELO CONSTRUCTIVISTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

B. NORA VALEIRAS ESTEBAN

Tesis Doctoral realizada por **D^a B. Nora Valeiras Esteban**, para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Burgos, bajo la dirección del **Dr. Jesús Ángel Meneses Villagrá**.

Burgos, enero de 2006

RESUMEN

La educación contemporánea considera al constructivismo como la postura dominante en la que se basa la conceptualización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Centrándonos en este marco teórico, se ha podido identificar tres vertientes que nutren nuestro trabajo, tales como la perspectiva sociocultural de Lev Vygotsky, el aprendizaje significativo de David Ausubel y el enfoque la Enseñanza para la Comprensión apoyado en la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner. En todos los casos, nuestra propuesta toma algunas ideas fundamentales de estos modelos tratando de integrarlas como ejes estructurantes de los aprendizajes constructivistas y la enseñanza en línea para lo cual se analizan ciertas características que definen una serie de postulados que sirven de base en el desarrollo del nuevo modelo que proponemos. En esta tesis se formula un modelo teórico que se denomina “Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en Línea” (que abreviamos como MoCEL), para lo cual se plantean sus objetivos, se delimitan seis dimensiones de análisis necesarias para su desarrollo y se propone una metodología de trabajo organizada en cuatro etapas. Para comenzar el diseño y desarrollo de una aplicación concreta en el marco de MoCEL, es imprescindible llevar a cabo la etapa de investigación diagnóstica, con el fin de caracterizar la dimensión contextual propuesta para nuestro modelo a través de tres investigaciones. La primera indaga ciertas características del perfil docente, determinado por el marco teórico de la Enseñanza para la Comprensión (EpC) que adopta MoCEL. La segunda investigación que se expone recaba información acerca del sistema de apoyo tecnológico que poseen los docentes, como sobre las destrezas de los usuarios respecto a la computadora y sus programas. También son investigadas páginas Web referidas a los Residuos Sólidos Urbanos, como herramientas usadas para el desarrollo de este material. Para operativizar el MoCEL se lleva a cabo una propuesta tecnológica específica en CD-ROM acerca de los Residuos Sólidos Urbanos, que incluye una simulación computacional para la gestión de este problema ambiental. Se desarrolla la metodología de investigación evaluativa denominada CIPP, con los métodos que se aplican y la diversidad de instrumentos usados para llevar a cabo esta investigación. Se obtienen resultados y se interpretan teniendo en cuenta las dimensiones de análisis

propuestos por MoCEL para cada una de las fases de la investigación. Estos resultados, si bien no pueden generalizarse a otros desarrollos, proporcionan apreciaciones que ayudarán a mejorar este modelo y facilitarán futuras propuestas utilizando el MoCEL, en otras temáticas diferentes de las abordadas en esta tesis. Adicionalmente se realizó una evaluación de la simulación computacional para la gestión de los residuos sólidos (SIGRES) con el objetivo de detectar fortalezas y debilidades de este desarrollo y las posibilidades de aplicación en el aula.

ABSTRACT

Contemporary education considers that constructivism is the predominant approach to be used as the basis of teaching and learning. Within this theoretical framework, the main sources for this thesis have been identified as the socio-cultural perspective of Lev Vygotsky, the theory of significant learning of David Ausubel, and the approach of Teaching for Understanding, which emerges from the theory of multiple intelligences of Howard Gardner. Our research takes some of the fundamental ideas of those authors and attempts to integrate them as the structural axis of constructivist learning and on-line teaching. A theoretical model named as “Constructivist Model for On-line Science Teaching” (or MoCEL) is presented in this thesis. The objectives, the six dimensions of analysis that are necessary to implement it, and a methodology based in four steps, are proposed for this model. The design and development of a new application within MoCEL requires a diagnostic work to characterize the dimension of context considered by the model; this is performed in three steps. The first investigates the main features of the teacher’s profile, as required by the theoretical framework of Teaching for Understanding which has been incorporated into MoCEL. The second considers the technological support that the teachers have and their computational skills. Finally, the available web pages about Solid Waste have been investigated in order to identify their usefulness as resources to be incorporated in a new teaching material. A specific educational module is developed in this thesis on Municipal Solid Waste based on MoCEL, which includes a computer simulation of the management of this environmental problem (called SiGRES). A methodology of evaluation research, known as CIPP, is applied in this research. The results are organized using the dimensions of MoCEL for each one of the steps of the research. Although the results cannot be directly extended to all developments in different contexts, they help to refine the present module and to facilitate new developments in other areas of Science. The computer simulation SiGRES was also evaluated in order to identify its strengths and weaknesses and the possibilities of its use in classroom.

*Pensé que Argos y yo participábamos de universos distintos;
pensé que nuestras percepciones eran iguales,
pero que Argos las combinaba de otra manera y
construía con ella otros objetos...*

...Oh! dicha de entender, mayor que la de imaginar o la de sentir!

Jorge Luis Borges, El Aleph.

Agradecimientos

Por su dedicación y esfuerzo a mi director Jesús Meneses Villagrá.

A los directores del programa Marco Antonio Moreira y Concesa Caballero Sahelices, por habernos brindado esta esperada oportunidad.

A la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; en especial al Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, por el apoyo recibido de mis colegas, Liliana Crocco, Gertrudis Campaner, Cecilia Estrabou y Mónica Gallino.

A las investigadoras Wanda Rodríguez Arocho y Elinor Bisig por sus opiniones, sugerencias y aportes.

Quiero expresar mi gratitud a Mirta Elizabeth González, quien me brindó su conocimiento y amistad incondicional.

A mis ex estudiantes y ahora profesoras Maricel Occelli y Carla Coutsier, por su colaboración, alegría y siempre buena disposición.

Hago extensivo mi agradecimiento a las docentes que confiaron en nuestras propuestas y colaboraron con este trabajo.

A Florencia Mariano que con presteza y rapidez realizó la tarea de desgrabación.

A Isabel Nájera, por su minucioso trabajo de programación y la colaboración de Héctor Duval López en la traducción del programa de simulación del lenguaje MAPLE a VISUAL BASIC.

A Gonzalo, Carol y Thomas, a Diego y Mariana, a Fernanda y Maximiliano y a Federico por todo el cariño y el tiempo que podríamos haber compartido.

En especial a Luis A. Godoy por la paciencia y dedicación para escuchar mis dudas, brindándome su voluntad y larga experiencia como investigador.

A Elizabeth, por enseñarme el camino de la introspección.

A todos mis estudiantes que me han permitido soñar con un mundo mejor.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRAC	III
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE	VII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 MOTIVACION	2
1.2 PROBLEMAS Y PREGUNTAS QUE GUÍAN LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3 PROPÓSITOS Y OBJETIVOS.....	8
1.4 IMPORTANCIA DEL PROBLEMA.....	9
1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	10
1.6 CONTENIDOS DE LA TESIS	12
1.7 DIAGRAMA INTEGRADOR.....	16
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO. EL CONSTRUCTIVISMO Y EL APRENDIZAJE EN LÍNEA	17
2.1 LEV VYGOTSKY Y LA ESCUELA HISTÓRICA CULTURAL.....	18
2.2 DAVID AUSUBEL Y EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	21
2.2.1 <i>Aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico</i>	24
2.2.2 <i>Aprendizaje por recepción y por descubrimiento</i>	26
2.2.3 <i>Tipos de aprendizaje</i>	27
2.2.4 <i>La asimilación</i>	29
2.3 HOWARD GARDNER, INTELIGENCIAS MÚLTIPLES Y LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN	31
2.4 POSTULADOS DE BASE PARA EL MODELO	37
CAPÍTULO 3 CARACTERÍSTICAS Y ANTECEDENTES DE LA ENSEÑANZA EN LÍNEA	41
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA CON TIC.....	42
3.2 UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	45
3.3 ALGUNAS PROPUESTAS EXISTENTES PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA	48
3.3.1 <i>Modelo Concord</i>	48
3.3.2 <i>Aprendizaje Distribuido</i>	49
3.3.3 <i>Modelo Pedagógico UOC</i>	52
3.4 APLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LÍNEA.....	54
3.4.1 <i>Aprendizaje basado en la indagación</i>	55
3.4.2 <i>Modelos en los cuales se incorpora la metacognición</i>	62
3.4.3 <i>Ambientes virtuales de modelaje y simulación</i>	65
3.4.4 <i>Modelos basados en el aprendizaje colaborativo</i>	71

3.4.5 <i>Redes para la enseñanza en línea</i>	74
3.4.6 <i>Otros desarrollos</i>	75
3.5 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	78

CAPÍTULO 4. FORMULACIÓN DE UN MODELO CONSTRUCTIVISTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS 81

4.1 OBJETIVOS DEL MODELO	82
4.2 DIMENSIONES DE ANÁLISIS DEL MODELO	88
4.2.1 <i>Dimensión contextual</i>	88
4.2.2 <i>Dimensión multimedial</i>	92
4.2.3 <i>Dimensión pedagógica didáctica</i>	95
4.2.4 <i>Dimensión cognitiva</i>	100
4.2.5 <i>Dimensión epistemológica</i>	102
4.2.6 <i>Dimensión comunicacional</i>	103
4.3 ETAPAS DEL MODELO	104

ANEXO 4.1 INTEGRACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE ANÁLISIS	109
--	-----

CAPÍTULO 5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA 111

5.1 ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA	112
5.2 ESTUDIOS EVALUATIVOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	115
5.2.1 <i>Evaluación del contexto</i>	115
5.2.2 <i>Evaluación de entrada (input)</i>	116
5.2.3 <i>Evaluación del proceso</i>	117
5.2.4 <i>Evaluación de producto</i>	119

CAPÍTULO 6 PRIMERA INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA: IDEAS DOCENTES SOBRE LA COMPRENSIÓN, RECURSOS TECNOLÓGICOS Y DESTREZAS DE LOS USUARIOS 123

6.1 INTRODUCCIÓN	124
6.2 ANTECEDENTES	126
6.3 IDEAS DE LOS DOCENTES ACERCA DE LA COMPRENSIÓN.....	129
6.3.1 <i>Muestra y recolección de datos</i>	129
6.3.2 <i>Resultados</i>	130
6.4 RELACIÓN DE LOS DOCENTES CON LAS TIC.....	136
6.4.1 <i>Tratamiento de los datos</i>	136
6.4.2 <i>Resultados</i>	138
6.4.3 <i>Uso y disponibilidad de la computadora y programas de computación</i>	139
6.4.4 <i>La capacitación de los docentes con TIC</i>	142
6.4.5 <i>Opiniones sobre las TIC</i>	144
6.5 CONCLUSIONES.....	145

ANEXO 6.1 Cuestionario para conocer el sistema de apoyo tecnológico que poseen los docentes.....	149
--	-----

CAPÍTULO 7 SEGUNDA INVESTIGACION DIAGNÓSTICA: CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE PÁGINAS WEB SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	153
7.1 INTRODUCCIÓN	154
7.2 ENUNCIADOS TEÓRICOS Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	155
7.2.1 <i>Estudio del lenguaje en la obra de van Dijk</i>	156
7.2.2 <i>El lenguaje de la ciencia</i>	159
7.2.3 <i>Tipos de discurso</i>	160
7.2.4 <i>Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación</i>	162
7.3 MATERIAL Y MÉTODO	165
7.4 RESULTADOS.....	167
7.4.1 <i>Dimensión de procedencia</i>	167
7.4.2 <i>Dimensión lingüística</i>	168
7.4.3 <i>Dimensión cognitiva</i>	170
7.4.4 <i>Dimensión Contextual</i>	170
7.5 CONCLUSIONES	171
ANEXO 7.1 Páginas Web evaluadas.....	174
ANEXO 7.2 Planilla de catalogación para analizar páginas Web de contenido científico	175

CAPÍTULO 8 DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÓDULO EN LÍNEA SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	177
8.1 ETAPA DE DISEÑO Y DESARROLLO	178
8.1.1 <i>Dimensión de multimedia</i>	182
8.1.2 <i>Dimensión pedagógica-didáctica</i>	199
8.1.3 <i>Dimensión cognitiva</i>	198
8.1.4 <i>La dimensión epistemológica</i>	200
8.1.5 <i>La dimensión comunicacional</i>	201
8.2 EL VIDEO COMO UNA ESTRATEGIA ESPECIAL	203
8.3 UNA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RSU	204
8.3.1 <i>Sistema de manejo de residuos sólidos urbanos considerado</i>	205
8.3.2 <i>Definición de la población en la simulación</i>	206
8.3.3 <i>Componentes de los RSU</i>	209
8.3.4 <i>Definición de la Disposición Final de los RSU</i>	210
8.3.5 <i>Ingreso de datos y ejecución de la simulación</i>	211
8.3.6 <i>Resultados del proceso de simulación</i>	214
8.3.7 <i>Uso de la simulación</i>	215

CAPÍTULO 9 EVALUACION Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA	217
9.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE ENTRADA.....	218
9.1.1 <i>Evaluación del CD-ROM a través del juicio de expertos</i>	220
9.1.2 <i>Evaluación de aspectos particulares de los docentes-alumnos</i>	226
9.1.3 <i>El conocimiento previo de los docentes-alumnos</i>	237

9.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROCESO	245
9.2.1 Registro de la marcha del curso mediante diarios de clase.....	247
9.2.2 Evaluación del proceso de aprendizaje de los participantes	259
9.2.3 Evaluación de la comunicación	267
9.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE PRODUCTO.....	278
9.3.1 Evaluación del curso hecha por los participantes	278
9.3.2 Evaluación de las dimensiones del modelo	286
9.3.3 Evaluación final de los aprendizajes	291
9.4 EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL (SIGRES)	297
9.5 CONCLUSIONES.....	299
ANEXO 9.1 Cuestionario de opinión de expertos sobre del CD-ROM de RSU	303
ANEXO 9.2 Planilla sobre temas o contenidos a ser tratados en el módulo.....	305
ANEXO 9.3 Planilla para procesar datos de temas o contenidos	306
ANEXO 9.4 Cuestionario inicial sobre conocimiento previo de los participantes referidos a los RSU.....	308
ANEXO 9.5 Cuestionario para indagar contenidos actitudinales	309
ANEXO 9.6 Respuestas actitudinales de los docentes	310
ANEXO 9.7 Cuestionario de opinión para la evaluación cualitativa del curso	315
ANEXO 9.8 Cuestionario de opinión de los estudiantes sobre las dimensiones propuestas para el módulo de RSU	316
ANEXO 9.9 Cálculo de índices por indicador y por dimensión.....	318
ANEXO 9.10 Evaluación final sobre conceptos referidos a los RSU	322
ANEXO 9.11 Problemas para resolver con SIGRES.....	323
CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES, APORTES Y RECOMENDACIONES	329
10.1 RESEÑA DE LA INVESTIGACIÓN.....	329
10.2 APORTES Y ASPECTOS ORIGINALES DE LA TESIS.....	332
10.3 PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES	335
10.4 RECOMENDACIONES PARA TRABAJO FUTURO	346
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	349

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

En esta tesis se formula un modelo teórico, que se denomina “Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en Línea” (abreviado como MoCEL), en el que se delimitan seis dimensiones de análisis necesarias para su desarrollo y se propone una estructura o metodología de trabajo organizada en cuatro etapas.

Para operativizar el modelo didáctico propuesto se ha elaborado un módulo con TIC (e-módulo)¹ sobre la problemática los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que incluye un CD-ROM -donde se proporciona información relevante sobre los RSU, un conjunto de actividades secuenciadas según el modelo didáctico, un video para sensibilizar a los alumnos en el tema y una simulación computacional para la gestión de este problema ambiental- y la utilización de una plataforma virtual de libre acceso (Moodle) como andamiaje para la comunicación entre los integrantes del Curso y con sus tutores.

¹ Con el nombre de e-módulo se designa a una estructura diseñada para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en línea, que abarca la propuesta didáctica, los recursos tecnológicos y las actividades para la comunicación.

Posteriormente se realiza una prueba exploratoria del e-módulo -desarrollado para la formación continua de docentes de Ciencias- para valorar su utilidad y calidad a través de una metodología de investigación evaluativa. Los resultados obtenidos permiten detectar si se cumplen las metas y objetivos planteados, si se favorece la construcción de conocimiento en los docentes y si se ajustan los recursos y actividades programadas a las dimensiones del MoCEL, todo ello con fines de mejora continua.

1.1 MOTIVACION

En las formas tradicionales de la Enseñanza de las Ciencias se destaca la transmisión de la información por medio del docente, quien posee y estructura el conocimiento, mientras que los estudiantes actúan como receptores de esa información en un ambiente de clase presencial. El ritmo de trabajo lo impone el profesor, dedicando la mayor parte de su tiempo al dictado de las lecciones. Se supone que los contenidos permanecen relativamente estables y son presentados como una serie de verdades y leyes científicas. Este modelo está basado en la teoría conductista del aprendizaje, y ha sido estudiado desde una óptica crítica durante los últimos cuarenta años, poniéndose en relieve sus limitaciones y falencias. En la actualidad, esas formas de enseñanza se consideran totalmente fuera de las tendencias aceptadas en diversas disciplinas, incluyendo la Enseñanza de las Ciencias.

Por el contrario, la investigación en la Enseñanza de las Ciencias ha consolidado líneas de trabajo globalmente conocidas como tendencias constructivistas, cuyos resultados permiten, cada vez más, comprender y mejorar las formas de enseñar y aprender. En general, esta propuesta establece que la mayor parte de lo que entendemos y aprendemos es construido por el sujeto y “ya no se trata de dar respuestas a estímulos, ni al producto del arreglo de las contingencias de refuerzo, sino a complejas elaboraciones resultantes de interacciones con el medio ambiente físico y sociocultural en las que intervienen estructuras y procesos mentales” (Rodríguez Arocho, 1998). Desde este enfoque, el aprendizaje es el resultado de fuerzas internas y de la relación entre el sujeto y el contexto que intercambian información.

A grandes rasgos, las características de un marco teórico constructivista de referencia pueden sintetizarse mediante los siguientes enunciados (Gil Pérez, 1994; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Perales Palacios y Cañal de León, 2000):

- El aprendizaje implica transformar la mente de quien aprende.
- Los conocimientos previos de los estudiantes son importantes, de manera tal que se puedan adaptar o asimilar para llegar a un conocimiento nuevo.
- Los procesos de negociación de significados deben de ser propiciados a través de un ambiente de aprendizaje adecuado.
- La aplicación de los nuevos conocimientos, el pensamiento crítico y creativo y, sobre todo, las destrezas de investigación -como la resolución de problemas- son los principales procedimientos de la Enseñanza de las Ciencias.

De manera contemporánea a estos cambios en las concepciones educativas, han ocurrido dos tendencias de fuertes impacto. En primer lugar, hemos presenciado una revolución en las comunicaciones y en la utilización intensiva de los nuevos medios tecnológicos, que han producido una vigorosa dinámica de cambio en la sociedad en general y particularmente en los escenarios tradicionales de la educación (UNESCO, 2003). Específicamente las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) traen consecuencias notables para la enseñanza y el aprendizaje, entre las que se destacan las señaladas por Cebrián (2003), Litwin (2000), Cabero Almenara (1996) y Monereo (2005), tales como:

- La noción del tiempo y del espacio es distinta; se crea un nuevo lugar en el cual se establecen formas de interacción, en el que las barreras del tiempo y la distancia física han sido superadas.
- Las identidades personales se presentan ausentes o diluidas, de tal manera que es imposible reconocer con certeza al “otro”.

- Se establecen diferentes formas de acceder al conocimiento, de promover su circulación, construcción y apropiación.
- La negociación de significados de aprendizaje se establece a través de otras estrategias en las cuales los materiales juegan un papel dominante.
- Los roles y las relaciones entre docentes y alumnos son diferentes a los concebidos por la educación presencial, de tal forma que las posiciones jerárquicas ya no se distinguen.

Estos elementos muestran una interesante perspectiva en la cual se necesitan plantear nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que consideren marcos teóricos que den cabida a estas condiciones.

Una segunda revolución ha ocurrido asociada a la vertiginosa producción de conocimientos científicos. La situación de cambio continuo en la que se encuentran las ciencias experimentales con respecto a un cuarto de siglo atrás, tiene consecuencias importantes para los docentes de ciencias, quienes enfrentan serias dificultades para seguir los adelantos conceptuales más importantes en este precipitado escenario. Esto hace necesaria la actualización y perfeccionamiento permanente, para que los docentes puedan transferir los nuevos conocimientos a las aulas. En este sentido, tanto las instituciones educativas que imparten títulos académicos como los centros el perfeccionamiento continuo de los docentes, precisan crear ambientes de aprendizaje diferentes a los utilizados hasta el presente, incluyendo nuevas formas de enseñanza en las que se integren de manera efectiva el uso de las tecnologías de la información y comunicación con un el contenido científico actualizado.

Para incorporar los recursos informáticos en la Enseñanza de las Ciencias, se requiere fortalecer el perfeccionamiento permanente de los docentes, a través del diseño y la implementación de programas de formación que permitan la construcción del conocimiento por medio de herramientas informáticas. Una forma de llevar adelante un programa con estas características es definir las bases teóricas que lo sustentan y desarrollar marcos operativos del diseño curricular, materiales y medios didácticos en ciencias, que admitan transferir

conocimientos disciplinares específicos, integrando las TIC como soportes mediáticos.

Por otra parte, se busca enfrentar los cambios señalados mediante la incorporación de cursos que emplean las TIC en la formación de docentes. Como tradicionalmente la formación de los docentes ha estado centrada en exposiciones de contenidos que responden a modelos conductistas, entonces es lógico pensar que este mismo enfoque pueda ser transferido a los cursos que emplean otros estilos de comunicaciones y nuevos medios tecnológicos (por ejemplo, cursos que se llevan a cabo por medio de Internet), transformando los materiales de instrucción en simples textos electrónicos que propician un conocimiento reproductivo. Esa tendencia también estaría motivada por las limitadas posibilidades que permiten los actuales sistemas tecnológicos de bajo costo, ya que esta condición restringe el uso de una amplia gama de estrategias multimediales. De manera que la suma de las formas tradicionales de enseñanza más las TIC no representan una solución viable para las necesidades de la Enseñanza de las Ciencias del Siglo XXI. Es por ello que se necesita la creación de nuevos desarrollos que combinen las tendencias constructivistas con las tecnologías de la información y la comunicación, lo que no es algo trivial sino que constituye en la actualidad un gran desafío. A partir de esta situación, surge el problema de cómo usar los recursos informáticos para que contribuyan a la construcción del conocimiento de los estudiantes y por otra parte, cómo se estructura la función de la virtualidad en este contexto.

La complejidad de este desafío está en parte dada por el carácter interdisciplinario de la tarea, que combina aspectos tecnológicos, psicológicos, pedagógico-didácticos, cognitivos, epistemológicos y comunicacionales. Esto explica que en la mayoría de los desarrollos que se encuentran hoy en día, no se contemple este carácter complejo y se simplifique el problema a una o dos de sus dimensiones, o como señala Bartolomé (1999) “los desarrollos de programas multimediales formativos están más preocupados por conseguir productos útiles que por seguir planteamientos teóricos que, en muchos casos, están ligados a concepciones limitadas del aprendizaje humano”. Afortunadamente, ya se cuenta en la actualidad con algunos desarrollos enfocados desde la investigación, como también se cuenta con recursos tecnológicos viables para el desarrollo de nuevos materiales que sirvan de

apoyo a la formación de docentes, debido a que el hardware es cada vez más accesible a las instituciones y a las personas, y a que los programas computacionales tratan de ser “amigables” y comprensibles por usuarios sin preparación computacional intensiva.

A partir de lo expuesto se plantean dos interrogantes iniciales; en primer lugar, ¿qué elementos son importantes considerar para estructurar un modelo de enseñanza y aprendizaje fundamentado en un marco teórico constructivista utilizando las TIC? y, en segundo lugar, ¿de qué manera se pueden transferir los elementos del modelo propuesto a una aplicación didáctica que use TIC?

Para responder a estos interrogantes es primordial avanzar sobre propuestas innovadoras, desarrollando un modelo de enseñanza y aprendizaje con TIC que supere esta postura transmisora y permita que el sujeto de aprendizaje estructure su propia construcción del conocimiento, introduciendo la cultura tecnológica como una manera de responder al reto de este nuevo paradigma. Estos son los puntos de partida en los que se apoya la elaboración de esta tesis, preparada como parte de los requisitos para la obtención del grado de Doctor en Enseñanza de las Ciencias.

1.2 PROBLEMAS Y PREGUNTAS QUE GUÍAN LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta las consideraciones señaladas, el problema central de investigación de esta tesis se puede sintetizar en la siguiente pregunta genérica:

¿Cómo definir un modelo didáctico que utilice las actuales tecnologías de la información y la comunicación, de tal manera que integre y satisfaga los principios constructivistas para la Enseñanza de las Ciencias?

A partir de este problema, se derivan una serie de interrogantes:

¿Cuáles son los principales fundamentos de las corrientes constructivistas que se van a considerar para desarrollar el modelo didáctico?

¿Cómo son las propuestas que se encuentran actualmente desarrolladas con TIC, en especial las referidas a la Enseñanza de las Ciencias?

¿Qué características específicas tiene la enseñanza y el aprendizaje a través de las TIC que inciden en el modelo planteado?

¿Qué objetivos, dimensiones y sintaxis identifican a un modelo constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea?

¿Qué características del contexto son importantes para adecuar el diseño de los materiales al mismo?

¿Cuál es el pensamiento que poseen los docentes sobre el proceso de comprensión de los aprendizajes?

¿Cuál es la situación de los docentes con respecto al uso y a la disposición de los recursos tecnológicos?

¿Qué criterios de calidad hay que aplicar para analizar el material científico existente en páginas Web que sirvan de apoyo para estos desarrollos en línea?

¿Qué características deben tener los e-módulos diseñados para la comprensión de conocimientos de acuerdo al marco teórico planteado?

¿De qué forma se puede llevar a cabo la evaluación de un modelo didáctico con estas características que permita formular propuestas fundamentadas para su mejora continua?

¿Favorece el modelo didáctico propuesto el aprendizaje y la comprensión de tópicos científicos?

Para responder a estos interrogantes, el presente trabajo explora un modelo didáctico que incorpora las TIC para favorecer la actualización y construcción del conocimiento, utilizando la enseñanza para la comprensión, el aprendizaje significativo y la interacción social como fuentes teóricas.

1.3 PROPÓSITOS Y OBJETIVOS

Para responder a estas preguntas, en esta tesis nos hemos propuesto tres objetivos principales:

- Formular un modelo didáctico constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea.
- Diseñar, desarrollar e implementar un módulo en línea (e-módulo), dirigido a la actualización y perfeccionamiento permanente de docentes, sobre la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos.
- Evaluar el modelo didáctico constructivista aplicado a temas científicos usando una metodología de investigación evaluativa.

A partir de estos objetivos generales se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Analizar e integrar de manera pertinente los fundamentos teóricos de *interacción social*, *aprendizaje significativo* y de la *enseñanza para la comprensión* a nuestra propuesta.
- Indagar sobre el estado del arte en el tema de la enseñanza con TIC.
- Desarrollar un modelo con orientación constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea.
- Diagnosticar sobre las disponibilidades tecnológicas de los docentes y sus capacidades de uso en un contexto específico.
- Investigar el pensamiento de los docentes sobre la comprensión del aprendizaje.
- Definir criterios de calidad de páginas Web para ser usadas como materiales de apoyo en el e-módulo de RSU.

- Diseñar y desarrollar un e-módulo sobre Residuos Sólidos Urbanos acorde a los requerimientos del MoCEL propuesto.
- Implementar el e-módulo de RSU en un Curso en línea con docentes de Ciencias para ensayar, evaluar y mejorar el MoCEL.
- Evaluar los distintos componentes del e-módulo y su implementación a partir de las dimensiones propuestas en el modelo didáctico.
- Apreciar una mejora en el aprendizaje y la comprensión de tópicos científicos a través de esta propuesta didáctica.

1.4 IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

El problema que se aborda en esta tesis adquiere gran importancia a partir de diversas perspectivas. En primer lugar, al ser una problemática nueva hay escasos antecedentes teóricos sobre el tema, y en particular que estén adaptados al contexto Iberoamericano. Apenas existen estudios en la literatura especializada, encontrándose unos pocos desarrollos de programas especialmente estructurados para la formación docente con TIC. Por ello, creemos que este trabajo permite avanzar con propuestas innovadoras de enseñanza y aprendizaje con TIC que generen la construcción del conocimiento, dando la posibilidad de mejorar la calidad educativa con la introducción de estas nuevas formas de enseñar sostenidas en un modelo didáctico específicamente formulado para la enseñanza de las Ciencias en línea. La elaboración de un modelo que integre elementos de tres marcos teóricos del aprendizaje constructivista, como son los de Vygotsky, Ausubel y Gardner, significa la superación de los planteamientos lineales que en general se presentan en este tipo de enseñanza, lo que se considera un aporte para el campo de la Enseñanza de las Ciencias. Se han elegido a estos autores por ser representativos de las teorías constructivistas contemporáneas y porque de alguna manera, presentan aportes complementarios al fundamento teórico de nuestro estudio.

En segundo lugar, un estudio de esta naturaleza contribuye a introducir las TIC en la Enseñanza de las Ciencias y de esta forma aproximar a los docentes a

los debates sobre la importancia y utilización de estos recursos en la sociedad contemporánea. Así mismo, el conocimiento y uso de las TIC por los docentes permite que pueda ser transferido a sus propios estudiantes, acortando la distancia que se observa entre sus prácticas escolares y sociales con respecto al uso de estas tecnología (Turkle, 1997). Además, las herramientas tecnológicas utilizadas de manera no presencial brindan a los docentes una mayor posibilidad de acceso al conocimiento, factor importante para el desarrollo regional. También producen beneficios a aquellos que tienen escaso tiempo para la formación permanente y están limitados para desplazarse a los lugares de formación, ya sea por las grandes distancias geográficas, como por los costos económicos y de duración que insume su traslado.

Otro aspecto que destaca la importancia de este trabajo radica en que la educación científica actual tiene como principal meta formar ciudadanos capaces de comprender acerca de cuestiones que relacionan la ciencia y la tecnología. El enfoque ambiental ha adquirido relevancia en los últimos años debido al incremento de los problemas medioambientales, siendo en este momento muy importante abordar en los temas científicos las relaciones existentes entre la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) (Vilches y Gil Pérez, 2003; Solves y Vilches, 2004). En el caso de Argentina un problema ambiental importante es el originado por el incremento cada vez mayor de Residuos Sólidos Urbanos, hasta tal punto que más de un millón de personas se sostienen económicamente a través de actividades informales como son las de recoger y vender cartones, papeles, vidrios, metales, entre otros (Gobierno de Buenos Aires, 2004). Una situación como esta necesita de un compromiso educativo para la sostenibilidad formando a los docentes en estos contenidos para que puedan ser transferidos a sus estudiantes. Sumado a ello, la oferta de programas y cursos de formación en este tema no está sistematizado en los centros de formación docente. Por todo lo expuesto se considera relevante la elección de la problemática de los de los residuos urbanos y su gestión para experimentar y evaluar el modelo didáctico. Por lo que además, brinda la posibilidad de encontrar un nexo entre diferentes conceptos de las ciencias con aspectos de la vida cotidiana, favoreciendo así la transferencia a problemas reales.

1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Es importante mencionar que hay una serie de dificultades que se muestran como limitantes a la hora de concluir este trabajo. Las TIC avanzan de una manera vertiginosa pero todavía no es posible plasmar algunas ideas e innovaciones debido a las propias restricciones que ellas imponen, lo que trae aparejado reservas para la elaboración de materiales didácticos con estas estrategias. Es de esperar que las TIC vayan evolucionando con el tiempo, de modo que se irán superando las restricciones que percibimos hoy día; pero al mismo tiempo surgirán nuevas dificultades y restricciones derivadas de nuevas expectativas. Por otra parte, es usual encontrar una infraestructura tecnológica básica no totalmente resuelta, sobre todo en un país en vías de desarrollo como es Argentina, donde se aplicará el trabajo empírico de esta tesis.

En la formación de los docentes habitualmente se mantienen estructuras tradicionales y burocratizadas lo que significa que la introducción de un cambio profundo, como es el hecho de una propuesta no presencial en línea trae como consecuencias una serie de situaciones no previstas por las reglamentaciones de las entidades formadoras y de los ministerios. Por ejemplo, se plantean cuestiones acerca de cómo se lleva a cabo el cálculo de horas que acreditan los docentes para su formación de acuerdo a este sistema.

Otro aspecto que incide negativamente es la escasa investigación encontrada particularmente destinada a la formación permanente de docentes en temas científicos con TIC, por lo cual hay una tendencia a transferir experiencias y desarrollos cuyos objetivos primarios están dirigidos a los estudiantes, con el agravante de que los desarrollos en su mayoría están realizados en inglés.

Por último, la globalización de la educación trae aparejado una homogenización de materiales, esperando que los mismos desarrollos tecnológicos puedan servir en cualquier situación, sin considerar la diversidad. Se necesita conocer la cosmovisión que emerge de los contextos locales para poder generar y configurar un sistema que ayude en la formación tecnológica, reconociendo las diferencias microculturales de los docentes y de los estudiantes.

Para acotar el problema estudiado en esta tesis, se limitan los estudios mediante las siguientes observaciones:

1. La formulación del MoCEL se estructura considerando que su uso estará orientado a la formación permanente de los docentes. La tesis no abarca la formación de estudiantes de escuela de manera directa, sino que se concentra en la formación de formadores, esto es, maestros y profesores.
2. Las TIC que se utilizan en esta tesis son las que emplean en la actualidad la mayoría de los docentes en Argentina, nos referimos a una computadora personal de tipo medio, un software básico y a las formas de comunicación (e-mail, foros, chats) que habitualmente se emplean en Internet, tanto en tiempo real como en tiempo diferido. Existen otras tecnologías y formas de comunicación, diferentes y más complejas de las abordadas aquí pero se consideran en la actualidad fuera del alcance de los docentes argentinos.
3. Las etapas diagnósticas y de implementación de los materiales se llevan a cabo en un medio social y cultural específico, el de profesores de Ciencias de Argentina.

1.6 CONTENIDOS DE LA TESIS

La presentación de esta tesis se ha organizado en nueve capítulos. La Introducción (capítulo 1) presenta un panorama global del desarrollo de la investigación; se señalan los propósitos, objetivos y problemas que orientan el trabajo, así como los motivos, las limitaciones y la importancia que generaron este estudio.

El capítulo 2 contiene una revisión de la literatura del tema que se aborda y recoge los aspectos centrales que sustentan esta tesis, integrándolos en un marco teórico constructivista. Se desarrollan algunos supuestos de la teoría socio-cultural de Vygotsky (concretamente, se hace referencia a los conceptos de mediación e interacción de esta teoría); del aprendizaje significativo de Ausubel (de quien nos interesa el conocimiento previo de los estudiantes y la motivación para aprender) y por último, de la enseñanza para la comprensión de Gardner se rescata la importancia de los tópicos generativos, las metas y desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua. Estos

aspectos se articulan para definir postulados que sirven de base para construir un modelo para la Enseñanza de las Ciencias con TIC.

En el tercer capítulo se definen las principales características de la enseñanza en línea y algunos modelos propuestos por instituciones educativas cuyos objetivos están centrados en la educación a distancia y se detalla una propuesta más genérica que es el “Aprendizaje Distribuido”, dada la importancia del uso de este modelo. Así mismo se profundiza en el estudio de los principales desarrollos encontrados para la Enseñanza de las Ciencias con la finalidad de mostrar el “estado del arte” en este campo. Para ello, se analizan desarrollos tecnológicos cuyos objetivos están centrados en la enseñanza concreta de las Ciencias Naturales y se clasifican, según la estrategia de aprendizaje dominante, en aquellos que hacen hincapié en la indagación, en la metacognición, en ambientes de modelaje y simulación y en el aprendizaje colaborativo. Se presentan estudios iberoamericanos, antecedentes personales y las búsquedas realizadas para el tema concreto de los Residuos Sólidos Urbanos.

Se desarrolla, en el capítulo 4 de esta tesis, la formulación de un modelo específico denominado “Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en Línea” (MoCEL), apoyado en los supuestos teóricos desarrollados en el capítulo 2. Se define el sustrato epistemológico del modelo haciendo una breve revisión de las dos posturas dominantes que muestra la Didáctica de las Ciencias, y a continuación se enuncian los objetivos, dimensiones de análisis (con sus categorías e indicadores) y una propuesta metodológica de trabajo estructurada en cuatro etapas: diagnóstica, de diseño-desarrollo, de ejecución y de evaluación.

En el capítulo 5 se propone una metodología de investigación evaluativa que abarca cuatro momentos: evaluación de contexto, de entrada o “input”, de proceso y de producto, denominada CIPP (Stufflebeam, 1987). Esta metodología permite evaluar las dimensiones del modelo y los aprendizajes desde un enfoque cualitativo con una serie de instrumentos tales como la evaluación por medio de expertos, pruebas diagnósticas, cuestionarios cerrados, entrevistas abiertas, estudio de diarios de clases, registro de comunicaciones establecidas en los foros, cuestionarios de opinión abiertos y cerrados y entrevistas en profundidad.

El sexto capítulo desarrolla la etapa de diagnóstico del MoCEL a través de dos investigaciones realizadas con la finalidad de determinar el contexto específico en el que se implementará el modelo. En primer término, se plantea un estudio cualitativo sobre lo que piensan los docentes sobre la enseñanza para la comprensión y se completa con la presentación de dos antecedentes llevados a cabo con anterioridad y transferidos a este trabajo. Uno de ellos presenta los aspectos innovadores que poseen los docentes como condición necesaria para el uso de las TIC y el otro, analiza cómo logran los docentes generar contenidos interesantes y motivadores, organizados de una manera diferente para posibilitar la comprensión, lo que se desarrolla a través de una estrategia didáctica que permite definir “tópicos generativos”. En segundo lugar se investiga a través de un cuestionario la disponibilidad tecnológica de los docentes, sus capacidades de uso y destrezas, las posibilidades de formación que demandan y sus opiniones acerca de las TIC. Estos datos son necesarios para ajustar el modelo a la realidad de los docentes.

En el capítulo 7 de la tesis se lleva a cabo una investigación en la que se estudia el discurso escrito de un grupo de páginas Web sobre el tema “Residuos Sólidos Urbanos”. Se definen categorías que permiten analizar el uso del lenguaje, la procedencia y el diseño de las páginas basadas en la propuesta de van Dijk (1997) y trabajos realizados dentro del marco de la Didáctica de las Ciencias. El método de investigación que se propone es descriptivo, utiliza técnicas cualitativas para determinar características de las páginas Web, de tal forma que se puedan seleccionar como materiales para ser usados en la generación de nuestro desarrollo. Se propone una metodología de análisis de calidad de estos materiales que puede ser utilizada en otros desarrollos que empleen Tecnologías de la Información y la Comunicación.

El capítulo 8 refiere los aspectos generales del e-módulo sobre Residuos Sólidos Urbanos, en el que se aplica el MoCEL. Se definen sus principales características acordes a las dimensiones y etapas planteadas para el modelo, y se describen los detalles de la propuesta desarrollada en un CD-ROM y complementada con la plataforma Moodle. Se discuten dos recursos especiales usados en este desarrollo, que son un video que incorpora imágenes que evocan sensaciones hacia el problema de los residuos y una simulación

computacional para la gestión de los RSU. Esta última presenta algunos ejemplos y problemas de aplicación didáctica con distintos niveles de complejidad, lo que permite poner a prueba predicciones.

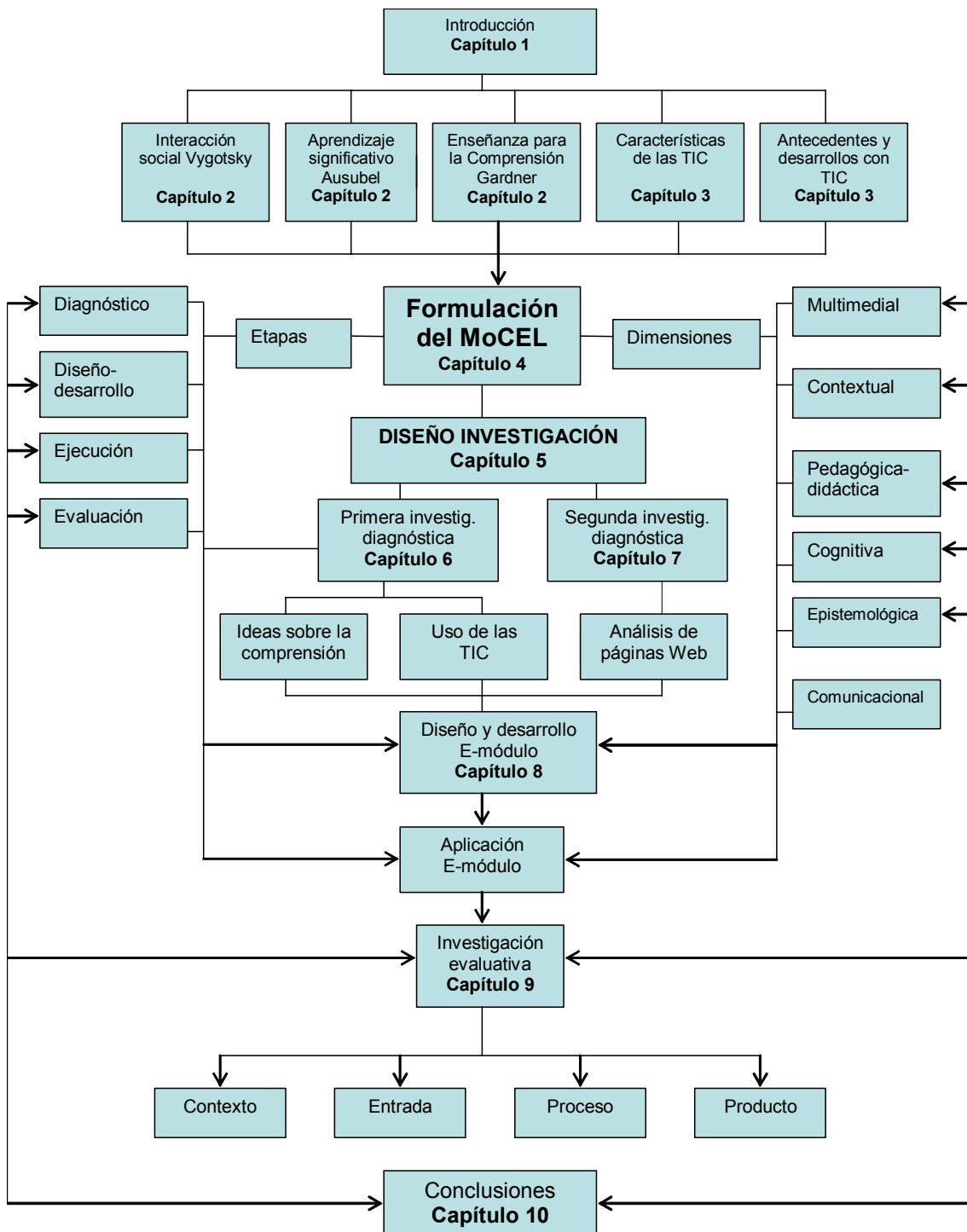
El capítulo 9 muestra los resultados obtenidos de la investigación evaluativa del e-módulo, que aborda la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos y está destinado a la formación continua de docentes. El capítulo tiene tres partes: en la primera se muestran los resultados correspondientes a la evaluación de entrada del CIPP, que se corresponde con las etapas de diseño-desarrollo y el primer momento de la etapa de implementación propuesta en el MoCEL. La segunda parte describe los resultados de la evaluación del proceso en el cual se lleva a cabo la ejecución de un Curso utilizando el e-módulo. Y en la tercera parte, se desarrollan los principales puntos con respecto a la evaluación de producto. Adicionalmente se realizó una evaluación de la simulación computacional para la gestión de los residuos sólidos (SiGRES).

Finalmente, en el capítulo décimo se realiza una reseña de la investigación, se identifican los aportes y aspectos originales y se señalan las conclusiones generales de esta investigación, exponiendo una síntesis de los principales resultados alcanzados en todo el estudio, así como también los nuevos retos que surgen para futuros trabajos en el tema.

En algunos capítulos se incluyen anexos que contienen información adicional, como plantillas utilizadas, cuestionarios, respuestas a preguntas, datos obtenidos, tablas, etc. Y, finalmente se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas en el trabajo global.

A continuación se muestra un diagrama conceptual a manera de síntesis del presente trabajo.

1.7 DIAGRAMA INTEGRADOR



Capítulo 2

MARCO TEÓRICO: EL CONSTRUCTIVISMO Y EL APRENDIZAJE EN LÍNEA

La educación contemporánea considera al constructivismo como la postura dominante en la que se basa la conceptualización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. No se puede decir que sea una teoría que tenga un enfoque unificado, ya que no concuerda con un sólo modelo de aprendizaje, pero en general, se establece que la mayor parte de lo que se entiende y aprende es construido por el sujeto y que su conocimiento del mundo se hace a través de representaciones que él mismo reestructura para su comprensión.

Centrándonos en este marco teórico, corresponde en este capítulo desarrollar los fundamentos que sirven de base a la propuesta que estamos realizando en esta tesis. La presente revisión ha podido identificar tres vertientes que nutren nuestro trabajo tales como, la perspectiva sociocultural de Lev Vygotsky, el aprendizaje significativo de David Ausubel y el enfoque la Enseñanza para la Comprensión apoyado en la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner. En todos los casos, nuestra propuesta es tomar algunas ideas fundamentales de estos modelos tratando de integrarlas como ejes

estructurantes de los aprendizajes constructivistas y la enseñanza en línea² para lo cual se analizan ciertas características que definen una serie de postulados que sirven de base en el desarrollo del nuevo modelo que proponemos.

2.1 LEV VYGOTSKY Y LA ESCUELA HISTÓRICA CULTURAL

Comenzaremos describiendo la escuela denominada histórica cultural, cuyo principal representante es Lev Vygotsky. Este autor desarrolló una teoría según la cual los factores sociales, culturales e históricos desempeñan un papel en el desarrollo humano. El concepto de mediación propuesto por Vygotsky (1978) permite transformar las relaciones sociales en funciones mentales superiores, “es a través de la internalización de instrumentos y sistemas de signo producidos culturalmente, como se produce el desarrollo cognitivo” (Moreira, 1995a). De esta manera el énfasis está puesto en las formas en que las acciones humanas constituyen los escenarios socioculturales y como éstos a su vez impactan y transforman las acciones humanas.

Se destaca la acción mediada en un contexto, en el cual el mundo exterior de las interacciones sociales se convierte en procesos y funciones psicológicas que se internalizan durante el aprendizaje social. Como consecuencia el aprendizaje antecede al desarrollo cognitivo. Esta posición presenta un carácter dialéctico de la relación individuo-sociedad, sujeto-cultura, en la cual es imposible dar cuenta de la acción del hombre sin considerar que estos aspectos, son producidos, reproducidos y transformados por el propio accionar de las personas. En este sentido, tanto la acción como sus escenarios son dos niveles de análisis, pero al mismo tiempo son inseparables, (Marrero Irrizarry, 1995).

La reinterpretación de la perspectiva histórico-cultural ampliando el significado de contexto para considerar la cultura como el entorno natural en el cual se despliegan las personas, permite plantear situaciones de aprendizaje similares a las que los aprendices están expuestos fuera del ámbito escolar. Esto posee un efecto facilitador para el aprendizaje dado que sirve de base para que los

² Se considera aprendizaje en línea aquel que se lleva a cabo con computadora y uso de conexión a Internet. Este último recurso puede ser usado esporádicamente.

nuevos conocimientos sean significativos para los estudiantes (Lacasa, 1994). Por otra parte, conocer el entorno cultural implica dar lugar a las creencias, elementos imprescindibles cuando se trata de enseñar cuestiones profundas relacionadas con la construcción del conocimiento científico. Un ejemplo de esto es el valor que se le puede adjudicar a la ciencia y el lugar que ocupa en el imaginario social de los alumnos y docentes.

Para Vygotsky la función del aprendizaje debe ser la creación de zonas de desarrollo próximo (ZDP), definida como:

...la distancia entre el nivel de desarrollo actual, determinado por la solución independiente de problemas, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por medio de la solución de problemas bajo la orientación de un adulto o en colaboración con pares más capaces” (Vygotsky, 1978).

La ZDP representa el desarrollo cognitivo prospectivo, o sea que se proyecta a funciones que todavía no maduraron. Es interesante resaltar que esta entidad pone de manifiesto las potencialidades de las funciones metales como algo abierto y no definitivamente hecho. Esto último se vería facilitado por el uso de las nuevas tecnologías que a través de diferentes actividades que se pueden llevar a cabo en los entornos virtuales proporcionaría un aprendizaje entendido como un proceso en donde el alumno va progresivamente controlando su actividad y el profesor ayuda a estructurar los contenidos en una acción de enseñanza recíproca.

En la teoría de Vygotsky son importantes los instrumentos psicológicos como recursos para dominar los procesos mentales, tales como la lengua, los símbolos algebraicos, los diagramas, mapas, entre otros. Estos instrumentos determinan la autoconstrucción del sujeto, por lo que resulta un individuo activo de su propio desarrollo (Frawley, 1997). En este sentido el aprendizaje estimula una variedad de procesos que emergen en la interacción con otras personas y en diversos contextos, pero siempre mediatizada por el lenguaje. También están los instrumentos técnicos que son usados para provocar cambios en otros objetos.

La cultura provee herramientas, específicamente se trata de los artefactos que crea y produce el hombre como producto de esta cultura. Desde esta perspectiva podemos considerar a la virtualidad como un nuevo escenario donde el uso de la computadora es vista como una aplicación y proyección de

la mente del usuario. Esta herramienta informática mediatiza las relaciones como si las personas estuvieran cara a cara, facilitando un gran número de interacciones. Bransford et al. (2001) le adjudica a las interacciones computacionales el papel de facilitadoras de algunas actividades, haciéndolas más fáciles, de manera tal que operan como un auxiliar externo de la memoria. Pero por otra parte, también pueden ser factores que determinan ciertas configuraciones del pensamiento y de la capacidad cognitiva de los sujetos.

En una revisión de los postulados de Vygotsky, presentados por las posturas postvysgoskianas se presupone que la mente surge de la actividad mediada conjuntamente con las personas y en este sentido la mente es co-construida y distribuida. La cognición se distribuye entre los individuos y la información que se procesa entre los ellos; como también los instrumentos y artefactos proporcionados por la cultura (Daniels, 2003). En otras palabras la inteligencia se distribuye entre los individuos, el entorno, las representaciones simbólicas externas, las herramientas y los artefactos. Una oportunidad para distribuir las cogniciones son el establecimiento de redes que pueden ser próximas o distantes dando la oportunidad de que se constituyan por medio de las TIC, de esta manera la actuación con los instrumentos tecnológicos pasan de ser solitarios, a ser en colaboración. El mundo contemporáneo está lleno de artefactos que se emplean para realizar labores y las TIC desempeñan un importante papel potenciando el trabajo y las actividades humanas.

Esta nueva capacidad de “distribuir la inteligencia” auxiliada por herramientas y socialmente compartida enfrenta la necesidad de estructurar modelos de aprendizaje con TIC centrado en generar diferentes espacios de comunicación y la función de la virtualidad es ser el soporte de las interacciones que allí se producen. El acceso a la información ya no constituye ningún problema; la cuestión más importante es transformar esta información en conocimiento compartido, de manera que se puedan establecer verdaderas comunidades de aprendizaje. En estas se producen nuevas relaciones entre los actores que participan en la enseñanza y en el aprendizaje, permitiendo establecer procesos de negociación de significados. Pea (2001) sostiene que las herramientas de computación no son amplificadoras de la cognición sino que son como un instrumento que permite reorganizar el funcionamiento mental, lo que equivale usar nuevos potenciales para aprender y esto hace que “cambien las propiedades de lo que uno necesita saber”. Esta característica condiciona

los contenidos de aprendizaje desplazando los objetivos de un determinado dominio a otro. Un ejemplo simple de esto es la calculadora, ya no se necesita incluir ejercitación práctica mecánica para la obtención de resultados precisos en las operaciones de cálculo básico, sino saber estimar y seleccionar los métodos de cálculo apropiados.

Una derivación que atañe directamente a proponer un modelo con TIC se refiere al diseño de actividades que considere este potencial distribuido de la cognición y que si se trata específicamente de enseñar ciencias, el punto de partida se basa en incluir cuestiones profundas relacionadas con los procedimientos de las ciencias, en un acuerdo a las teorías enmarcadas en el contexto histórico-cultura. En síntesis, la manera en que se concibe el aprendizaje y sus relaciones incide en las definiciones que se tomen para desarrollar un modelo de enseñanza con TIC.

Con estas consideraciones damos por finalizado el aporte de esta teoría a nuestro modelo A continuación expondremos algunas de las ideas de la teoría de Ausubel porque junto con las cuestiones planteadas, nos provee de elementos constructivistas fundamentales para desarrollar el modelo de enseñanza con TIC, que vamos a proponer.

2.2 DAVID AUSUBEL Y EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

A continuación expondremos algunas de las ideas de Ausubel (2000), por ser considerado como uno de los autores más importantes y representativos de las teorías del aprendizaje contemporáneas. Resulta valioso su estudio porque es una teoría utilizada en el campo de la enseñanza de las ciencias, y puede servir de fundamento para los desarrollos con nuevas tecnologías, siendo además, una propuesta en la que el trabajo escolar está diseñado para superar el memorismo tradicional de las aulas y lograr un aprendizaje más integrador, comprensivo y autónomo.

La principal noción que postula Ausubel es la de *aprendizaje significativo*, que se define como un proceso a través del cual la tarea de aprendizaje puede relacionarse de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende. La no arbitrariedad significa que la relación de la

nueva información con la estructura cognitiva es específica, se realiza con conocimientos previos preexistentes, ya sean ideas, conceptos o proposiciones denominados subsumidores que funcionan como anclaje para los nuevos conocimientos. Traduciendo esto a las actividades que se proponen con las TIC podemos hablar de las relaciones que se establecen entre los contenidos y los conocimientos previos de los alumnos. Con respecto a la sustantividad nos indica que lo que se incorpora es la sustancia del nuevo conocimiento y no las palabras o elementos utilizados para ello.

De acuerdo con este planteamiento, se ha hecho célebre la frase de Ausubel que el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. El maestro debe averiguarlo y enseñar en consecuencia de lo que descubra. En los avances de enseñanza con nuevas tecnologías, la propuesta es partir siempre de lo que el alumno tiene, conoce, respecto de aquello que se pretende que se aprenda. Como ejemplo podemos tomar un concepto ampliamente estudiado en Biología que es la célula. Cuando se desarrolla el estudio de esta estructura desde el punto de vista morfofisiológico, se comienza “anclando” las estructuras celulares en las formas geométricas previamente reconocidas por el alumno. Con respecto a las funciones más simple de los orgánulos celulares también acudimos a conceptos que funcionan como subsumidores, tal es el caso de la mitocondria como orgánulo de respiración celular; pero si comenzamos por la explicación química de la respiración seguramente los alumnos no tendrán cómo aferrar estos conocimientos si no han profundizado previamente el estudio de la química. Este es el caso de muchos currícula que pretenden enseñar los procesos celulares sin tener conocimientos elementales de la química. Este ejemplo nos ilustra que los subsumidores deben ser específicos, estar claros, relevantes y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto.

Puede darse el caso de que no existan los conceptos o ideas que sirvan de anclaje para que se produzca el aprendizaje significativo, entonces Ausubel da una solución a esto, pudiendo utilizar contenidos introductorios lo suficientemente relevantes para establecer la relación con los nuevos contenidos. Se trata de los llamados *organizadores previos* cuya función es servir de puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que debe saber antes de adquirir nuevos conocimientos. No se trata de una síntesis del material a

estudiar sino que deben tener un nivel más alto de generalidad y ser lo suficientemente inclusivo, como para dar cabida a los nuevos conocimientos.

En el caso de validar los organizadores, son varios los problemas que se presentan. Gutiérrez (1987) señala que una primera dificultad es definir de forma operativa este constructo; otra se refiere a lo poco consistente que se muestran los resultados de las investigaciones al respecto; y por último los organizadores son una mezcla de prerrequisitos lógicos y psicológicos. Acerca de la primera crítica, Moreira (2000) afirma que “no se puede establecer en términos absolutos si un material es o no un organizador previo, ya que depende de la naturaleza del material, la edad del alumno y el grado de familiaridad que se tenga con el objeto de estudio”. Desde esta perspectiva, en el ejemplo de célula que mencionamos anteriormente, se torna difícil precisar cuáles serían los conceptos de química que habría que saber para poder aprender la función de respiración celular, sin embargo podríamos indagar las ideas de nuestros alumnos o utilizar los resultados de investigaciones realizadas al respecto, como son en este caso las de Giordan y de Vecchi (1988) y Giordan et al. (1988), que nos darían “pistas” generales acerca de cuales podrían ser los mejores organizadores. Estas investigaciones y otras muchas desarrolladas, si bien no se preocupan tanto de mostrar el efecto facilitador de los organizadores en el aprendizaje, tienen como utilidad exponer al docente ideas previas ampliamente consolidadas en los estudiantes que le sirven de base para estructurar su tarea.

A partir de lo expuesto, es importante ampliar el espectro a considerar cuando se trata de utilizar organizadores para enseñar. Se pueden elegir no sólo textos, sino también otros materiales como simulaciones, videos, audios, etc., tratando de abarcar las mayores posibilidades que brinda el material respecto de las características ideosincráticas³ de los estudiantes. En este sentido las TIC permiten un amplio espectro para hacer cosas con ellas. Por ejemplo, entrar en algún juego que transporta al usuario al mundo de las ciencias, figuras tridimensionales de procesos abstractos, relacionar alumnos con grupos de investigadores, usar laboratorios abiertos en la Web.

La tercera crítica que se les hace a los organizadores previos es la posible mezcla entre el significado lógico y psicológico de estos prerrequisitos. En este

³ Ideosincráticas: se refiere a la índole del temperamento y carácter de cada individuo.

sentido pueden formularse dos cuestiones esclarecedoras. Los materiales simbólicos poseen su propio significado lógico y los significados psicológicos se refieren a la relación del material con la estructura cognitiva individual del alumno. El aprendizaje significativo puede transformar el significado lógico en psicológico, “la emergencia del significado psicológico depende, no sólo de la presentación al aprendiz de un material lógicamente significativo, sino, también, de la disponibilidad, por parte del aprendiz, del contenido de ideas necesario” (Moreira, 2000).

Al respecto de esto último, observamos que cuando los docentes definen programas o unidades didácticas usan los criterios lógicos y psicológicos para la selección y organización de sus contenidos. Pero advertimos que, si bien los criterios pueden tener una raíz conceptual análoga, no se refieren estrictamente a los conceptos manejados al respecto por la teoría Ausubeliana, sino a la lógica de los contenidos en general, y a su adaptación psicológica según el grupo de alumnos con los cuales se trabajará la propuesta. Lo mismo observamos cuando se analizan contenidos científicos desarrollados en la Web, estas cuestiones de la teoría aparecen debilitadas o por lo menos no se hacen visibles, tal como lo muestra un estudio sobre materiales desarrollados para el estudio del “origen de la vida y evolución” realizado en Internet (Crocco et al., 2004). Sólo en algunos casos se pueden observar “mapas de navegación” para resumir las ideas centrales de la página con la finalidad de facilitar su comprensión inicial, sin llegar a ser organizadores previos.

2.2.1 Aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico

A partir del análisis de lo expuesto, se plantea comparar y contraponer el aprendizaje significativo y el mecánico. La base de diferenciación que hay entre ellos es la capacidad de relacionar el contenido con la estructura cognitiva del sujeto. En el caso de que la relación sea arbitraria y lineal el aprendizaje es mecánico y, recordando lo expuesto anteriormente, el aprendizaje es significativo si el vínculo no es arbitrario, y es sustantiva la relación. En este sentido, se puede decir que los alumnos logran aprendizajes de calidad o significativos, y/o aprendizajes de baja calidad, memorísticos o repetitivos. A pesar de esta aparente dicotomía, los aprendizajes memorístico y significativo pueden coexistir en mayor o menor grado. En la práctica y desde nuestra experiencia cotidiana tenemos muchos ejemplos donde los alumnos aprenden

fórmulas y definiciones de manera memorística y tiempo después, gracias a una lectura o una explicación, aquello cobra significado reafirmando que en la realidad no podemos hacerlos excluyentes, sino que son los extremos de un continuo.

A continuación presentamos el Cuadro 2.1 a modo de exposición didáctica, tratando de sintetizar estas posiciones, aunque no son taxativas estas diferencias como lo marcamos en el párrafo precedente.

<i>Aprendizaje Memorístico</i>	<i>Aprendizaje Significativo</i>
Los nuevos conocimientos se incorporan de forma arbitraria en la estructura cognitiva del alumno.	Los nuevos conocimientos modifica la estructura cognitiva del alumno mediante reacomodos de la misma para integrar la nueva información.
No se establecen relaciones entre los contenidos.	Se relacionan los nuevos contenidos con los ya aprendidos.
El alumno no realiza un esfuerzo para integrar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos.	Existe un esfuerzo deliberado del alumno por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos esto implica actividad.
El alumno no concede valor a los contenidos presentados por el profesor ya que carecen de significado.	El alumno quiere aprender aquello que se le presenta porque lo considera valioso ya que tiene significado.

Cuadro 2.1. Aprendizaje memorístico y significativo.

Si estas cuestiones las relacionamos con las TIC, debemos pensar que para que el aprendizaje con este medio sea significativo tiene que cumplir con cada uno de los requisitos reseñados. Estos aspectos no resultarían difíciles si la propuesta incluye una fuerte concepción pedagógica basada en las interacciones, entre el tutor y los estudiantes, ya que a través de ellas se puede interrogar y plantear actividades que permitan observar cómo los alumnos acomodan y relacionan la nueva información, lo interesante que les parecen los contenidos y su forma de presentación y las demandas de esfuerzos que éstos exigen, entre otras alternativas.

2.2.2 Aprendizaje por recepción y por descubrimiento

Otra distinción importante que expone Ausubel (y no debe confundirse con lo anterior) se refiere al aprendizaje por *recepción* y por *descubrimiento* como estrategia de enseñanza. En la década del 70 surgió la propuesta de Bruner (1976) sobre el “aprendizaje por descubrimiento”, donde se orientaba a que los niños en las escuelas construyeran su conocimiento a través del descubrimiento de contenidos. Se privilegió, entonces, la actividad en el laboratorio y los experimentos dentro del aula y se criticó severamente el modelo expositivo tradicional o por recepción, fundamentalmente por constituir una actitud pasiva del alumno. Sin embargo, tampoco las actividades diseñadas para guiar el aprendizaje por descubrimiento garantizan la actividad cognitiva del alumno, ni la construcción de su conocimiento.

A pesar de lo expuesto, Ausubel et al. (2000) remarcan que “la mayoría de las nociones adquiridas por el alumno, lo mismo dentro que fuera de la escuela, no las descubre por sí mismo, sino que le son dadas y que la mayor parte del material de aprendizaje se le presenta de manera verbal, conviene igualmente apreciar que el aprendizaje por recepción verbal no es inevitablemente mecánico y que puede ser significativo”. En este sentido, habría que pensar en presentar ambos aprendizajes no como opuestos, ya que el aprendizaje por exposición puede ser igualmente eficaz que el aprendizaje por descubrimiento. Muchas veces observamos en las prácticas áulicas que los docentes, por el temor de “darles una receta” a los alumnos, prefieren que éstos redescubran los contenidos, generalmente propiciando el descubrimiento por ensayo-error. En estos casos notamos que los alumnos se encuentran perdidos, sin poder utilizar significativamente los conceptos y terminan desorientados tendiendo a un aprendizaje ineficiente.

El desarrollo del aprendizaje por descubrimiento ha traído muchas investigaciones y posturas en la enseñanza de las ciencias. Aquellas que van desde propiciar al docente como guía en el descubrimiento del alumno, pasando por debates referidos a las prácticas de laboratorio por descubrimiento versus por ilustración, hasta considerar al niño como un científico en miniatura que emula su trabajo. Para la enseñanza con TIC se puede utilizar el descubrimiento y las actividades diseñadas para guiar el aprendizaje por descubrimiento, también textos escritos, como una forma de exposición

tradicional, siempre que traten de garantizar la actividad cognitiva del alumno y que sean necesariamente significativas. De manera que lo que hay que evitar es el aprendizaje por recepción como obligatoriamente mecánico.

2.2.3 Tipos de aprendizaje

Una vez que hemos estudiado como es el proceso por el cual surge el aprendizaje significativo nos preguntamos si todos los aprendizajes son del mismo tipo. Ausubel considera tres tipos de aprendizajes: aprendizaje de representaciones, de conceptos y de proposiciones. El primero es el más básico, “así, pues, nombrar, la primera forma de aprendizaje de vocabulario en los niños, significa establecer equivalencias representativas entre símbolos de primer orden e imágenes concretas” (Ausubel et al. 2000).

Este aprendizaje de representaciones se puede sintetizar cuando el niño primero aprende palabras que representan objetos reales que tienen significado para él, pero no las identifica como categorías. Por ejemplo, el niño aprende la palabra “*papá*” pero ésta sólo tiene significado para aplicarse a su propio padre. Más tarde, comprende que puede generalizar esta palabra a otros padres y ésta es la base del aprendizaje de conceptos. Una vez que se conoce lo que significan los conceptos puede construir frases que contengan varios conceptos.

Como podemos observar, este proceso ya comienza a desarrollar el segundo tipo de aprendizaje que es el de *conceptos*. Se trata de alguna manera también de representaciones, pero son genéricos, abstracciones de atributos esenciales. Los conceptos se adquieren por dos procesos: formación y asimilación. En niños pequeños los conceptos se forman por medio de la experiencia directa, lo que se corresponde con un proceso de aprendizaje por descubrimiento. Los programas de computadora destinados a niños pequeños, estarían diseñados desde este enfoque. Si bien las experiencias son virtuales, pueden considerarse directas ya que manipulan objetos concretos, como es el caso de los materiales (simulación de bloques de madera), que sirven de soporte para el aprendizaje de la idea de los números (Papert, 1993).

Cuando los niños adquieren mayor madurez y ya poseen una cantidad de conceptos adquiridos por descubrimiento, pueden incorporar nuevos

conocimientos por asimilación. La asimilación de un nuevo concepto se puede hacer por distintos procesos. Por *diferenciación progresiva*, esto es cuando un concepto nuevo se subordina a conceptos más inclusores que ya se conocían. Por ejemplo, el alumno conoce el concepto de tejido y si se le presentan distintos tipos y sus clasificaciones puede reconocer los tejidos conectivo, epitelial, epidérmico, etc. Otro proceso es la *reconciliación integradora*, que ocurre cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el alumno ya conocía. Un ejemplo de esto, es cuando el alumno conoce las estructuras de diferentes aparatos reproductores y al darle el concepto de vivíparo puede decir, basándose en las estructuras ya conocidas, qué individuos de un grupo lo son. La *combinación* es otro proceso para asimilar un concepto, que tiene lugar cuando se presenta uno nuevo de la misma jerarquía que los conocidos. Por ejemplo, el alumno conoce los conceptos de miembro superior de un ave y de un mamífero y es capaz de identificar que ambos miembros tienen estructuras homólogas. Sintetizando, la formación de un nuevo concepto requiere una acomodación de la estructura cognitiva, necesita reconciliar los conceptos mediante los tipos de asimilación arriba presentados.

El tercer tipo de aprendizaje que identifica Ausubel se refiere al aprendizaje proposicional que consiste en aprender el significado de ideas en forma de proposiciones. O sea va “más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que componen la proposición” (Moreira, 1995b).

A partir de esta exposición nos cabe explorar si para que se desarrollen estos tipos de aprendizajes significativos con nuevas tecnologías de la comunicación hacen falta condiciones especiales. El modelo Ausubeliano se centra en la organización e integración del material y su interacción con el sujeto. Desde esta postura, el material debe ser potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del aprendiz. Pero no de cualquier manera, sino de forma no arbitraria ni literal, lo que implica que el que aprende debe tener disponible los subsensores que hacen falta. También el material tiene que tener un significado psicológico, que se refiere a la posibilidad de que el alumno conecte el conocimiento presentado con los conocimientos previos, debe contener ideas inclusoras en su estructura cognitiva. Otra condición es que el alumno debe mostrar una disposición para relacionarse con el material, de forma que manifieste la intención de aprender. Cuando se enseña con TIC el material es

el eje del trabajo y estas cuestiones son medulares a la hora de tomar decisiones de cómo se deben estructurar los aprendizajes. Si bien parece difícil poder concretar todos estos aprendizajes es un desafío lograrlo y deben considerarse si se desea utilizar la teoría de Ausubel.

2.2.4 La asimilación

Un aspecto muy importante para la teoría que estamos desarrollando es el proceso de adquisición y organización de significados, para lo cual Ausubel propone una teoría explicativa al respecto denominada de la *asimilación*. Por medio de este proceso se adquieren y retienen significados dentro de la estructura cognitiva. El proceso comienza cuando un concepto es asimilado por otro más inclusivo que ya existe, que es el concepto subsunor. Ambos son modificados por la relación y se integran en una nueva entidad, que se puede decir que son coparticipantes ya que también incluye una modificación en el subsunor. Se plantea a continuación de este proceso una segunda fase denominada *asimilación obliteradora*, que tiene que ver con el olvido, “las ideas nuevas como entidades autónomas, se hacen espontáneas y progresivamente menos dissociables y se dice que se olvidan” (Ausubel *et al.* 2000). Las nuevas informaciones son menos separables de los subsumidores hasta que se vuelven más estables y el residuo viene a ser el subsumidor modificado. Todo esto se produce como un proceso continuo y no como períodos del desarrollo cognitivo propuestos por Piaget. Sin embargo, ambos autores acuerdan que el desarrollo cognitivo es un proceso que está en permanente cambio producido por la experiencia. Como una forma de representar gráficamente estos procesos se muestra la Figura 2.1.

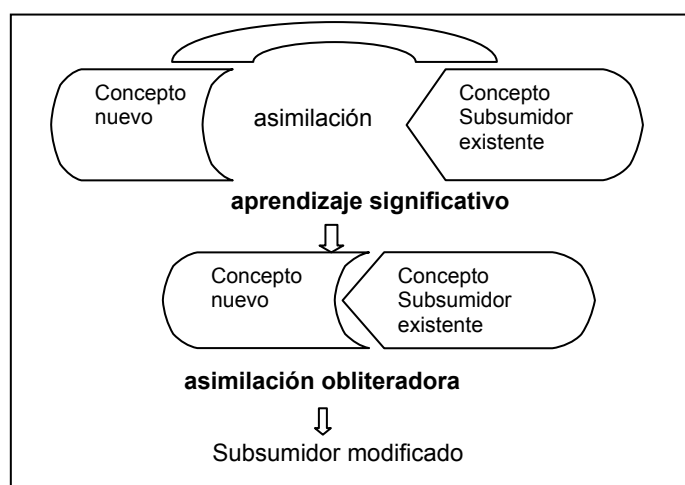


Figura 2.1: Representación gráfica del proceso de asimilación

De esta forma los conceptos se incluyen y asimilan, en términos de nuevas combinaciones cognitivas. La inclusión determina cómo puede ser el nuevo aprendizaje. Así es que tenemos tres tipos de aprendizajes: *subordinado*, *supraordinado* y *combinatorio*. En el primero, el nuevo material se subordina y queda incluido en ideas más amplias y generales en la estructura cognitiva preexistente. Este aprendizaje subordinado puede ser de dos formas:

- *Derivativo*, cuando el concepto es un ejemplo o ilustra una proposición general, ya establecida. Si los alumnos conocen las características de los mamíferos es posible identificar la ballena como un ejemplo dentro de este grupo.
- *Correlativo*, cuando el concepto es una extensión, elaboración, modificación o calificación, de una proposición previa. Siguiendo con el ejemplo de los mamíferos un concepto correlativo podría ser la homeostasis como un proceso de calificación que tiene este grupo.

El aprendizaje *supraordinado* ocurre cuando el concepto que se aprende engloba a otros ya existentes. Supongamos que comenzamos a estudiar distintos grupos de animales como peces, aves, reptiles, todos ellos se engloban en el concepto de vertebrados. Con respecto al aprendizaje *combinatorio* se produce cuando el concepto no guarda relación ni de subordinación ni de supraordinación, sino que lo hace con un contenido amplio que sea relevante de manera general.

Hasta aquí la teoría presentada tiene consecuencias didácticas que, planteadas desde las TIC pueden ser transferidas a estos desarrollos. En este sentido proponemos se tengan en cuenta los aspectos que a continuación detallamos.

- Comenzar siempre a partir de lo que el alumno tiene, conoce, respecto de aquello que se pretende que aprenda. Enseñar con tecnologías de la comunicación da la oportunidad de llevar a cabo actividades que permitan examinar los conceptos previos y establecer relaciones conceptuales para llegar a un conocimiento nuevo.

- Ante la amplia variedad de información y la gran cantidad de datos que tienen acceso los estudiantes a través de las tecnologías, lo importante es desarrollar habilidades para su selección y ordenamiento, ya que la información ha dejado de ser el problema y lo más importante es facilitar los procesos que estructuren el conocimiento para facilitar el aprendizaje significativo.
- Es imprescindible llevar a cabo un análisis conceptual del contenido de aprendizaje; identificando los conceptos, ideas, procedimientos para ver su relevancia y cómo los integramos y ordenamos.
- Es necesario que el material presentado tenga una estructura interna organizada, que dé lugar a la construcción de significados. Los conceptos deben seguir una secuencia lógica y ordenada. Es decir, importa no sólo el contenido, sino la forma en que éste es introducido. Las ideas y conceptos más generales e inclusivos del contenido, deben presentarse al inicio de la instrucción, para diferenciarse progresivamente. Luego se deben mostrar las semejanzas y reconciliar las diferencias, de modo tal que las unidades de estudio deben ser secuenciadas de la forma aludida.
- Por último, se necesita consolidar los conceptos antes de que se introduzcan nuevos conocimientos. Este orden de presentación del material de enseñanza es imprescindible para facilitar la interacción con el conocimiento previo del alumno.

Los aspectos señalados anteriormente los hemos destacado por considerarlos importantes para tenerlos en cuenta en las propuestas de enseñanza con las TIC. Esta nueva presentación de la educación permite incorporar una serie de innovaciones en el sentido reseñado, lo que refleja el pensamiento constructivista.

2.3 HOWARD GARDNER, INTELIGENCIAS MÚLTIPLES Y LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN

Un aspecto particularmente importante dentro de la concepción constructivista del aprendizaje, se refiere al papel que juega los alumnos en el desarrollo de la

comprensión y la manera como se puede incentivar este proceso a través de la enseñanza. Howard Gardner, et al. (2000) cuestiona el currículo escolar porque “con seguridad hace que los estudiantes memoricen datos o definiciones” en lugar de potenciar la comprensión. Para subsanar este problema y desarrollar una estrategia que posibilite potenciar la comprensión, propone sistematizar un enfoque en lo que denomina, “Enseñanza para la Comprensión” (EpC). Esta propuesta, se desarrolla en la Escuela de Graduados de Educación de la Universidad de Harvard, conjuntamente con David Perkins, Vito Perrone y Wiske y tiene como principio principal la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (1993, 1997). El concepto de inteligencia es entendido de diferentes formas y no constituye un constructo teórico único (Baltes, 2004; Sternberg y Detterman, 2004; Gardner, 2004) pero existen coincidencias en considerar una diversidad de aptitudes, disposiciones y capacidades cognitivas. En el caso de las inteligencias múltiples, se define como una aptitud para solucionar problemas o diseñar productos que son valorados dentro de una o más culturas. Estas cuestiones hacen referencia a habilidades útiles en la medida que respondan a determinados ambientes culturales y de esta forma los sujetos se pueden convertir en miembros funcionales, que usan los símbolos de su comunidad. Por ejemplo para algunas culturas ser un buen cazador es poseer inteligencia y saber leer no representa esta condición. En esta postura se sostiene que los individuos poseen varias competencias intelectuales y que se debe de contar como prerrequisito de inteligencia, la posibilidad de encontrar problemas y de solucionarlos.

Para Gardner (1999) las habilidades inteligentes están centradas en alguna zona del cerebro, esto lo expone a través de una serie de demostraciones y de estudios realizados de forma independiente por medio de la experimentación. Se destaca la evidencia que otorga credibilidad a esta idea, el hecho de que cuando se daña se altera su funcionamiento. En ese sentido, se puede ser muy “inteligente” en algunas competencias y en otras ser totalmente “negado”, como es el caso de algunos niños superdotados. Cuando se trata de manejar determinada clase de información, como la música o el movimiento cinético, hay uno o más mecanismos básicos, que dependen de ciertos sectores neuronales separados entre sí. Las tareas complejas de la inteligencia necesitan de varias habilidades y a la inversa varias inteligencias concurren para obtener una determinada habilidad.

Este autor propone una ontogenia y filogenia en el desarrollo de la inteligencia. En cuanto a lo primero, es posible identificar niveles desiguales de desarrollos y sus modificaciones en el tiempo, tal sería el caso de los novatos y expertos. Con respecto a lo segundo, se refiere a habilidades específicas que pueden indagarse a través de la filogenia, como es el canto. Por otra parte la evolución de los sistemas simbólicos sólo se puede dar por una capacidad de computación madura controlada por la cultura, por ejemplo la pintura o las matemáticas.

Finalmente las inteligencias aparecen más como un conjunto de saberes para hacer algo, que como un conocimiento proposicional, sin embargo Gardner reconoce explícitamente el carácter representacional del mundo y las cosas. De esta manera, la percepción de un objeto no depende solamente del estímulo a nuestros sentidos sino que también depende de las representaciones que se tengan. La importancia de los procesos de representación mental que subyacen cuando se trata de transformar el conocimiento en actuaciones, están vinculadas directamente con su calidad en la medida de que estas representaciones sean complejas.

De acuerdo con esta teoría, la educación parece ser lo que posibilita modificar los saberes y capacidades de estas inteligencias múltiples y por lo tanto, se puede aprender a través de diversas formas, o sea hay perfiles de inteligencia que demandan estilos de aprendizaje. Desde esta postura, Gardner (1997), propone utilizar cinco modos distintos de acceder a un conocimiento: a través de un acceso *narrativo*, acerca del concepto que se trate, a través de un acceso *lógico-cuantitativo* en el que sobresale las consideraciones numéricas o el pensamiento deductivo, un *acceso fundacional* que se corresponde con las ideas principales, un acceso *estético* que pone el énfasis en cuestiones sensoriales y por último un acceso *experimental* vinculado con los materiales y las actividades manuales.

La utilización de estos diferentes accesos a las formas de aprender se ven altamente favorecidas cuando se enseña con TIC, porque es relativamente fácil imaginar desarrollos en los que se manejan un alto número de estrategias que promuevan múltiples representaciones, habilidades y competencias intelectuales tales como los desarrollos de multimedia.

Centrando nuestro análisis en la EpC, una meta importante para este enfoque, es la comprensión que se define como “la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe” (Perkins, 1999). Desde un punto de vista práctico podemos afirmar que un sujeto ha comprendido algo cuando es capaz de explicar un tópico resolviendo un problema, argumentando, o infiriendo elementos. O sea, la comprensión se presenta cuando los individuos pueden pensar y actuar a partir de lo que saben pero la condición es que se haga de forma flexible, ya que sino sería hecho de forma memorística y rutinaria. Si reconocemos la comprensión por medio de un criterio de desempeño flexible, podemos afirmar que la comprensión es la capacidad de un desempeño flexible. Para percibir este modelo hay que definir dos términos fundamentales: los *desempeños de rutina a mano* y los *desempeños de comprensión*. Como indica sus nombres, los primeros son actividades repetitivas que sólo reproducen la información y los segundos van más allá de la memorización. Entre las actividades rutinarias y los desempeños de comprensión hay un continuo que implica niveles.

Por otra parte, hay diferentes tipos y momentos de desempeños de comprensión, por ejemplo la *comprensión en el acto*, que es la comprensión inicial o de algo que hacemos naturalmente como conocer la lengua sin que tengamos una comprensión reflexiva que implique un modelo mental explícito. También estos desempeños varían con la estructura de cada individuo, el campo conceptual, los tópicos y las disciplinas que se traten y el contexto en el que se desarrollan. Tiene como propiedad el posibilitar un avance intelectual en el individuo que la lleva a cabo. Este planteo propone reconocer dos tipos de representaciones: los modelos mentales y los esquemas de acción. Los primeros son objetos mentales manipulables, mientras que los esquemas de acción son representaciones mentales que están en el trasfondo y que guían nuestras acciones.

A partir de lo expuesto, se presenta un cuestionamiento inicial a este modelo: ¿qué lugar ocupa la comprensión en los procesos cognitivos?, ¿es una más de las habilidades cognitivas o posee entidad propia? A partir de estos enunciados, la comprensión se entiende directamente vinculada con el desempeño y se mantiene la duda de que la comprensión es una imagen o un modelo mental que poseen las personas.

Para diseñar materiales y actividades y llevar a cabo un currículum se han operativizado estos conceptos por medio de cuatro ideas fundamentales: los tópicos generativos, las metas de comprensión, los desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua (Blythe, et al., 1999; Wiske, 1999). Estos elementos no son planteados a modo de normas y con una secuencia fija, sino que se trata de un marco de trabajo que permite poder diseñar y organizar los elementos de un programa de enseñanza; tampoco hay una única manera de usar el enfoque.

Los *tópicos generativos* son conceptos, temas, teorías, cuestiones, que favorecen el desarrollo de la comprensión en el alumno. Sus características esenciales son las siguientes:

1. Ser centrales para una o más disciplinas o dominios.
2. Ser ricos en conexiones con las ideas importantes dentro de las disciplinas y con las experiencias previas de los alumnos.
3. Ser accesibles, es decir, disponer de múltiples recursos para investigar el tópico y poder abordarlo mediante variedad de estrategias y actividades.
4. Ser atractivos para los alumnos, es decir, que les suscite curiosidad.
5. Ser interesantes y motivadores para el docente.

En general, la enseñanza en todos los niveles está reglada por los contenidos que aparecen en los currícula lo que restringiría poder generar un verdadero tópico, pero los autores de esta propuesta, sugieren transformar un tema dándole un “carácter más generativo” con la inclusión de una perspectiva que respete las características esenciales de los tópicos generativos.

La segunda idea fundamental son las *metas de comprensión*, que hacen referencia a los conceptos, habilidades y procesos que deseamos que los alumnos comprendan, como son interpretar, comparar, analizar y aplicar. Como condición imprescindible tienen que estar claramente explicitadas y vinculadas con los criterios de evaluación. Pueden ser de dos tipos: las metas de comprensión muy abarcadoras (amplias), es decir, los “hilos conductores” que se aplican a lo largo del año escolar, y las que corresponden a una unidad, que se ocupan de los aspectos centrales de un tópico generativo.

Los *desempeños de comprensión* son las acciones que hacen los alumnos para desarrollar y mostrar comprensiones. Son los núcleos del desarrollo de este enfoque y deben estar vinculados estrechamente con las metas propuestas. Estos desempeños exigen crear algo nuevo, reconfigurando el conocimiento. Deben poder ser observados de forma tal que no queden en la intimidad. Entre otros, son ejemplos de desempeños los siguientes procedimientos: explicar, demostrar, dar ejemplos, generalizar, establecer analogías, presentar el tópico de manera distinta. Existen varios tipos de desempeños: a) los que se denominan preliminares, que son estudios exploratorios que se dan al comienzo de cada tópico y que permiten establecer un vínculo entre el tópico generativo y los intereses de los alumnos; b) los que se producen al promediar la unidad, que están centrados en la investigación guiada y c) los desempeños de síntesis, al final del proceso, que son los más complejos y permiten que los alumnos sintetizen y demuestren la comprensión desarrollada.

El último componente fundamental de la EpC es la *evaluación diagnóstica continua*. Sus funciones son proporcionar la retroalimentación de la enseñanza y fomentar la reflexión durante todo el proceso. Se deben dar a conocer a los alumnos los criterios de evaluación para que éstos puedan evaluar su propio trabajo. Compartir con ellos la definición de los criterios de evaluación permite que comprendan mejor el proceso y compartan la responsabilidad de su aprendizaje.

Relacionando específicamente los aspectos reseñados con las TIC, se trata de que el enfoque de la EpC sea el núcleo del modelo, aplicando sus cuatro dimensiones, de tal manera que la propuesta favorezca distintos estilos de aprendizaje en consonancia con las inteligencias múltiples.

Hasta aquí hemos desarrollado el marco teórico que sustenta nuestro trabajo y partir del análisis presentado, se formulan una serie de postulados que se derivan de las características de las tres teorías constructivistas reseñadas. Estos postulados sirven de base y apoyan el modelo constructivista para al enseñanza en línea que proponemos en esta tesis.

2.4 POSTULADOS DE BASE PARA EL MODELO

- Los desarrollos educativos que usan ambientes tecnológicos sólo pueden producir un aprendizaje constructivista si están respaldados por un enfoque educativo explícito. En otras palabras, la implementación tecnológica no es adecuada si no va sustentada en un modelo que permita desarrollar aplicaciones específicas en línea consistentes y ubicadas en las concepciones constructivistas del aprendizaje. En general, un enfoque intuitivo en la educación con nuevas tecnologías que no tenga como referente a una teoría educativa constructivista termina constituyendo un enfoque ecléctico con elementos que no son consistentes entre ellos.
- Las nuevas tecnologías mediatizan el aprendizaje a través de lenguajes que emergen de la propia tecnología. El aprendizaje estimula una variedad de procesos que surgen durante la interacción con otras personas en diversos contextos, pero siempre mediatizada por el lenguaje. La computadora es una aplicación y proyección de la mente del usuario que permite estas interacciones, mediatizando a través de los “lenguajes de la pantalla” algunas de nuestras relaciones con la realidad y con otras personas, como si existiera la presencia física de los sujetos.
- Se puede aprender a través de diversas formas y no tan sólo con la comunicación verbal, ya sea oral o escrita; por ejemplo: visualmente, con números, de la interacción con otras personas, reflexionando sobre distintas ideas, etc. La utilización de estas diferentes formas de aprender se ven altamente favorecidas cuando se enseña con nuevas tecnologías, porque es relativamente fácil imaginar desarrollos en los que se maneja un alto número de estrategias que promuevan un conjunto de habilidades y competencias intelectuales.
- La creación de zonas de desarrollo próximo se ven facilitadas por las TIC, a través de actividades específicas de solución de problemas orientadas por los tutores/profesores, que ayudan a estructurar los procesos mentales y los contenidos, juntamente con los pares que comparten el aprendizaje. De esta manera, la computadora es una herramienta, que provee los andamiajes donde se estructuran los diseños instruccionales que posibilitan llevar a cabo acciones educativas constructivas, ya que una vez utilizada

para interactuar con el medio social y físico, las funciones mentales superiores comienzan a sufrir transformaciones y se desarrollan nuevas condiciones de aprendizaje.

- Las nuevas tecnologías se aprenden a usar en el contexto de las prácticas sociales y están condicionadas, de alguna manera, por el rol de quien enseña y de los materiales con que se aprende. Esto hace que los roles de los profesores y de los alumnos cambien con respecto a los que tienen en un sistema presencial y los materiales pasan a ser una parte central del proceso.
- Los desarrollos educativos con TIC promueven el aprendizaje significativo cuando se usan alternativas que permiten que la nueva información se relacione de manera no arbitraria con la estructura cognitiva de la persona que aprende. La no arbitrariedad significa que la relación con la estructura cognitiva es específica y se realiza con conocimientos previos preexistentes, ya sean ideas, conceptos o proposiciones denominados subsumidores que funcionan como anclaje para los nuevos conocimientos. En otras palabras se pueden identificar aprendizajes significativos cuando se relacionan los nuevos contenidos con conocimientos que ya poseen los estudiantes, para así progresar hacia conceptos con significados propios y visualizados como pertenecientes a una estructura lógica. Los nuevos conocimientos modifican la estructura cognitiva del alumno, mediante reacomodos de la misma, para integrar la nueva información. Los estudiantes se sienten motivados cuando el material que se les presenta tiene significado y de esta manera pueden realizar un esfuerzo deliberado por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos.
- Cuando no se encuentran los subsumidores se utilizan otros elementos de aprendizaje que funcionan como organizadores previos, cuya función es servir de puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que debe saber antes de adquirir nuevos conocimientos. Las TIC son herramientas facilitadoras de un amplio espectro de organizadores previos, creados a través de simulaciones, videos, audios, juegos, figuras tridimensionales, entre otros.
- Un aprendizaje significativo con TIC, implica propuestas que incluyen una fuerte concepción pedagógica basada en las interacciones. A través de

ellas se puede interrogar y plantear actividades que permitan: observar cómo los alumnos acomodan y relacionan la nueva información, conocer lo interesante que les parece los contenidos y su forma de presentación, así como las demandas de esfuerzos que exigen, entre otras alternativas.

- La posibilidad de encontrar problemas y de solucionarlos es un prerrequisito de la inteligencia. Desde un punto de vista práctico podemos afirmar que un sujeto ha resuelto un problema en la medida que es capaz de comprender la cuestión a partir de lo que sabe. Las TIC son instrumentos que permiten una construcción no lineal del conocimiento, lo que favorece los procesos de comprensión.

Hasta aquí hemos desarrollado algunos fundamentos de tres teorías constructivistas que nos sirven como base para definir un modelo propio. Para poder completar una visión más integral del tema, necesitamos detallar las características específicas de la enseñanza con TIC, su utilización y analizar algunos modelos generales propuestos para este tipo de aprendizaje en línea centrando el estudio en aquellos referidos a la enseñanza de las ciencias.

Capítulo 3

CARACTERÍSTICAS Y ANTECEDENTES DE LA ENSEÑANZA EN LINEA

Para fundamentar un modelo didáctico basado en las tecnologías de la información y la comunicación, es importante reconocer las características especiales que tiene este tipo de educación. En el presente capítulo haremos referencia a estas particularidades, presentaremos tres modelos generales en los que se usa este tipo de enseñanza, destacando las formas que utilizan los docentes estas tecnologías.

Por otra parte, muchas de las innovaciones que se observan en el campo de la Enseñanza de las Ciencias están influenciadas por la utilización cada vez mayor de la computadora, que es sin duda el instrumento que ha generado mayores cambios en estas propuestas. Para abordar estas cuestiones y mostrar el “estado del arte” en este campo, en el presente capítulo se lleva a cabo una revisión de la literatura sobre los desarrollos instruccionales con TIC y los programas generados.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA CON TIC

La enseñanza con tecnologías de la información y la comunicación tiene diferentes denominaciones generadas por la incorporación de medios tecnológicos cada vez más sofisticados. Marcelo (2000) define una serie de términos que aplica a la educación a distancia con TIC, que van desde aquellos que se usan cuando se trabaja sólo con la computadora hasta los que se emplean cuando se utiliza Internet. En el caso que el aprendizaje necesite usar conexión a una red, también se puede hacer de diferentes formas, por ejemplo a través de correo electrónico, páginas Web, plataformas de teleformación y programas de computadoras. Cada una de estas modalidades de comunicación recibe distintos nombres en el contexto educativo, tales como e-formación, teleformación, aprendizaje por medio de la Web, etc. En esta tesis usaremos la denominación genérica de “enseñanza en línea”, para indicar procesos educativos que usan programas y desarrollos instruccionales en los cuales se necesita trabajar con computadoras y/o con redes o Internet.

En la educación científica actual, se propone la enseñanza en línea con modelos pedagógicos renovados, que por lo general utilizan las mismas variables de análisis que se usan en la educación presencial. La diferencia sustancial está centrada en el cambio de la secuencia didáctica del aprendizaje: “lo que un profesor explica de una manera determinada en una clase presencial tiene que procurar que el estudiante no presencial lo aprenda de otra manera” (Durat, 2000). Entonces cabe preguntarse, ¿cuáles son las características más importantes que definen a la enseñanza en línea?

Cuando se enseña con estas alternativas se concibe un nuevo rol del profesor. No se trata de adaptar sus antiguas funciones, sino de transformarlas y dirigiéndolas a ser guía de los estudiantes, mediador y orientador del material de enseñanza y facilitador del aprendizaje. Los factores que determinan este cambio son la no presencialidad del estudiante y la posibilidad de realizar un trabajo de tipo asincrónico, que significa llevar adelante las actividades en diferentes momentos y espacios temporales. Pero también se puede trabajar al mismo tiempo, sólo que en diferentes lugares, esta forma se denomina síncrona y es típicamente la usada cuando se emplea Internet. Al no ser necesaria la coincidencia temporal ni espacial entre docentes y alumnos, lo más importante pasa a ser la metodología para poder llevar a cabo una

enseñanza sistematizada. Pero esta metodología debe proveer la posibilidad de establecer comunidades de aprendizaje, en lugar de las aulas tradicionales, brindando un espacio en el cual se puedan llevar a cabo las interacciones sociales que promuevan la construcción del aprendizaje.

En la enseñanza tradicional el ritmo de trabajo lo impone el profesor, que dedica la mayor parte de su tiempo al desarrollo de las clases. En cambio, en la enseñanza en línea el conocimiento está mediado por las TIC y el proceso de aprendizaje está centrado en el alumno y no en el profesor. El espacio para la planificación de las actividades ocupa más tiempo que el que habitualmente destinaban los docentes a esta tarea. Para este tipo de enseñanza se requiere de un diseño previo bien estructurado que permita organizar el contenido, seleccionar las actividades, planificar las interacciones y esbozar la evaluación. Esta es una tarea en la que el docente no está solo, sino que necesita del apoyo de equipos multidisciplinarios, integrados por expertos en contenido, diseñadores gráficos, informáticos y pedagogos.

En este nuevo sistema, las computadoras y los materiales que se usan en ellas se constituyen en los medios de enseñanza. Las máquinas no son sólo un instrumento para acceder a la información, sino que proveen los mecanismos para comunicar y producir intercambios personales.

A través de los materiales se operativiza el aprendizaje, cuyo diseño será planeado según los objetivos que se desean alcanzar y la disposición de los diferentes recursos tecnológicos. Dentro de estos materiales es importante que los contenidos tengan significado para los estudiantes y que puedan anclarse en sus conocimientos previos, ya que esto es un elemento imprescindible para generar un aprendizaje significativo. La clave para crear materiales de calidad es proponer esquemas flexibles que permitan relacionar la información presentada con las fuentes de datos disponibles en Internet. Otras de las características de la enseñanza con TIC son que proveen acceso a gran cantidad de información de manera inmediata, que favorece los vínculos entre las disciplinas y que facilita el aprendizaje dentro de un contexto interdisciplinario.

La secuencia con que se presentan las actividades de aprendizaje es otro elemento a tener en cuenta en la enseñanza en línea, debiendo estar en

consonancia con la lógica del conocimiento. Al docente le corresponde conocer en profundidad las relaciones y jerarquías que poseen los conceptos a enseñar, de forma tal que se puedan estructurar redes conceptuales. Esto es fundamental, ya que la posibilidad de presentar un conocimiento no lineal genera un modelo no secuencial que implica riesgos de dispersión para los estudiantes, pero esos riesgos se minimizan cuando se tiene en claro la integración de los conceptos. Para el caso del conocimiento científico, se trata no sólo de enseñar datos, definiciones y conceptos de la ciencia, sino también sus procedimientos. En cuanto a estos últimos están indisolublemente asociados a los conceptos, pero también cabe reflexionar sobre distintos aspectos asociados a ellos. En este sentido, compartimos las ideas de Duschl (1995) y Cudmani et al. (2000) acerca de trabajar la metacognición con los estudiantes como una forma de pensar en el propio aprendizaje y en los modos de la producción científica, lo que ayuda a acortar la distancia entre aprender ciencia y como ésta se genera. Por cierto que estas necesidades no son exclusivas de la enseñanza con TIC, pero constituyen un desafío que debe ser incorporado en estas nuevas formas de enseñar, como lo señala White (1998).

Los alumnos pueden “armar” el material, a través del hipertexto y la navegación libre y el docente ayuda a dar orden y significación a los contenidos por medio de su interacción, pero no define el camino a seguir. Los alumnos son responsables de la administración de su tiempo, del ritmo de estudio y son ellos los que eligen la secuencia de aprendizaje por la que quieren transitar. Todo esto demanda de su parte un ejercicio autónomo y perseverante en el trabajo, como también su colaboración activa y capacidad de reflexionar acerca de lo que se aprende, propiciando de esta forma la autogestión del aprendizaje.

En síntesis, podemos afirmar que los diseños que facilitan la construcción de estos complejos esquemas, deben brindar oportunidades para que los estudiantes se enfrenten a opiniones encontradas, a puntos de vista distintos que permitan reflexionar sobre sus propias experiencias y contextos. Plantear expectativas claras en las aplicaciones que promuevan la práctica del conocimiento adquirido en torno a la solución de un problema, aparecen como elementos de interés para el estudiante, que se complementan con acciones que implican interacciones sociales colaborativas.

Mir et al. (2003) recomiendan considerar otros elementos en el diseño de características más prácticas, como son, detallar la programación y el cálculo del tiempo en relación a las actividades, ya que en este estilo de enseñanza no se pueden hacer los reajustes que permiten las clases presenciales. La exposición detallada de los contenidos y actividades es imprescindible, ya que estos elementos, en conjunto con la labor de los tutores, son los mediadores del aprendizaje. Lograr una metodología activa y participativa exige una dedicación plena de los tutores, para lo cual éstos deben de tener una preparación no sólo en aspectos tecnológicos, para lograr un buen manejo del sistema y la comunicación, sino también en contenidos y conceptos involucrados en la propuesta.

Hasta aquí hemos descrito las nuevas formas de trabajo del profesor y del tutor, las actividades de los alumnos y la forma de presentar los materiales. Pero estas características, en general, no aparecen al unísono cuando el docente incorpora las nuevas tecnologías en sus clases, sino que comienzan como un complemento de sus cursos presenciales. A continuación, nos detendremos en estas cuestiones, brindando una visión panorámica de las tendencias predominantes en los usos de las TIC.

3.2 UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS

Las TIC ofrecen una amplia gama de aplicaciones de acuerdo a los objetivos que se propongan y a los recursos que se posean. Las posibilidades van desde una búsqueda simple de información, manejo de datos, resolución de problemas, hasta producir comunicación interactiva. Generalmente los docentes comienzan estos desarrollos colocando en línea materiales de lectura, notas de evaluaciones y ejercicios. Como apoyo pueden utilizar los denominados programas instruccionales, que son desarrollos “específicos para el desarrollo de diversas disciplinas científicas” (Pontes Pedrajas, 1999). Dentro de éstos encontramos los programas de ejercicios que responden a un modelo conductista donde se plantea de forma casi lineal una pregunta con su respuesta; o lo que es más común aun, el uso de un texto directo que reemplaza la palabra del profesor o sus notas de clase. Un recurso que mayormente acompaña estas propuestas son los correos electrónicos definidos como espacios asincrónicos, que permiten un mayor tiempo de reflexión en las

respuestas y el docente lo usa como una forma de interacción con sus estudiantes, generalmente reemplazando las consultas presenciales. Todas estas aplicaciones no requieren de mayores habilidades informáticas, pueden ayudar al aprendizaje, pero no constituyen un verdadero modelo para la enseñanza en línea, ya que el eje del trabajo sigue siendo la clase presencial y las TIC sólo son un recurso más.

Otra forma de trabajo con esta modalidad, es reemplazar físicamente al profesor por su forma virtual, lo que se puede hacer a través de una conferencia en línea, grabada (como una video-conferencia) o en complejas presentaciones multimediales (la teleconferencia). Generalmente se complementa la enseñanza a través de consultas y atenciones por correo electrónico. Esta tecnología ofrece a los estudiantes la oportunidad única de acceso a investigadores y profesores de renombre, con lo que se logra expandir sus conocimientos y experiencias, al entrar en contacto directo con expertos de diferentes áreas. Estas formas son importantes en el caso de no contar con profesores suficientes que se puedan hacer cargo de las clases o que se deban ausentar por algún motivo. También ayudan a democratizar la enseñanza llevando personalidades a lugares remotos que de otra manera no sería posible. Aquí también la presencia virtual del docente en su relación con el alumno, no cambia sustancialmente el modelo de aprendizaje, sino que se trata de una nueva forma, de objetos inanimados que ayudan en el aprendizaje.

En un estadio más avanzado de utilización de las TIC se requiere de mayores recursos computacionales y se pueden utilizar las plataformas para la enseñanza en línea y programas tutoriales. Las primeras son de diverso origen y las hay gratuitas y con costo. Muestran una estructura o andamiaje que sostiene diversas aplicaciones, permitiendo en mayor o menor grado la construcción del conocimiento. En general, observamos que promueven las presentaciones lineales y a medida que pasa el tiempo se van logrando versiones mejoradas que tienen por metas, otros tratamientos centrados en la comunicación. Tal es el caso de la incorporación de foros y de “chat”. En el caso del primero, permite debatir una temática en un colectivo con intereses comunes suscrito a una lista electrónica o que los componentes están integrados a una plataforma virtual. El trabajo puede llevarse a cabo mediante encuentros fijos, periódicos o asincrónicos, sin importar la localización geográfica de los interlocutores. En el uso del “chat” se establece una

comunicación sincrónica, siendo un medio ágil que permite respuestas rápidas y ayuda el intercambio y diálogo, propiciando un aprendizaje compartido. Estas aplicaciones son superadoras con respecto a las cuestiones antes plantadas, especialmente porque permiten introducir interacciones y negociaciones del conocimiento con los tutores y/o compañeros.

Otro elemento importante que se pueden incorporar en un desarrollo didáctico con TIC es la biblioteca virtual o más bien bibliotecas virtuales. Se trata de espacios constituidos con la finalidad de gestionar la información de manera dinámica y flexible; están pensadas para usuarios localizados en tiempos y en lugares diferentes a las bibliotecas convencionales. El material que se ofrece puede ser generado específicamente para una determinada aplicación, pero lo usual es proveer el acceso a materiales que están en línea. Para ello se necesita seleccionar y establecer un material disponible, proponiendo una estructura de fácil acceso que permita superar las dificultades tecnológicas que se puedan presentar. Lo novedoso es que el material bibliográfico se organiza de manera tal que pasa a ser parte del modelo diseñado para el aprendizaje.

Los programas tutoriales son aquellos que genéricamente tienen por objetivo ayudar a los alumnos en su aprendizaje y en todos los casos se ponen en juego procesos de pensamiento complejos. Pueden contener información, demostraciones, videos, actividades para la resolución de problemas, rompecabezas, etc. En síntesis, se trata de incluir diversos tratamientos para el desarrollo de una temática, entre los que se destacan los programas de simulación de fenómenos y de experimentos. Estos últimos, como su nombre indica, representan el funcionamiento de un sistema, pueden requerir la modelización o bien el planteo de experimentos. Las simulaciones en los laboratorios pueden utilizar algunos datos reales por medio de un software que toma la medida a través de un sensor o también permiten al alumno modificar o manipular las condiciones del fenómeno, controlar variables, etc. Si bien las simulaciones no sustituyen a las experiencias reales realizadas en laboratorios escolares, en muchos casos constituyen una alternativa interesante, sobre todo cuando los experimentos constituyen alto riesgo o requieren aparatos o tecnología muy sofisticada.

A medida que avanza la confianza y la experiencia de los docentes con este estilo de enseñanza, encuentran la necesidad de constituir equipos de trabajo y

diseñar sus propios modelos que modifiquen sustancialmente la forma de presentar los materiales y de establecer relaciones con los estudiantes.

En los párrafos anteriores se han relacionado algunas de las maneras habituales de usar las TIC, en la siguiente sección se exponen varios modelos de enseñanza y aprendizaje en los que se sistematiza sus características.

3.3 ALGUNAS PROPUESTAS EXISTENTES PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA

Una manera de simplificar la realidad para hacerla comprensible es crear un modelo de lo que se quiere estudiar. Son múltiples los modelos de enseñanza que integran las TIC que se encuentran en la literatura (Bartolomé, 1999; Cebrián, 2003; Monereo, 2005; Auzmendi et al., 2003), pero sin embargo no difieren mucho en su estructura básica; por ello, hemos seleccionado sólo tres para ilustrar estos entornos. Los dos primeros modelos son de origen norteamericano y el segundo se lleva a cabo en una universidad española.

3.3.1 Modelo Concord

El modelo Concord, propuesto por el “Concord Consortium E-learning Group” (2003), se concreta como una estrategia que implica un trabajo de programación asincrónica, orientado por una serie de características en el diseño. Se comienza por definir los estándares correspondientes para la creación del Curso, que en el caso de ser desarrollos para aplicarse en diferentes grados de la escuela, ya están prefijados por los órganos de control curricular o evaluadores de los aprendizajes, como son los distritos escolares o ministerios. Luego se continúa determinando el enfoque pedagógico y las metas que se deben fijar para establecer las pautas de calidad.

La generación de materiales es su segundo objetivo; se propone la utilización de un rango amplio de medios y de actividades para atender a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos. No se trata de colocar todos los materiales en la red sino de priorizar aquellos que incentiven la reflexión, la resolución de problemas y especialmente los distintos tipos de tareas cortas que flexibilicen el modelo.

La tercera particularidad se refiere al profesor que actúa como facilitador cualificado de los procesos de aprendizaje. Los alumnos deben construir su conocimiento de manera colaborativa, discutiendo ideas y confrontándolas en función de las respuestas de sus interlocutores. Esto se logra en un clima de confianza generado en la comunidad de aprendizaje donde se establecen reglas de comportamiento basadas en el respeto de las ideas y la crítica constructiva. Para lograr estos espacios se pueden usar técnicas que favorecen las reuniones informales, el conocimiento de los miembros del grupo, el juego de roles, entre otras. Para que se puedan dar las interacciones efectivas el número de participantes debe ser limitado, no superando los 25 estudiantes, que pueden subdividirse en subgrupos más pequeños.

Lo nuevo de este modelo es que propicia la colaboración entre estudiantes. Una forma de lograrlo es por medio de establecer diferentes espacios de “conversaciones” tales como: a) un área de discusión académica donde lo que interesa es el contenido; b) una de discusión técnica para resolver grupalmente cuestiones referidas al software y hardware; c) un espacio social donde los intercambios sirvan para consolidar vínculos; y d) un sitio de reflexión sobre la marcha del trabajo de cada estudiante, que permita la retroalimentación del aprendizaje.

Por último, la evaluación continua es otra de sus particularidades, centrada en contribuciones que expresen ideas personales sobre distintas cuestiones. Discernir información relevante y aprender a seleccionar su búsqueda son destrezas deseables ya que, hoy día, encontrar información no es un problema, porque hay eficientes buscadores electrónicos. Se trata entonces de procesar los datos, comprender los conceptos y comunicar los aprendizajes.

3.3.2 Aprendizaje Distribuido

La segunda alternativa que vamos a profundizar es la que concibe la enseñanza como Aprendizaje Distribuido (“Distributed Learning”) que promueve Dede (Dede, 2000; Dede et al., 2002). Este concepto está enraizado en la propuesta que hace Perkins (2001) sobre la cognición distribuida, que la define como la distribución dispersa de funciones intelectuales a través de soportes físicos, simbólicos y sociales. Esta idea nos hace pensar en que se puede

hacer una alianza cognitiva entre las personas y los objetos, que permita realizar aprendizajes más activos, ya que las herramientas tecnológicas pueden proveer formas que sirvan de andamiaje para incentivar a los estudiantes en la construcción de sus aprendizajes. Explícitamente este modelo hace referencia a que las TIC pueden hacer avanzar, en los estudiantes, la “zona de desarrollo próxima” (Vygotsky, 1997), de la misma manera que lo hacen los expertos mentores con los novatos. Por otra parte, estos medios tecnológicos suministran aplicaciones que promueven la cognición distribuida, como es el caso de las herramientas de discusión grupal que posibilitan diferentes tipos de colaboraciones, difíciles de lograr por otros medios. De esta forma la comunicación mediada por computadora incentiva el aprendizaje centrado en el estudiante activo y colaborativo, ya que éstos deben buscar, seleccionar y acceder a la información, comunicarse con otros y compartir ideas. Las TIC permiten construir comunidades de aprendizaje que van más allá del tiempo y la distancia creando ambientes con nuevas estrategias comunicacionales que facilitan el aprendizaje.

Un punto central en la construcción de conocimientos mediado por la computadora es el acceso a la información. Por una parte, son múltiples las posibilidades que se brindan a través de Internet, como son artículos, bibliotecas, museos, páginas, periódicos, visualizaciones en tres dimensiones; lo que en sí mismo es de gran valor. Pero por otra, este acceso instantáneo a la información tiene que ver con el aprendizaje significativo ya que cuando la adquisición y el uso de la información están cercanas en el tiempo, el estudiante encuentra más fácil establecer las relaciones entre estos nuevos conocimientos y los preexistentes.

A pesar de lo reseñado y de las ventajas del aprendizaje con la computadora, Dede propone combinar las interacciones sincrónicas y asincrónicas llevadas a cabo mediante el uso diversificado de las TIC con el aprendizaje “cara a cara”. Esto permite desarrollar estrategias más ricas y abarcadoras en todos los campos del conocimiento, rescatando las diversidades de formas de aprendizaje que tienen los diferentes estudiantes en un curso.

Podemos afirmar que este modelo responde positivamente a la idea de las inteligencias múltiples planteado por Gardner (1993), ya que se deriva de la idea de que los estudiantes tienen distintas posibilidades de aprender y por lo

tanto se debe de hacer un uso diversificado de la enseñanza tecnologías para llegar mejor a cada uno de ellos, de manera tal que estos puedan acomodar con mayor facilidad sus diferencias cognitivas.

En un sentido parecido, Turkle (1997) plantea la relación entre los distintos estilos cognitivos que poseen las personas y las relaciones que se establecen con los sistemas operativos de las computadoras. Distingue dos formas amplias de posicionarse, por una parte están los sistemas operativos basados en representaciones visuales por medio de iconos donde se interactúa de forma parecida a como se interactúa con las personas. Esto permite una manipulación de la computadora de forma superficial sin importar las órdenes lógicas de los comandos. Esta situación proporciona cierta amigabilidad al usuario con la tecnología, estimulando a la interacción sin la necesidad de comprender demasiado su funcionamiento. Por otra parte, se encuentran individuos que necesitan accionar la computadora por medio de una serie de comandos que permitan explorar y comprender la lógica interna, analizar en las profundidades del sistema respondiendo esto de alguna forma al pensamiento moderno, donde comprender proviene de un “análisis en profundidad de los mecanismos ocultos que hacen que las cosas funcionen”. Para un usuario común con estas características poder entender el interior de la máquina es muy difícil de lograr y trae como consecuencia que termine memorizando los controles y se produzca un rechazo hacia la tecnología, presentándose como algo muy lejano a sus posibilidades de comprensión. Como podemos observar estos estilos incidirían en la forma como los estudiantes se pueden relacionar con el aprendizaje distribuido, lo que debe ser considerado en el uso de este modelo.

Con un fundamento parecido al aprendizaje distribuido, se encuentra la propuesta denominada “Just-in-time Teaching” (JITT, 2003). Es una estrategia pedagógica desarrollada para enseñar física en la cual se fusionan elementos de alta y baja tecnología (Novak et al., 1999). El uso de la Web y sus soportes para desarrollar materiales se consideran de alta tecnología, mientras que los de baja se refieren a las interacciones entre los estudiantes o entre el maestro y sus alumnos, es decir, el ambiente de clase. Se pueden combinar estos elementos de forma muy dispares, pero siempre se tiene por objetivo establecer una retroalimentación entre la Web y las actividades de la clase. El fundamento teórico se apoya en el aprendizaje activo. Utiliza principalmente

tareas para que los estudiantes las resuelvan por medio de la Web; también se establecen discusiones, sesiones de lectura, rompecabezas, y tutoriales. Las diferentes actividades enunciadas promueven las relaciones de trabajo en equipos y el uso de los soportes tecnológicos para la enseñanza.

3.3.3 Modelo pedagógico UOC

Otro modelo, es el usado por la Universidad Oberta de Cataluña (UOC). El centro de esta propuesta es el estudiante que interactúa con los tres elementos considerados como pilares básicos de todo desarrollo: los materiales didácticos, la acción docente y la evaluación.

Los materiales didácticos son un eje imprescindible en los entornos virtuales sobre los que se desarrolla la acción docente y toman como base el modelo pedagógico que facilita el aprendizaje usando diversas estrategias y métodos que se adaptan a los contenidos propuestos. Se trata de utilizar una variada gama que enriquezca el aprendizaje, un “uso diversificado de todas las tecnologías como medios para exponer contenidos en las diferentes asignaturas” (Duart y Sangrá, 2000). Esto implica una doble exigencia: por una parte a los docentes, que si bien son los expertos en contenidos, precisan conocer orientaciones, pautas y el concepto de aprendizaje que fundamenta las elecciones de los desarrollos que se presentan en los materiales. Por otra parte, a los alumnos les demanda una mayor dedicación debido a los diversos entornos de aprendizaje en los que deben actuar. Esto último es importante, ya que permite presentar múltiples propuestas que desarrollan también múltiples procesos cognitivos dependiendo de los distintos estilos de aprendizaje que poseen los alumnos. En este sentido, este modelo comparte con el mencionado en la sección anterior una fuerte preocupación por abarcar una amplia gama de aprendizajes.

Las características esenciales que tienen los materiales, en este modelo, son las siguientes:

- Al comienzo se presentan los contenidos generales y más simples para luego complejizar y diferenciar los conceptos. Es decir, se parte de una visión global inicial, se sigue con un análisis de las partes y se finaliza con una síntesis.

- Tratan de integrar distintos saberes, relacionando los contenidos de una misma asignatura con los de otros campos del conocimiento.
- Parten de temas próximos a la realidad del sujeto, para permitir la construcción de los aprendizajes.
- Determinan los núcleos conceptuales, lo que es particularmente importante cuando se trata de materiales de ciencias, ya que esto permite poder estructurar conjuntamente sus procedimientos.
- Plantean cómo se estudia una determinada situación, enfoque o perspectiva, desde diversas disciplinas; por ejemplo, el tema de la energía.

Un segundo pilar que sostiene este modelo es la acción docente, presentada como facilitadora del aprendizaje. El docente prepara propuestas de trabajo y ejerce una función de consultor. También lleva a cabo procesos de investigación vinculados con la actualización disciplinar, para mantener los estándares de calidad de su asignatura, y busca nuevas formas y propuestas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje de sus alumnos. Un tipo especial de docente es el tutor que se encarga fundamentalmente del asesoramiento al estudiante en aspectos referidos a la organización de su estudio, matrícula y problemas vinculados a la gestión de los aprendizajes. Realiza una labor de guía de los estudiantes, no sólo en cuestiones educativas, sino también en aquellas de carácter profesional.

La evaluación constituye el tercer componente de esta propuesta, la que es imprescindible considerarla de forma permanente y continua en todo el proceso y no como un punto final del mismo. Esta perspectiva permite que las actividades propuestas para la evaluación sean oportunidades para la construcción del conocimiento.

Si bien los tres elementos reseñados constituyen las bases de este modelo, no deja de lado la dimensión del trabajo cooperativo, permitiendo diferentes formas de comunicación. Esta propuesta no tiene diferencias sustanciales con las anteriores presentadas, sólo cambia su forma de organizarse.

Hasta aquí hemos analizado modelos que sirven para hacer desarrollos educativos en general, pero siendo el objetivo de este trabajo la Enseñanza de las Ciencias, procederemos a presentar un “estado del arte” de los recientes desarrollos que integran las TIC, relacionados específicamente con la enseñanza de las Ciencias Naturales.

3.4 APLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LÍNEA

Hay un gran número de aplicaciones llevadas a cabo en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias usando TIC y muchas de ellas se encuentran en procesos continuos de renovación. Berger et al., (1994) hacen una extensa revisión acerca de las investigaciones en ese campo de estudio, mostrando la evolución de esta línea de trabajo e indirectamente exponen una serie de desarrollos establecidos en línea. Aunque la Enseñanza de las Ciencias y las TIC han avanzado mucho en los últimos 10 años, con posterioridad a la fecha de este trabajo no se ha encontrado una publicación que lleve a cabo una síntesis generalizada de los desarrollos educativos que usan TIC en el campo de nuestro interés, que es la Biología, pero si se han encontrado trabajos para la enseñanza de la Física, la Química y la Matemática, como por ejemplo la revisión de Ribeiro y Greca (2003). Hemos concentrado la búsqueda de antecedentes en aquellos desarrollos generales para la indagación científica o en propuestas que involucren cuestiones vinculadas a las Ciencias Biológicas. La revisión incluye textos y artículos en inglés, con especial atención a los autores que trabajan en Estados Unidos por ser el lugar donde este campo está más desarrollado. Como la aplicación del modelo que llevaremos a cabo tratará sobre Residuos Sólidos Urbanos, también hemos buscado en literatura específica del área de Enseñanza de las Ciencias y de Educación Ambiental.

El problema de multimedia e instrucción ha sido revisado recientemente por Srinivasan y Crooks (2005), quienes no se concentran en sistematizar desarrollos sino en identificar cuales son las razones que hacen que un desarrollo sea exitoso en un contexto determinado. Hay otros trabajos en los que las teorías cognitivas han permeado al aprendizaje con multimedia (Sweller, 1999; Mayer, 1997), para identificar algunos principios a ser tenidos en cuenta durante el desarrollo. El trabajo de Blumenfeld et al. (2000) es un interesante aporte centrado en la comprensión y el uso de herramienta

tecnológicas, utilizando como ejemplos seis desarrollos para la Enseñanza de las Ciencias que son parte de la descripción de las siguientes secciones.

A continuación hemos analizado las revistas *International Journal of Science Teacher* (años 2000-2004), *Journal of the Learning Sciences* (años 2000-2004), y *Electronic Journal of Science Education* (años 2003-2000), en las cuales no hemos encontrado ningún artículo de interés para el tema que estamos trabajando. Pero si se han ubicado artículos en la siguiente bibliografía específica, provenientes de las revistas: *Science Education*, *Internacional Journal of Science Education*, *Journal of Learning Science*, *Journal of Educational Multimedia and Hipermedia* y *Cognition and instruction* (1998-2004). El último "Handbook of Research on Science Teaching and Learning", publicado en 1998, contiene una sección especial dedicada a la educación con tecnologías y los informes publicados en Internet. La variedad de criterios usados para describir las diferentes aplicaciones de las TIC en la enseñanza, dificulta la posibilidad de estructurar variables de análisis comunes; sin embargo, las hemos separado en unos pocos grupos para facilitar su reconocimiento. En muchos casos, esta agrupación no significa que los desarrollos pertenezcan estrictamente a una determinada estrategia de aprendizaje ni que sean mutuamente excluyentes, sino que pueden tener algunos principios comunes considerados en esta clasificación. Encontramos que todos estos enfoques tienen en común su pertenencia a corrientes de pensamiento constructivistas y que usan los procedimientos de las ciencias. De esta manera, no se pretende agotar el tratamiento del tema, pero la búsqueda llevada a cabo nos permite mostrar un espectro amplio de aplicaciones en las cuales se reconocen sus bases y principios.

3.4.1 Aprendizaje basado en la indagación

Resolver problemas en la vida real por medio de plantearse preguntas, buscar estrategias para responderlas, recoger y analizar datos, sacar conclusiones y comunicar los resultados son actividades propias del descubrimiento científico. La forma en que estas actividades pueden operativizarse en la escuela es mediante el aprendizaje basado en proyectos para la resolución de algún problema, siendo la indagación el procedimiento más importante de este enfoque (Krajcik et al., 2000 a; Guzdial, 2000). A partir de estos supuestos, las nuevas tecnologías pueden ayudar a enseñar ciencias, brindando andamiajes o

plataformas estructuradas como soportes didácticos que permiten, en este caso, ampliar los procesos de indagación.

Desde esta perspectiva se ha identificado un grupo de programas de computadora llamados “Science Ware” (2004) generados por docentes e investigadores de la Universidad de Michigan. Tienen por objetivo proporcionar a los estudiantes elementos apropiados para facilitar sus investigaciones y ayudarles a resolver problemas. Esta propuesta presenta seis programas en los cuales se integran varias fases de una investigación, como la planificación de proyectos por parte de los alumnos y de los docentes, la recolección de datos y su visualización, la construcción de modelos y la publicación de las conclusiones en Internet. Los fundamentos de su diseño presentan los desarrollos por medio de una pregunta motivadora y concentra los esfuerzos en la comprensión del problema propuesto. Otro aspecto importante de su marco teórico es la creación de una comunidad de aprendizaje, donde se negocian los significados. Adicionalmente, la utilización de soportes didácticos o andamiajes se piensan como estrategias para apoyar y promover diferentes procesos cognitivos en los estudiantes, que son internalizados como una forma de hacer. Por otra parte, este desarrollo señala la necesidad de plantear contenidos significativos, pero no creemos que esto sea en el sentido propuesto por Ausubel, sino más bien dirigidos al reconocimiento de estos contenidos como provenientes de la vida real y en tal caso que sean motivadores para el estudiante.

Dentro de Science Ware (2004) se encuentran los programas Plan-It Out y PIViT (2004), (Integración y Visualización de Proyectos), diseñados como herramientas de organización de proyectos colaborativos, de manera tal que ayudan a su planificación. Este último, posee una componente de apoyo para la creación de mapas conceptuales, organizando los conceptos y sus relaciones. Otros de los programas son el Viz-It, propuesto como una herramienta de visualización y correlación gráfica de datos.

Un desarrollo similar al descrito, es el llevado a cabo por EduTech del Instituto Tecnológico de Georgia en Estados Unidos, en el cual se usan los soportes de las TIC para el aprendizaje basado en diseños de proyectos (Guzdial, 2000). Se destaca el programa WebSMILE (2004), (creado para ayudar a los estudiantes a planificar y diseñar el proceso a seguir para resolver los

problemas planteados. Esta propuesta se lleva a cabo en cinco etapas. En la primera se hace una revisión inicial de la temática a trabajar. En la segunda etapa, denominada de descomposición, se definen los componentes básicos necesarios para resolver el problema planteado; como apoyo para esta fase se usa una biblioteca de casos, la cual funciona como una ayuda “inteligente” y se complementa con programas creados para tales fines. En la tercera etapa, llamada composición, se eligen distintas estrategias para resolver los problemas planeados. En la cuarta fase, se trata de eliminar los defectos encontrados durante el trabajo haciendo hincapié en los errores llevados a cabo por los alumnos, como una forma de aprender a partir de ellos. Los programas de simulación son otra estrategia para ayudar a corroborar posibles soluciones a los problemas, ya que los estudiantes pueden probar diversas alternativas y los efectos que estas producen. En la última etapa se hace una revisión final y se escriben los informes. La colaboración entre pares es fundamental dentro de esta propuesta y aparece en cada una de las etapas reseñadas. El carácter práctico de esta propuesta la vuelve motivadora y permite integrar el planteo de problemas concretos de una comunidad en el currículum.

La “Introducción Anclada” es otro modelo para la enseñanza de las ciencias, propuesto por un grupo de trabajo de la Universidad de Vanderbilt (Sherwood et al., 1998). Su fundamento se basa en una línea de investigación dedicada al estudio de la forma en que resuelven los problemas y ejecutan las tareas los sujetos expertos y los novatos (Chi, Glaser y Far ,1991). Mediante la verbalización del pensamiento, este modelo analiza el proceso por el cual los sujetos expertos resuelven un problema. Cuando se introduce un concepto o principio nuevo, los expertos están más familiarizados con la manera de pensar de las ciencias, es decir con los aspectos simbólicos, la argumentación y las estrategias de resolución de problemas; por el contrario, los novatos parecen agregar nuevos hechos o procedimientos de forma mecánica, en lugar de integrarlos como nuevas estrategias y componentes de la disciplina. Los resultados obtenidos se resumen en una serie de pasos, los cuales se trata de emular, para lograr transformarse de novato a experto. La Instrucción Anclada tiene por objetivo involucrar a los estudiantes, a través de estos pasos, en situaciones reales de solución de problemas, de manera que sean cada vez más autónomos; en este sentido esta propuesta es similar a los desarrollos anteriormente presentados. Hay diferentes formas para guiar este trabajo,

aplicándolo a una variedad de formatos y dominios, que se influyen entre sí. Podemos encontrar: formas narrativas, diseño generativo de historias, obtención de datos, propuestas de proyectos, diseño de problemas, diferentes vínculos a través del currículum, pares de episodios. Se destaca el trabajo llevado a cabo a través de videos con una serie de más de 12 entornos, denominada “The Adventures of Jasper Woodbuty” (ver en PEABODY, 2004), en los cuales se incluyen presentaciones narrativas que proporcionan a los estudiantes la información central y accesoria necesaria para resolver diferentes problemas. La propuesta plantea desafíos complejos de la vida cotidiana con problemas de difícil o variadas soluciones. Las actividades pueden incluir el uso de datos de manera virtual: por ejemplo, en estudios de ríos, los alumnos pueden recolectar datos para mediciones y muestreos biológicos con objeto de establecer la calidad del agua.

Siguiendo con este modelo, se han encontrado una serie de unidades didácticas denominadas “científicos en acción” (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, por ejemplo ver Petrosino, et al. 1995) cuyo objetivo central está dirigido a emular el razonamiento científico en los estudiantes. Para ello, se hace la presentación de un problema de la vida real por medio de un video secuenciado en partes, en las cuales se plantean una serie de interrogantes que los estudiantes deben contestar elaborando hipótesis y estableciendo los argumentos que las sostienen. Se presenta un material complementario para apoyar a los alumnos en la búsqueda de información.

La “Integración Andamiada del Conocimiento” (Scaffolded Knowledge Interaction, SKI) es otra propuesta hecha desde el enfoque de la indagación, desarrollada en la Universidad de Berkeley (Linn y Hsi, 2000; Linn, 2002; Linn, 1998). Básicamente integra tres modelos diferentes, reconocidos en el campo de la enseñanza de las ciencias. En la década de los 60, los desarrollos curriculares estaban centrados en presentar el conocimiento científico como algo abstracto, alejado de los problemas de la vida real, donde la memorización resultaba básica para resolver una serie de ejercicios sin llegar a ser una verdadera resolución de problemas. Muestra una construcción acabada del conocimiento que crece por acumulación y cuyo aprendizaje está basado fundamentalmente en conocer la estructura conceptual de la disciplina. La metodología usual de trabajo es la demostración mediada por explicaciones verbales o escritas del profesor y de los libros de texto. Estos autores definen

este modelo como “marcos explicativos” (Explanation Frameworks) y lo podemos homologar al modelo de transmisión-recepción enraizado en la psicología conductista (como lo señala Meneses Villagrà, 1992).

El segundo modelo utilizado por este desarrollo surge en contraposición con el anterior y está apoyado en las teorías de la psicología constructivista. Propone que los estudiantes resuelvan problemas y tengan experiencias concretas de investigación científica. De esta manera los alumnos exploran los procesos de generar hipótesis y diseñar experimentos a modo de un aprendizaje basado en el método científico para ser aplicados a situaciones concretas de aprendizaje. El énfasis de este modelo está puesto en el hacer de los estudiantes y en su propio descubrimiento, ligado a una metodología inductivista, la cual parte de la observación empírica para luego generalizar. El último modelo incorporado por esta propuesta, se refiere a la visión social acerca de la construcción del conocimiento científico, esto implica reconocer las facetas sociales de la investigación científica. Este enfoque organiza, selecciona, estructura y da sentido a un conjunto de aspectos referidos a cuestiones interpretativas, culturales e intencionales que poseen los estudiantes concernientes a los fenómenos científicos.

La propuesta hecha por Linn (1998) se define integrando estos modelos a través de cuatro elementos complementarios. El primero se refiere al aprendizaje de la ciencia a lo largo de toda la vida, este posicionamiento se vincula directamente con la necesidad de construir procedimientos de la ciencia, postulando el valor de las distintas formas del pensamiento originado a través de este aprendizaje e internalizado como una forma de hacer, de forma tal que puede ser usado en otros momentos y situaciones a lo largo del tiempo. El segundo elemento integra los marcos conceptuales del modelo explicativo, acoplado el modelo por descubrimiento para hacer visible el pensamiento científico. Las explicaciones se usan para hacer visible este pensamiento, pero no sólo se trata de visualizar el producto de la actividad, sino también de poder observar el proceso, lo que implica resolver un problema. El docente puede hacerlo de dos maneras: usando el estudio de casos u otra estrategia instruccional, o usando la visualización del fenómeno presentado, ya sea por medio de videos, simulaciones, recolección de datos en tiempos reales o cualquier representación de los fenómenos científicos que ayuden al estudiante a conectar e integrar las ideas. En este tipo de aprendizaje se propone a los

estudiantes diferentes formas de presentar el conocimiento, adaptándolas a sus distintos estilos cognitivo.

El tercer elemento es generar un aprendiz autónomo, con responsabilidad sobre su propio aprendizaje y apreciaciones personales de los distintos fenómenos científicos. Se promueve el cuestionamiento y la reflexión como formas de autorregulación y de monitoreo sobre la propia comprensión. Por último, el cuarto elemento considera al contexto social para la enseñanza de las ciencias, balanceando cuestiones referidas a las explicaciones científicas, sus conflictos y la transmisión cultural. Los alumnos interpretan los fenómenos de las ciencias a la luz de sus propias creencias y experiencias, como también a través de la cultura de pertenencia. Los aprendices controlan deliberadamente su aprendizaje, involucrándose en las actividades científicas y tomando posiciones sobre la ciencia. Esto promueve que los estudiantes trabajen en grupos colaborativos, donde se producen interacciones sociales activas.

Desde esta perspectiva, investigadores de la Universidad de California en Berkeley han creado un ambiente de aprendizaje denominado WISE (2004) (Web-Based Integrated Science Environment), incorporando la instrucción basada en la computadora con actividades de clase y su correspondiente evaluación. Todo esto está centrado en la resolución de problemas desde una perspectiva enfocada a respetar los principios científicos (Linn et al., 2000). Este desarrollo provee una biblioteca basada en un buscador, permitiendo a los estudiantes criticar la evidencia del mundo real desde Internet, comparar diferentes argumentos científicos y diseñar la resolución de los problemas. La meta de WISE es suplementar las clases convencionales de ciencia con actividades relevantes para los estudiantes, por medio de las TIC. La propuesta es un diseño integrado, centrado en la participación de los estudiantes, en la cual se propician las actividades que favorecen la comprensión interdisciplinaria de los temas científicos, la valoración crítica de las distintas visiones de ciencia, su metodología, las destrezas de aprendizaje permanente, en especial, el juicio crítico; como también, la regulación, control y guía del aprendizaje por parte del alumno.

El entorno WISE ha desarrollado unidades en distintas áreas del conocimiento, como plantas, animales, energía solar, luz, salud, calidad de agua. Las

presentaciones son de tipo interdisciplinarias e incorporan la evaluación como una actividad más. Los materiales están organizados en tres pantallas básicas: críticas de proyectos, donde los estudiantes examinan distintos sitios de Internet en base a la autoría, validez de la fuente, afirmaciones científicas y las evidencias usadas para apoyar estas afirmaciones. Una segunda opción son los proyectos sobre controversias, en ellos, los estudiantes evalúan argumentos científicos conflictivos y formulan sus propios argumentos apoyándolos en evidencias. Por último se encuentran los de diseño de proyectos, donde los alumnos dan su propia solución a un problema científico basado en evidencias encontradas en la Web. Estas actividades se completan con un modelado en línea de observaciones, recolección de datos, gráficos, animaciones, etc. También se provee de una estructura que ayuda a los alumnos a reflexionar sobre su propio aprendizaje, a tomar notas, ordenar las ideas y discutir en línea con sus pares los argumentos enunciados. La evaluación es intensiva, siendo cada una de las actividades valoradas para el seguimiento continuo de los aprendizajes.

Linn y su grupo de Educación y Cognición de la Universidad de California en Berkeley han desarrollado el programa de investigación en educación para la enseñanza de la Física en las escuelas secundarias usando recursos computacionales CLP (Computers as Learning Partners, 2004). Contiene un programa de computadora para la enseñanza integrada de calor, luz y sonido a través del programa E-labBook. Este programa recoge información, representa gráficamente y almacena datos de los experimentos, también tiene un espacio para escribir notas que se almacenan en una base de datos. Las actividades comienzan con la predicción de un suceso que luego se corrobora a través de la propuesta de un experimento que es llevado al laboratorio virtual. Todo ello está apoyado en un libro electrónico en el que se definen las actividades que deben llevar a cabo los estudiantes.

Como parte final de ésta sección, analizamos la instrucción basada en proyectos (TER) (Krajcik et al., 2000 b), propuesto por un grupo dedicado a la preparación de materiales curriculares en ciencias de la Universidad de Michigan. Tiene un enfoque diferente a los anteriores, ya que el eje del trabajo está puesto sobre la presentación y discusión de casos reales vinculados con un proyecto que en general tiene por tema algún acontecimiento relacionada con la ciencia y la vida cotidiana, en lugar de un proceso de indagación; si bien

éste es necesario para resolver el proyecto. El alumno debe ser capaz de describir marcos básicos sobre el caso presentado y definir su posible abordaje. Estas situaciones son muy apropiadas para presentar simulaciones, teleconferencias con expertos, intervenciones de otros actores sociales y todos aquellos escenarios propicios para involucrar activamente al estudiante. La puesta en discusión del proyecto de forma virtual conlleva, por una parte, a la participación a través de discusiones de los estudiantes que integran el grupo, como también a hacer explícitos los distintos puntos de vista y el uso de los diferentes conceptos tratados. En una aplicación interesante de esta metodología, los estudiantes elaboran artefactos como resultado del proyecto, por ejemplo aparatos simples de laboratorio como un pluviómetro, que sirven para recoger datos que se comparten entre los distintos grupos que trabajan con esta metodología, colaborando para enriquecer la base de datos. También estos datos son compartidos con científicos que están involucrados con el proyecto y disponibles para responder preguntas y brindar asesoramiento.

Como hemos observado, existen diversos enfoques y estrategias para plantear la integración de las TIC en la enseñanza de las ciencias, pero todas ellas concuerdan en el rol asignado a la computadora y a los usuarios. Las máquinas no son un fin en sí mismo, sino que sirven de soporte para integrar de diversas maneras, habilidades del conocimiento científico y procesos de comunicación. El alumno, usuario de la computadora, lleva a cabo acciones a través de ella, pero cada persona posee estructuras mentales diferentes, de tal manera que la apropiación de la cultura informática será distinta. A pesar de esto, las propuestas coinciden en presentar trabajos centrados en la construcción de procedimientos científicos relativamente parecidos.

3.4.2 Modelos en los cuales se incorpora la metacognición

Muchos investigadores de educación en ciencias y de las ciencias cognitivas, teorizan sobre la incorporación de la metacognición en la enseñanza como una forma de aprendizaje, donde los estudiantes “aprenden de cómo se aprende”. Tsai (2001) define este concepto como la capacidad que poseen los sujetos de reflexionar sobre las acciones y los procesos de su propio pensamiento. Su principal utilidad está centrada en un control interno de los comportamientos del aprendiz. Este autor propone para la enseñanza de la Química, además de explorar sobre este dominio, introducir la perspectiva del compromiso

epistemológico y del pensamiento crítico. El primero se refiere a la construcción del conocimiento científico, poniendo de manifiesto el conflicto conceptual entre el conocimiento cotidiano y el científico. El segundo es el pensamiento crítico en la investigación, definido como la capacidad para aplicar de forma rigurosa los procesos lógicos que permiten juzgar las evidencias en la actividad científica. Para que estos dominios se puedan llevar a cabo, se necesita desarrollar estrategias que posibiliten este tipo de conocimiento, colocando a los estudiantes frente a cuestiones que tienen que ver con el pensamiento crítico, la indagación, reflexión y generalización.

Vinculando estas características del aprendizaje con las posibilidades de enseñar con nuevas tecnologías, nos preguntamos si es posible desarrollar estos aspectos a través de las TIC. Con respecto al compromiso epistemológico, las herramientas de Internet permiten conectar con facilidad a los estudiantes con los científicos y concertar estrategias de comunicación absolutamente novedosas. La comunidad escolar ha permanecido ajena a la producción científica y sus problemas, de la misma manera que los científicos han permanecido ajenos a las aulas. Establecer un vínculo personalizado, como puede ser el que se genera a través del correo electrónico, ayuda a estrechar esta brecha y pone seguramente de manifiesto, reflexiones de cómo los científicos construyen su propio conocimiento y esto puede servir de ejemplo a los estudiantes.

Otra forma de acercar a los estudiantes al trabajo científico es proponerles llevar a cabo análisis de informes de investigación que se encuentran en Internet, o de datos de las investigaciones, o cualquier otro elemento de la producción científica. Estas formas de “mostrar” como se construye el conocimiento pueden favorecer los procesos metacognitivos de los estudiantes. Una forma de apoyar el proceso de aprendizaje es analizar el “camino” que el alumno utiliza para estudiar un tema. Como indicadores, se pueden emplear el número de páginas y nodos visitados, el tiempo transcurrido en cada uno de ellos y la elección del material. Todo esto ayuda al estudiante a crear categorías sobre su propio aprendizaje en base a sus recorridos personales y la información buscada. Una forma de desarrollar el pensamiento crítico es, por ejemplo, proponer a los estudiantes discusiones, en las cuales la argumentación científica es crucial para refutar ideas, o utilizar distintos puntos de vista sobre algún tema determinado o sobre fenómenos estudiados.

Someter sus trabajos a la revisión de pares, ya sea de su misma o de otra comunidad de aprendizaje, es una forma de cotejar la marcha de sus producciones. Todas estas propuestas pueden ser viabilizadas de forma práctica y rápida con las TIC y sirven de herramientas que permiten incorporar estrategias para la reflexión de su aprendizaje.

Un ejemplo de cómo estos nuevos diseños ubicados en estos dominios son llevados a cabo es el trabajo de White y Frederiksen (1998), quienes proponen desarrollar una teoría instruccional y los materiales curriculares correspondientes. El objetivo de estos trabajos está centrado en reconocer la importancia de la metacognición a través de un proceso de indagación científica, enriquecido por medio de las TIC. Los estudiantes reflexionan sobre los procesos de investigación y construyen modelos, cada vez más complejos. El proyecto que da cabida a estas ideas es el “ThinkerTools Scientific Inquiry” (2004), (Indagación con Herramientas de Pensamiento Científico) llevado a cabo por un grupo de trabajo de la Universidad de California en Berkeley, con apoyo de otros investigadores y docentes de escuelas. Este proyecto está enfocado hacia el aprendizaje de la investigación científica en general, tomando como base una pregunta que se han hecho los científicos desde los albores de la ciencia contemporánea: ¿cómo afectan las fuerzas al movimiento de los cuerpos? En este caso se desarrollan métodos y materiales centrados alrededor de un modelo de investigación metacognitivo, llamado “Círculo de Indagación”, dirigido a un amplio rango de estudiantes, tratando de ayudar a aquellos con manifiestas dificultades en el aprendizaje de las ciencias. Se usa el software ThinkerTools desarrollado para esta propuesta e incluye herramientas de modelado, las cuales permiten a los estudiantes construir modelos conceptuales y programas de simulación por computadora.

Siguiendo el ciclo de indagación, el primer mecanismo usado para operativizar la propuesta, consiste en formular una pregunta y luego generar una serie de predicciones e hipótesis relativas a la pregunta, con el objetivo de determinar cuál de las hipótesis planteadas es adecuada. Los estudiantes diseñan y llevan a cabo experimentos usando modelos computacionales y materiales de la vida real. Luego analizan los datos y formulan sus hallazgos en forma de leyes científicas y modelos. Finalmente, aplican sus reglas y modelos a otras situaciones. Mientras realizan esto, los estudiantes reflexionan sobre las limitaciones ocurridas en el aprendizaje, llevando a cabo la fase de evaluación

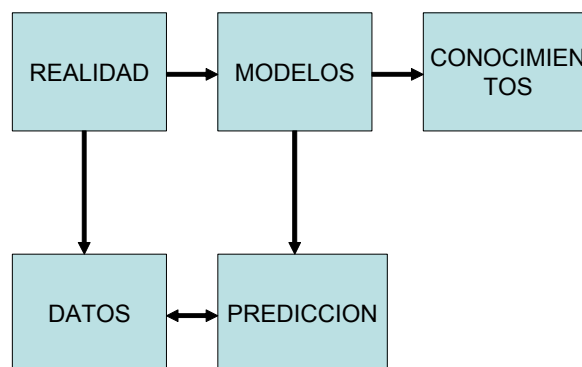
reflexiva. Ellos monitorean y recapacitan sobre su propio proceso de aprendizaje, como también acerca de lo que les ocurre a otros estudiantes, derivando rectificaciones en el proceso y sugiriendo nuevas preguntas.

Este planteo se encuentra diseñado para facilitar el aprendizaje de los procesos de indagación y también aprender a monitorear y a reflexionar, todo de acuerdo con la metodología científica como se la entiende en la actualidad. Este diseño contrasta con muchos currículos de ciencia focalizados en la memorización de fórmulas y definiciones, dejando de lado la indagación científica y la posibilidad de aplicar modelos para el aprendizaje de un tema específico. Estos desarrollos concretos han sido hechos para la enseñanza de la Física, por ejemplo para la fuerza, y también sería posible aplicar a otros campos.

3.4.3 Ambientes virtuales de modelaje y simulación

Uno de los campos de mayores avances dentro de la enseñanza de las ciencias con tecnologías informáticas, es el dedicado al desarrollo de modelos y programas de simulaciones computacionales.

Un modelo es una representación de algo, una abstracción de la realidad, que se lleva a cabo con un propósito determinado y en general no es igual a lo que representa. Desde una visión común, un modelo es una herramienta creada para aislar aspectos de la realidad y que ayuda a comprenderla. Giere (1997) propone el siguiente esquema para discutir los modelos, siendo la representación que a continuación se presenta un modelo en sí mismo.



Para llevar a cabo la representación, el modelo contiene entidades (variables) y relaciones entre esas entidades, y normalmente un modelo está comprendido en una teoría más amplia. Un modelo, entre otras funciones, ayuda a organizar y estructurar datos e información, a analizar propuestas o diseños, a describir relaciones y desarrollar y evaluar ideas.

El modelo no pretende captar todos los componentes de esa realidad, sino que toma los aspectos más relevantes y los representa, con la pretensión de comprender esa realidad. Por tanto, constituyen entidades incompletas, que están en una continua reformulación para mejorarlo. El objetivo de un modelo no es representar de manera definitiva lo que se está estudiando, sino que un modelo va a ser mejorado tan pronto como se le encuentren limitaciones. Por lo tanto, no se espera que un modelo dure para siempre, sino que eventualmente podrá ser desechado en algún momento relativamente cercano.

Las actividades que se realizan para el desarrollo de un modelo típicamente incluyen tres pasos: descomponer el objeto de estudio en partes funcionales (subproblemas o unidades); clasificar esos aspectos funcionales del problema en categorías generales, de acuerdo con sus aspectos distintivos y por último, identificar las dimensiones de variación y los métodos para lograr esas variaciones.

Los modelos se construyen con lenguajes que generalmente son abstractos, lo que trata de evitar caer en contradicciones. Inicialmente puede hacerse una descripción del modelo en lenguaje vulgar (natural), pero en las ciencias hay lenguajes formales, por ejemplo usando ecuaciones diferenciales u otras representaciones matemáticas.

Hay varias maneras de clasificar los modelos, de acuerdo a la perspectiva que se tome; de esta forma se distinguen entre modelos icónicos, analógicos y simbólicos.

- Los modelos icónicos son visualmente equivalentes al objeto que representan, pero son representaciones incompletas. Como ejemplos tenemos a los mapas de un territorio y maquetas de un edificio.

- Los modelos analógicos son funcionalmente equivalentes, pero son incompletos como representación. Se comportan como el proceso o sistema que representan, aunque pueden o no parecerse en la realidad. Un ejemplo es el modelo del átomo representado como un sistema solar.
- Los modelos simbólicos son abstracciones de orden superior en los cuales los símbolos pueden ser manipulados, cuantificados, cualificados, para así aumentar nuestra comprensión de una realidad. Retienen lo que se considera importante del proceso o sistema en estudio, pero desprecian muchos aspectos por considerarlos irrelevantes o simples detalles.

También se puede distinguir entre modelos concretos y abstractos. Los concretos se representan generalmente por una miniatura realizada en escala con respecto a un sistema real, por ejemplo un perfil de una cuenca hidrográfica. Los modelos abstractos son, por ejemplo, un conjunto de ecuaciones que describen relaciones entre las variables que intervienen en un sistema.

Las simulaciones son tipos particulares de modelos que representan un proceso, posiblemente mediante una animación. Una simulación es la representación de un evento, de manera que se recrea el evento para operarlo de alguna manera. Las simulaciones son dinámicas, porque ocurren cosas en el tiempo. Por ejemplo, un simulador de vuelo recrea los eventos que ocurren cuando alguien pilota un avión. Las simulaciones pueden variar entre aquellas hechas con programas apropiados para trabajar con hipótesis realistas y elaborar propuestas de actuación, y los que simulan la realidad de forma virtual usando dispositivos de interfase especiales para comunicarse con la computadora, de manera semejante a como si se estuviera en el mundo natural. Las simulaciones a que nos referiremos son las primeras.

Hay enfoques visuales y gráficos para trabajar con modelos, en los cuales se requiere de una componente gráfica, donde lo predominante es la comunicación establecida en forma de diálogo, en lugar de memorizar controles para realizar una determinada acción. En general, a los alumnos les interesan las simulaciones como un medio que permite aplicar o hacer algo, y no les interesa demasiado comprender la lógica ni el funcionamiento del programa en sí mismo. Ahora bien, para entender el modelo se requiere

disponer de un umbral mínimo de conocimientos previos, ya sean conceptuales, matemáticos o informáticos.

Spitulnik et al. (1998) desarrollan un ejemplo de cómo los alumnos construyen un modelo de sistema ecológico usando este tipo de herramienta, específicamente usando el programa Model-IT (2004) en el que se aplican las bases teóricas de la dinámica de sistemas y los sistemas complejos. La dinámica de sistemas es una disciplina que modela un sistema mediante la identificación de sus componentes y las relaciones entre ellos. Estos modelos se crean a través de reconocer, identificar y operativizar patrones de causas y efectos. Model-It (2004) provee un medio de simulación y de construcción de modelos de forma activa por parte de los estudiantes. Son interesantes propuestas que obvian las ecuaciones matemáticas y permiten crear objetos gráficos y trabajar diferentes factores con sus relaciones. También se han desarrollado programas específicos como son RiverBank, RiverMUD, Media Genie, Science Learning In Context, Planet Earth Tricorder (PET) y NIMBLE (The Newton Interactive Microcomputer-Based Laboratory for Education); este último es un laboratorio virtual de bajo costo, que permite medir la temperatura, el Ph, la humedad, etc.

Estas herramientas modernas de modelización, como el software STELLA (2004) ofrecen una forma práctica de visualizar la forma como trabajan los sistemas complejos y proveen representaciones visuales de sus componentes y relaciones. Estas experiencias mencionadas hacen especial hincapié en la importancia de la enseñanza con computadora basada en “Ambientes Interactivos de Aprendizaje”, en los que las actividades de los estudiantes están directamente tutoradas por computadora, permitiéndoles amplificar y extender sus habilidades cognitivas (Salomón, 1993). Se destacan los programas MODELLUS (2004), especialmente creado para soportar estrategias constructivistas, que integra la Matemática con la Física y es de acceso libre. También se encuentra a DEVICE usado para la construcción de modelos de bombeo en Ingeniería Química.

En el campo de la Enseñanza de las Ciencia, una perspectiva teórica en la que se apoyan las simulaciones por medio de la computadora, es aquella que considera al aprendizaje como un proceso en donde se enfatiza el cambio conceptual. En este sentido, Rezende y Sousa Barros (2003) proponen un

diseño de hipermedia para trabajar conceptos básicos de mecánica “Fuerza y Movimiento” (F&M) (Rezende, 2001). Este tratamiento asocia los enfoques del cambio conceptual y del desarrollo conceptual, presentando los contextos adecuados para que los alumnos expresen sus ideas alternativas y sus modelos conceptuales. Combina propuestas de discusiones con varias pantallas de argumentos específicos, sobre situaciones físicas obtenidas a partir de las ideas previas de los estudiantes con simulaciones sobre movimientos. Estas dos estrategias permiten confrontar las ideas de los estudiantes con el modelo científico de la situación, de manera tal que se operativicen las bases teóricas del cambio conceptual.

Otra propuesta es el desarrollo del modelo de simulación denominado “Intermediate Causal Models” (ICMs). Sus fundamentos giran en torno a la importancia que tiene para el aprendizaje la construcción de modelos conceptuales de fenómenos físicos y en la utilidad para explicar y predecir fenómenos del mundo real. Se caracteriza por aplicar las leyes de la física en forma causal para predecir lo que va a ocurrir a medida que pasa un evento. El núcleo de esta propuesta es el modelo conceptual y la metacognición, por lo cual se proveen desarrollos, en un cuerpo de conocimiento coherente, entre los conocimientos intuitivos de los estudiantes y los conocimientos formales. Usan distintos tipos de representaciones, tales como diagramas para ilustrar la secuencia de comportamiento en un nivel de abstracción intermedio y pueden modelar los sistemas desde diferentes perspectivas, desde un punto de vista micro o macroscópico. Utilizan la simulación computacional en la cual los estudiantes pueden explicar verbalmente su razonamiento ya que poseen un sistema de salida de voz, mostrando su comportamiento de manera dinámica y visual. Estas propuestas hacen posible un enfoque diferente, ya que se trata de modelos con grados intermedios de abstracción, que predicen lo que sucederá a través de representaciones visuales y simbólicas sin necesidad de comenzar con formulaciones algebraicas.

A partir de lo reseñado, concluimos que hay una serie de ventajas en el uso de simulaciones, entre las que se destacan la posibilidad de llevar modelos al trabajo con niños, la creación de puentes entre la experiencia del mundo real y el abstracto, la necesidad que los estudiantes deban ser coherentes con las explicaciones y las causas que dan origen a algún fenómeno simulado. De acuerdo con estas cualidades, White (1998) desarrolla los proyectos Qualitative

Understanding of Electrical Systems (QUES), en los cuales se presentan distintos tipos de modelos causales y una secuencia de experimentos apropiados para estudiar el impacto que éstos tienen sobre los estudiantes para la comprensión y resolución de problemas. Se crean modelos basados en los conceptos que tienen dificultades especiales para su comprensión.

Collela (2000) propone otra aproximación a la forma de simulación, denominada "Thinking Tools". Es un desarrollo que se usa en pequeñas computadoras (del tamaño de la palma de la mano) llamadas "Think Tags" que soportan exploraciones, investigaciones y creaciones. Los estudiantes se transforman en jugadores dentro de estos micromundos de simulación, fijando reglas, identificando y analizando las evidencias, diseñando y ejecutando experiencias, como también confirmando o refutando sus ideas. Un ejemplo de esto es el trabajo de simulación de enfermedades por virus aplicadas en las clases de Biología.

Otra forma de simulación es la adquisición de datos por medio de la computadora, a partir de experimentos reales. Esto se lleva a cabo mediante tarjetas de adquisición de información que se insertan para que una computadora pueda recibir señales. La interfaz simula un osciloscopio, contador, plotter, etc. Una de las contribuciones importantes a la educación con TIC en este rubro lo constituye "Probeware" también llamado "microcomputer-based labs" (Tinker, 2004).

Estos adelantos son promisorios para la próxima década en América Latina, y el esfuerzo de las investigaciones en esta área de conocimiento estará dirigido a desarrollar nuevos programas e introducirlos en las currículas de ciencia, convenciendo a los educadores de las ventajas de su uso. De esta manera, los estudiantes tendrán acceso a instrumentos caros, que en este momento solamente los poseen los investigadores y laboratorios sofisticados, para llevar a cabo prácticas de laboratorios. Con estas herramientas seguramente se podrá ayudar a que los estudiantes desarrollen una mejor comprensión e interés por la ciencia.

3.4.4 Modelos basados en el Aprendizaje Colaborativo

Se pueden encontrar diversas definiciones de aprendizaje colaborativo, pero todas coinciden en que es un conjunto de estrategias orientadas a propiciar un aprendizaje de habilidades personales y grupales a través de la interacción social. Esto presenta importantes objetivos sociales, en los que se requieren de un trabajo colaborativo para lograr una meta común. En el aprendizaje colaborativo cada miembro del grupo es responsable de su propio aprendizaje, así como el de los restantes miembros del grupo. Este aprendizaje puede ser “cara a cara” o estar mediado por las computadoras, creando ambientes virtuales ricos en posibilidades para propiciar las actividades grupales. Estas cuestiones, conjuntamente con el desarrollo de líneas de investigación centradas en el microanálisis de las interacciones, conforman un campo de trabajo descrito como “Computer Supported Collaborative Learning”. Desde esta perspectiva, presentamos a continuación una serie de diseños específicos para la Enseñanza de las Ciencias.

La primera herramienta computacional creada para soportar el aprendizaje colaborativo conjuntamente con los procesos de indagación científica, fue CSILE (2004) (Computer Supported Intentional Learning Environments), desarrollada por Scardamalia et al., (1994) en el Instituto de Estudios de Educación de la Universidad de Toronto. El eje de este programa es la creación de una comunidad de aprendizaje entre docentes y estudiantes sobre una base de datos, en la cual todos los participantes de esta comunidad pueden ingresar textos, gráficos, notas y comentarios sobre el trabajo que se está elaborando. Este desarrollo es ampliamente usado en diferentes partes del mundo y la investigación que a través de ella se lleva a cabo brinda resultados muy positivos.

Un diseño con enunciados similares es el proyecto CoVIS (2004) (Learning Through Collaborative Visualization) (Edelson, 1998; Edelson et al., 1996, Lento et al., 1998), que incluye videoconferencias, colaboraciones en tiempo real, programas de visualizaciones y multimedia, entre otros. El propósito de este proyecto es proveer a los estudiantes de herramientas similares a las que tienen los científicos para su trabajo. Su foco está centrado en adaptar la práctica científica a la educación, cuya fundamentación se basa en la idea de que los conocimientos y las destrezas construidas por medio de actividades de

aprendizaje, se ven facilitadas por la participación en comunidades de práctica. Estas comunidades de práctica son los individuos con sus procedimientos, valores, contextos, filosofía, los cuales conforman una comunidad de trabajo, como es el caso de los científicos y los docentes. Es por esto que generar ambientes de autenticidad científica adquiere gran importancia cuando se trata de hacer nuevos desarrollos. En este sentido se enfatizan los puntos claves de la práctica científica, definidos a través de las actitudes, herramientas y técnicas e interacción social. Las actitudes hacen referencia a las formas de posicionarse ante la práctica científica, caracterizada fundamentalmente por la falta de certeza, por la búsqueda de preguntas sin responder y por el compromiso que tienen los científicos sobre las preguntas que están tratando de resolver.

Cuando se enseña ciencia, estos elementos deben ser considerados para lograr una práctica auténtica de las ciencias. En cualquier disciplina científica se desarrollan herramientas y técnicas habitualmente usadas por los científicos de ese campo. Pero la ciencia no es sólo investigación; incluye compartir resultados, preocupaciones, competencias y cooperación entre pares. Los elementos señalados se encuentran apoyados por un cuerpo de conocimientos que provee un contexto significativo a la actividad científica. Basados en estos principios, se genera CoVIS concentrado en diferentes temas, pero siempre referidos a ciencias de la tierra y ambientales. No son un conjunto de actividades fijas, sino que presentan una serie de recursos para ser usados en distintos tópicos y allí las TIC juegan un papel preponderante. Se trata de acortar la distancia entre las aulas y los científicos, facilitando a los alumnos los mismos datos y herramientas a las cuales tienen acceso los científicos. Se han desarrollado tres ambientes apoyados en estas formas, los cuales son usados para la visualización, llamados visualizadores de clima, de efecto invernadero y del tiempo. La autenticidad para el aprendizaje en ciencia no se puede usar únicamente mediante desarrollos con TIC sino que, para responder a la complejidad del mundo actual, se deben trabajar en clases reales.

CaMILE (Collaborative and Multimedia Interactive Learning Environment) se puede considerar como una programa colaborativo, aunque también tiene elementos de metacognición. Guzdial (1997) hace esta propuesta integrando diferentes elementos en una plataforma que da soporte a desarrollos, por ejemplo de Ecología.

Otro desarrollo que aplica este enfoque es PROMASE (Programa en Educación en Matemáticas y Ciencias), llevado a cabo por Tobin (1999). Este programa pretende formar a los profesores de ciencias de las escuelas primarias y secundarias de Miami, Estados Unidos. El modelo que utiliza este programa tiene en cuenta la relación de las propuestas hechas por los docentes con el trabajo llevado a cabo en su práctica áulica, para así tratar de revalorizar el “trabajo constituido a través de la propia práctica profesional”. El trabajo se operativiza a través de la producción de textos escritos por los docentes, que son los recursos de aprendizaje, los cuales permiten la construcción del conocimiento. También este modelo postula las interacciones sociales y culturales, para lo cual se formó una comunidad de aprendizaje constituida por los docentes y los instructores. El principal vehículo de comunicación es el establecimiento de una red virtual que cuenta con distintos espacios de interacción, como los diarios de diálogo, los espacios para las conversaciones privadas de los docentes, los boletines electrónicos de comunicación pública y el lugar de las conferencias, foros y bibliotecas virtuales. En estos espacios se intercambian historias personales, sociales, culturales y profesionales de los docentes involucrados. En cuanto a lo conceptual, se trata de introducir temas de relevancia y significación para los estudiantes.

El proyecto TACTICS (Técnicas de Aprendizaje Colaborativo con Tecnologías de Información y Comunicación en Ciencias) (Waldegg, 2002) es un proyecto compartido entre el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados de México y la Universidad de Montreal. Se inscribe dentro del aprendizaje colaborativo dado que cuenta con una comunidad de aprendizaje a través de las TIC. Su principal objetivo es diseñar módulos de aprendizajes constructivista en tres lenguas (español, inglés y francés) destinados a estudiantes de escuelas, en las cuáles se integran culturas, realidades y modos de vida diferentes. Entre los temas elegidos se destacan, entre otros, los siguientes: la contaminación del aire, suelo y agua; el tratamiento de desechos domésticos, industriales y hospitalarios; la producción de medicamentos; las energías alternativas; la reproducción: diagnóstico prenatal y reproducción asistida; la clonación, etc. El trabajo comienza con la definición de los equipos integrados por los estudiantes y maestros de las diferentes escuelas participantes, la determinación del tiempo y la extensión de las actividades.

Estas se llevan a cabo a través del correo electrónico, comenzando con la elaboración de las preguntas hechas por los alumnos, que se intercambian dentro de los grupos y son contestadas por medio de listas de discusión. Estos espacios facilitan el diálogo y el intercambio colectivo de información, propician la investigación, la resolución de problemas, y la organización, distribución y control de tareas. El producto de estos trabajos se coloca en un sitio trilingüe en la Web, elaborado por los propios estudiantes. Como este proyecto también posee una componente de investigación, de la que participan alumnos universitarios aventajados, se llevan a cabo registros de los intercambios, se hacen entrevistas y cuestionarios informales para tener un cuerpo de datos posibles de analizar.

Para finalizar, se destaca que el aprendizaje colaborativo es el más importante andamiaje usado en los desarrollos expuestos y seguramente no habremos agotado el tema en esta sección.

3.4.5 Redes para la enseñanza en línea

Un aspecto adicional que incorporamos a nuestro trabajo es el establecimiento de redes para la enseñanza en línea. No se trata de identificar los modelos que se utilizan en las interacciones existentes, sino más bien hacer una breve descripción de algunas de ellas ya que consideramos importante incluirlas, debido a que se observan como una tendencia de desarrollo creciente en este campo de trabajo, posibilitando la agrupación de distintos estamentos e instituciones educativas con similares intereses.

La “Red de Conocimientos Comunes” (del distrito escolar de Pittsburg en Estados Unidos) es una experiencia en la que se involucran actividades cooperativas entre los profesores, alumnos, instructores especializados, administradores y la asociación de profesores. Se usa para acceder a la información y desarrollar una serie de acciones innovadoras basadas en la red. El objetivo es diseñar materiales, ponerlos a prueba y evaluados, para luego ser transferidos a otros distritos escolares. La iniciativa concentra esfuerzos de la universidad, las empresas privadas y la comunidad escolar. La “Comunidad de Exploradores” está formada por grupos de profesores de escuelas secundarias dedicados a desarrollar simulaciones de fenómenos de las ciencias. Estas experiencias son compartidas en la red InterNet, que es una red

de profesores de universidad en la cual intercambian experiencias y el uso de materiales a través de este medio.

En Colombia se desarrolla el proyecto “Conexiones” (2004), que es una propuesta innovadora para la incorporación de las tecnologías de información y comunicación a la educación básica de ese país. Se trata de conectar más de cien escuelas usando un modelo basado en el aprendizaje colaborativo y desarrollado por medio de proyectos de investigación. Se ha logrado la ampliación de esta red hasta formar una comunidad virtual en la que participan no sólo docentes y estudiantes, sino padres de familia y directivos, proporcionando las herramientas necesarias para ayudar a las comunidades en la auto-gestión de proyectos de desarrollo social con el uso de las TIC.

Otro proyecto acerca de aulas en red es el llevado a cabo en las escuelas estatales de la ciudad de Buenos Aires en Argentina, denominado RePorTe (Red Porteña Telemática, 2004). Se utilizan las TICs como un medio de apoyo a la tarea de enseñanza de los docentes y sustenta el desarrollo de aprendizajes más significativos en los alumnos (Kozak, 2004). También se han desarrollado otras redes escolares en Ibero América, como “Red Enlaces de Chile”, “Red Escolar de México”. En España hay ejemplos de las redes que conectan escuelas y que desarrollan programas de formación de los docentes con TIC, como es el caso de “Educastur” de Asturias y los distintos materiales y programas que se comparten a través de Centro de Información y Comunicación Educativa (CNICE) del Ministerio de Educación de España.

Tal como lo mencionáramos al principio de esta sección los desarrollos con TIC seguramente no han sido agotados con esta revisión. A continuación presentamos una síntesis de otros programas.

3.4.6 Otros desarrollos

En el cuadro 2 expondremos una síntesis de otros desarrollos con TIC diseñados para soportar proyectos curriculares acordes a los estándares de calidad establecidos para la enseñanza de las ciencias. Incluyen espacios para la discusión y reflexión en línea y, en general, todos ellos están basados en los principios científicos contemporáneos. Haremos especial referencia a las propuestas que involucran cuestiones referidas a las Ciencias Biológicas.

Nombre del desarrollo	Descripción	Materiales y estrategias
Fluid Earth, Living Ocean. Universidad de Hawai.	Desarrolla módulos enfocados a las ciencias marinas para maestros de grado. Presenta actividades de investigación y de uso de materiales experimentales, donde las TIC se usan como herramientas. Están centrados en el estudio de la ecología y vida marina.	Manuales para el docente y los alumnos e incluye un libro de trabajo para los talleres y una guía de peces del Pacífico.
Prime Science (adaptación de SALTERS). Vermont Institute.	Es una integración entre las Ciencias de la vida, de la tierra y la Física conjuntamente con la Tecnología. Hace hincapié en la toma de decisiones, la reflexión, las actividades de investigación y el aprendizaje colaborativo. Destinado a maestros de los grados 6-10.	Guías y transparencias para los docentes y materiales para evaluación.
Science and Sustainability. Universidad de California, Berkeley.	Provee información para la toma de decisiones tecnológicas, personales y ambientales. Los estudiantes investigan y debaten temas de actualidad: de Ingeniería Genética, el desarrollo de países del tercer mundo, el crecimiento poblacional, etc.	Adaptación del programa Stella para modelar la dinámica de la población. Desarrollo del software "Progress Portafolio" diseñado para integrar herramientas de presentaciones que ayuden a los estudiantes.
Virtual High School, Concord Consortium	Ofrece cursos diseñados por maestros, no desarrollados en el currículum escolar. Se encuentran ejemplos sobre salud (la malaria), de paleontología.	La principal estrategia usada es el correo electrónico que permite el trabajo y la integración de los conocimientos.
Global Lab. Masachusset TERC Inc,	Están diseñados para ayudar a la investigación científica en los grados 8 -10. Presenta la Tierra como un sistema. El objetivo es la interacción entre estudiantes alejados a través de tomar mediciones climáticas. .	Se desarrollan bases de datos con mediciones tomadas por los estudiantes con las mismas variables en diferentes lugares geográficos. Hay participación internacional.
GLOBE Grupo Vanderbilt	Mayor desarrollo para estudiar el Medio Ambiente. Abarca toda la escuela primaria y secundaria. Aplicaciones internacionales en 86 países.	Propone herramientas on line para la recolección de datos, fotos satelitales, guías para maestros y otros

Nombre del desarrollo	Descripción	Materiales y estrategias
		elementos que sirven para la indagación científica.
GEnscope The Concord Consortium	Es un ambiente de aprendizaje que usa la computadora como una herramienta para ayudar a los estudiantes en la investigación científica en temas de genética, a través de la manipulación y experimentación.	Programa de computadora con actividades, ejercicios y links vinculados con el tema de la propuesta. Versiones para los estudiantes y para los maestros
World Watcher Calentamiento Global	Los estudiantes reconocen patrones y relaciones, proveen visualizaciones y predicciones sobre el calentamiento global .	Soporte tecnológico por Web o CD
CYBER CD-ROM Inc.	Propone investigaciones y una rica información para desarrollos en biología. Sus desarrollos son mayormente en CD.	Usa 3D, anuncios sobre narraciones y simulaciones, y se complementa con Cyber Web Site.
WebSims Project. Maryland Virtual High School.	Son desarrollos basados en la simulación de sistemas complejos.	Producen programas para usar bases de datos y monitorear la calidad de agua.
El Niño	Explora fenómenos climáticos con imágenes de satelitales y promueve las discusiones.	CD Rom para el estudio del fenómeno del Niño.
Bioquest, Belait Collage, Wisconsin	Son desarrollos de simulaciones basados en la resolución de problemas.	Desarrollo de 60 software de simulaciones en distintos temas para ser aplicados en la escuela secundaria
River Deep, LOGAN Inc. 77	Portal para el uso de la simulación de un río.	Incluye foros, un periódico mural, el planteo de lecciones. Simulaciones de fotosíntesis y respiración.
BGuILE (Biology Guided Inquiry Learning Environments)	Los resultados de las indagaciones se comunican entre los estudiantes para formar una comunidad de aprendizaje. Destaca la importancia de los fenómenos biológicos y la indagación científica que	Desarrollos de programa para estudiar evolución, ecosistemas y ecología.

Nombre del desarrollo	Descripción	Materiales y estrategias
MIT y Northwestern University. (Reisner, 2000)	proporciona datos para su interpretación y la obtención de conclusiones.	
Investigating Lake Illuka. University of Wollongong. Australia.	Es un programa interactivo multimedial para desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas destinados a los Grados 8-12	CD específico para el estudio de un lago y su costa.

Como hemos observado, las universidades son líderes en estos desarrollos, pero también los llevan a cabo organizaciones no gubernamentales y compañías de informática.

Con el análisis de los desarrollos presentados damos por finalizada esta sección, señalando que seguramente habrá otras innovaciones que no han sido encontradas en la búsqueda realizada y que todas estas propuestas son muy dinámicas y suelen cambiar en cortos períodos de tiempo.

3.5. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En esta sección llevaremos a cabo un análisis más específico de la literatura acerca de los desarrollos y programas que utilizan la computadora para la enseñanza del tema de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Para ello hemos realizado una búsqueda directa desde el 2000 hasta inicios del 2005 en dos grupos de publicaciones en idioma español, portugués e inglés. El primer conjunto congrega publicaciones de revistas dedicadas a la Enseñanza de las Ciencias, Educación Ambiental y TIC. Se ha llevado a cabo la revisión de cinco revistas editadas en castellano y una en portugués, que son *Alambique* (2000-2005), *Enseñanza de las Ciencias* (2000-2005), *Revista de Educación en Ciencias* (2000-2005), *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 1- Vol. 4), *Investigações em Ensino de Ciências* (Vol. 1-Vol. 10), *Revista de Educación en Biología* (2000-2005), en las que sólo se han encontrado artículos vinculados a la enseñanza de la Física y la Química. También hemos revisado la “*Revista Iberoamericana de Educación*” publicada y editada por la

OEI, la que contiene trabajos llevados a cabo en países latinoamericanos enfocados a la educación en general.

En cuanto a las revistas que publican temas de educación ambiental se ha consultado a *Tópicos en Educación Ambiental* (1999–2001), *Environmental Education*, *Environmental Education Reserch*, encontrándose investigaciones que se dedican a probar distintas experiencias con computadora, principalmente con estudiantes de escuela (Vreman- de Olde y de Jong, 2004) o con estudiantes de magisterios (Schaverien, 2003), en campos como la Física, la Química o la Biología con aplicaciones ambientales como la contaminación. En estas revistas especializadas no hemos encontrado ningún trabajo referido a la enseñanza del tema de los RSU, ni tampoco a desarrollados con TIC que tengan que ver con un enfoque centrado en Educación Ambiental.

Como se verá en el capítulo 8 de esta tesis, se ha desarrollado una simulación de la gestión de RSU, para la cual se revisó la literatura en la temática de simulación de aspectos del proceso de generación a la disposición de los RSU. Se han encontrado modelos predictivos de la generación de RSU (Chang y Chen, 2000), modelos de estrategias de reducción mediante recuperación (Taskanen, 2000), o de correspondencia entre niveles de ingresos y de generación de RSU (Medina, 1997). Estas referencias revisadas ilustran desarrollos para ser aplicados en contextos de las Ciencias Ambientales, pero no están pensados como herramientas educativas que puedan usarse con docentes o en escuelas.

Esta revisión nos llevó a la conclusión que hay un vacío en la problemática de enseñanza de RSU con TIC, por lo que se justifica el esfuerzo de llevar a cabo un e-módulo como el que se reporta en el capítulo 8.

Capítulo 4

FORMULACIÓN DE UN MODELO CONSTRUCTIVISTA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Un modelo representa algunos aspectos de la realidad de acuerdo a ciertas características sobresalientes que posee un sistema. En el caso de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias, se han propuesto diversos modelos didácticos que se pueden analizar desde distintas perspectivas (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Joyce y Weil, 2002; Meneses, 1992; Jiménez Aleixandre, 1992). En general, los autores coinciden que estos modelos poseen supuestos de base relativos a la concepción de enseñanza y aprendizaje (fundamentos psicológicos y pedagógicos) y a la construcción del conocimiento (fundamentos epistemológicos). La mayoría de los modelos resumen sus elementos constitutivos en la definición de las metas, principios, contenidos, actividades, recursos, sistemas de evaluación y, en algunos casos, se incluyen los contextos sociales.

Como una forma de progresar en la sistematización de la tesis y definir de manera teórica un modelo que integre los aprendizajes constructivistas y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, en este capítulo se profundiza en las dimensiones fundamentales sobre las que se construye un modelo para la Enseñanza de las Ciencias en línea. Para la definición de este modelo, se toman como base los fundamentos teóricos y los postulados

expuestos en el capítulo 2, conjuntamente con las características especiales de la enseñanza y el aprendizaje que usa como soporte las tecnologías de la información y la comunicación.

A partir de estos antecedentes, nos proponemos definir un modelo didáctico, que denominaremos “Modelo Constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en Línea” (que abreviamos como MoCEL), para lo cual se plantean sus objetivos, se delimitan seis dimensiones de análisis necesarias para su desarrollo y se propone una estructura y metodología de trabajo organizadas en cuatro etapas.

Resulta difícil separar y establecer límites precisos entre cada una de las dimensiones propuestas por el modelo, ya que se trata de representar un fenómeno complejo, como son los procesos que se establecen para la enseñanza en línea, en los cuales, se articulan y combinan una serie de variables⁴. En muchos casos, la separación se ha realizado de manera artificial con el fin de sistematizar la formulación del modelo y facilitar su comprensión. Lo mismo ocurre con la estructuración del modelo en diferentes etapas, que si bien se han definido de acuerdo a una secuencia temporal lógica, cuando se trata de llevar a cabo una propuesta de enseñanza en línea, se pueden cambiar de acuerdo con ciertas necesidades particulares. A pesar de lo señalado, para formular un modelo se considera imprescindible identificar y justificar las dimensiones de análisis elegidas, con sus respectivas variables y los indicadores⁵ por medio de los cuales se puede observar aquello que se desea conocer. Como también mostrar sus relaciones y las etapas que permiten otorgar una continuidad en la descripción.

4.1 OBJETIVOS DEL MODELO

Para definir un modelo es necesario plantear sus objetivos, que conjuntamente con los postulados -reseñados en el capítulo anterior- perfilan su esencia. En

⁴ En esta tesis se entiende por variable “las cualidades o atributos que pueden asumir diversos valores en los que difieren los fenómenos o individuos entre sí” (Arnal *et al.*, 1992). Este concepto es usado en el sentido de elementos constitutivos de las dimensiones de análisis propuestas para ser observados desde un paradigma cualitativo de investigación.

⁵ Lo mismo sucede con el término indicador, que en este trabajo se toma como un observable de las dimensiones o variables que se quiere conocer.

nuestro caso se trata de formular una propuesta destinada a la Enseñanza de las Ciencias, y es por ello que en primer lugar nos referimos a la concepción de ciencia que lleva implícito el modelo, para lo cual procederemos a analizar cómo se visualizan los **aspectos epistemológicos** de la ciencia en su enseñanza. A grandes rasgos, se plantean dos posiciones: una coincide con la visión *ingenua del empirismo* (Hodson, 1994) y la segunda está basada en la *construcción social* del conocimiento (Porlán, 1989).

La primera posición, reseña una ciencia constituida por verdades acabadas y absolutas, que sustenta una visión estática, presenta un carácter definitivo de las teorías y considera las afirmaciones científicas como verdades estrictas. La ciencia es interpretada a través del estudio de los objetos y el énfasis está puesto en las descripciones. En este esquema, no se discute ni reflexiona acerca de los aspectos filosóficos, históricos o epistemológicos de la ciencia (Hodson, 1985, 1988; Catalán y Catany, 1986; Acevedo, 1993) y tampoco se incorporan elementos sociales, que reflejen sus relaciones con la ciencia y la tecnología (Aikenhead et al., 1987; Fleming, 1987; Aikenhead y Ryan, 1992).

Esta visión considera al método como el fundamento que caracteriza a la ciencia, tal es el caso del método científico, que es presentado como una serie de pasos a seguir, que determinan los estudios a partir de fenómenos observados que, en general, son abordados libres de teorías, para luego continuar con la secuencia reglada por este método. De esta manera, el método se vuelve general y universal.

Corrientemente, esta posición es coherente con la enseñanza por transmisión de conocimientos, donde la experimentación se presenta como la forma de verificación o ilustración de la teoría. Gil Pérez (1986, 1993, 1994) hace una crítica exhaustiva de las visiones empiristas, al igual que Porlán (1994), Praia y Cachapuz (1994) y Bernal (1979). Plantean las visiones realistas ingenuas, que presentan al conocimiento derivado de la observación, o de la exposición del docente; es decir, donde el alumno no construye el conocimiento. En estas posiciones también se ignora el rol que desempeña la comunidad científica en el mundo contemporáneo, como tampoco se incluyen las creencias, dilemas y falencias que sustentan los científicos.

En una *segunda postura*, que es actualmente aceptada como paradigma alternativo, se sostiene una ciencia dinámica, admitiendo el carácter transitorio de las teorías científicas. Desarrolla la idea de una ciencia que evoluciona de un conocimiento no acabado, que tiene la posibilidad de ser revisado constantemente (Vázquez Alonso y Manassero, 1995; 1999). Sustenta que se debe considerar la naturaleza de la ciencia, sus aplicaciones tecnológicas y los aspectos sociales para formar ciudadanos que puedan adaptarse a los rápidos cambios en una sociedad orientada científica y tecnológicamente (Solbes y Vilches, 1992; Manassero y Vázquez, 2000). Identifica la ciencia como un producto del hombre que transcurre en el tiempo y que reconoce a los problemas de la vida cotidiana, involucrando aspectos históricos y sociales. Está en función de intereses o exigencias sociales y es llevada a cabo a través de los “colectivos científicos”, que influyen sobre ella con sus puntos de vista particulares y que pone a consideración el papel y el rol de la comunidad científica (Matthews, 1994).

En suma, si bien esta clasificación se hace a los efectos de analizar dos posturas antagónicas, no se pueden encasillar de forma clara todas las propuestas de enseñanza, pero cuando se trata de llevar a cabo desarrollos didácticos con TIC puede observarse una cierta polaridad hacia alguna de estas posiciones. Desde esta perspectiva, proponemos en nuestro modelo el siguiente objetivo:

- Desarrollar una concepción de ciencia centrada en la construcción social del conocimiento, acorde con los principios actuales de la Enseñanza de las Ciencias.

Este objetivo se logra presentando y relacionando el conocimiento científico con los contextos sociales y sus aplicaciones tecnológicas, a través de materiales y actividades educativas. Éstos deben contemplar una visión de ciencia que permite establecer interrelaciones entre distintos conceptos y disciplinas, con métodos y procedimientos flexibles, en oposición a presentar un método único y una verdad absoluta. La formulación de este objetivo tiene que ver con la dimensión **epistemológica** que integra el presente modelo.

Otro objetivo considerado en esta formulación, se refiere a los **procesos cognitivos** de aprendizaje, que propician los desarrollos con TIC. Es fácil

observar que muchos productos tecnológicos destinados a la educación se centran en la transmisión de conocimientos que los alumnos tienen que memorizar, en lugar de “diseñar una instrucción que proporcione comprensión” (Gardner et al., 2000). Según este autor, cuando los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos en situaciones nuevas o resolver problemas de forma adecuada, se puede decir que han comprendido. Ausubel también se manifiesta en un acuerdo parecido con respecto a la comprensión, cuando dice que para que ésta sea significativa se “requiere una máxima transformación del conocimiento adquirido” (Moreira, 2000). La condición que impone la enseñanza con TIC es el uso de materiales y a través de ellos, se pueden proponer situaciones de aplicación de los contenidos, para el logro de estas transformaciones.

Por otra parte, es importante remarcar aspectos que concuerden con la estructura cognitiva del sujeto que aprende. Como esto último es muy difícil de determinar, circunscribimos en el modelo esta cuestión al reconocimiento general de las ideas previas⁶ que poseen los estudiantes sobre los contenidos que se seleccionen para enseñar. De esta manera es importante considerar como objetivos que expresen aspectos cognitivos presentes en el modelo a:

- Proponer materiales, actividades y estrategias de aprendizaje que propicien los procesos cognitivos centrados en la comprensión, a través de facilitar la aplicación de conocimientos.
- Conocer las ideas previas que poseen los estudiantes sobre el tema a desarrollar para poder anclar los nuevos conocimientos de forma adecuada.

De acuerdo a estos objetivos, los esfuerzos del modelo están centrados, por una parte, en el proceso cognitivo de la comprensión, por lo cual es necesario exponer situaciones donde se transfiera el aprendizaje y se promuevan propuestas que logren emplear y aplicar los principales conceptos que se están estudiando. Especialmente incluimos los procedimientos de las ciencias, tales como la observación, predicción, manipulación de datos, elaboración de conclusiones, entre los más importantes. Por otra parte, es necesario presentar

⁶ El término ideas previas se toma en el mismo sentido que le otorga Ausubel a conocimiento previo (previous knowledge).

materiales y actividades que puedan encontrar sentido en las concepciones previas de los estudiantes.

También se incluye la reflexión como una forma de aprendizaje actitudinal, para lo cual se formula el siguiente objetivo:

- Formular contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que posibiliten el desarrollo de los procesos cognitivos involucrados.

Pero si sólo nos quedáramos en el planteo de estos objetivos estaríamos restringiendo el modelo a un enfoque individual de las cogniciones como elementos descontextualizados. Un antecedente contrario a esta posición ya se visualiza en las ideas de Dewey (2004), acerca de considerar al individuo y al ambiente social, cultural y físico como una unidad integrada. Avanzando sobre esta idea, algunos autores (Salomón, 1993; Perkins, 1993; Pea, 2001) plantean las cogniciones como productos situados y distribuidos social y culturalmente. Si bien en nuestro modelo no profundizamos en el análisis y situación del concepto de cognición distribuida, esta posición nos lleva a considerar la **inclusión del contexto** como un elemento importante en el aprendizaje. Por ello, planteamos el siguiente objetivo:

- Reconocer al contexto como un entorno que determina condiciones para diseñar el ambiente de aprendizaje.

No se trata de identificar características individuales del contexto de los usuarios, sino fijar un cierto perfil dominante del grupo en cuanto a cuestiones culturales y tecnológicas que lo definen; siendo esto, otro elemento constitutivo del modelo.

Siguiendo con las ideas acerca de la cognición apoyada en las propuestas en la teoría histórico-cultural de Vygotsky (1997), que sitúa las cogniciones individuales dentro de los contextos sociales culturalmente mediados, ya sea por otras personas o por herramientas producidas por la cultura. Las TIC se pueden pensar como un artefacto de mediación, que operan e interaccionan con el pensamiento del sujeto que las utiliza llegando a forjar una parte del mismo. Si se acepta que la construcción del pensamiento no es sólo una actividad individual, sino que está asociada a otros individuos y en este caso a

estas herramientas computacionales, es necesario diseñar un modelo que tenga en consideración la **comunicación**, para lo cual se plantea el siguiente objetivo:

- Viabilizar diferentes espacios de comunicación que permitan establecer relaciones entre los distintos actores del proceso de enseñanza y aprendizaje conformando una comunidad de aprendizaje.
- Los espacios de comunicación son otra forma de definir el modelo y se operativizan por medio de las interacciones entre los usuarios y sus tutores o docentes a través de los recursos tecnológicos.

Todos los modelos de enseñanza incluyen consideraciones **pedagógicas y didácticas**. En nuestro caso, se presentan a través de un objetivo que tenga en cuenta las herramientas para diseñar los desarrollos tecnológicos y dirigir los aprendizajes desde el enfoque de la EpC. Nuestro modelo está basado en las teorías de las inteligencias múltiples, que postula que los individuos no comprenden todos de la misma forma, sino que lo hacen de diferentes maneras y también serán distintas las formas como estas comprensiones se demuestran. Por lo tanto, hay que pensar en una variedad de estrategias de aprendizajes y de formas de evaluación para abarcar una mayor diversidad de los procesos en los estudiantes. De esto se desprende un objetivo del modelo, que es:

- Desarrollar tópicos generativos, metas y desempeños de comprensión, y formas de evaluación para la enseñanza en línea que permitan abarcar una mayor cantidad de estilos de comprensión.

Por último, este modelo usa las TIC para poder desarrollar una enseñanza en línea, por lo que es fundamental considerar los aspectos **multimediales** del modelo, que se concretan en el objetivo:

- Diseñar un formato tecnológico que facilite y permita ensamblar diferentes estructuras multimedia para la construcción del conocimiento con TIC.

Lo planteado se refiere a la estructura, capacidad y elementos que poseen las tecnologías para poder desarrollar de forma coherente las características que

impone nuestro modelo. A partir de los objetivos planteados se continúa en la próxima sección profundizando el modelo definiendo una serie de dimensiones.

4.2 DIMENSIONES DE ANÁLISIS DEL MODELO

Debido a la complejidad que implican estos objetivos, ya que resumen una multiplicidad de aspectos, se propone establecer seis **dimensiones** de análisis para desarrollar el modelo, que son la contextual, multimedial, pedagógica-didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional.

4.2.1 Dimensión contextual

La primera dimensión considerada en un modelo, según lo que establecen Joyce y Weil (2002), es el sistema de apoyo que se necesita para su operativización. La propuesta que hacen estos autores se centra en las condiciones necesarias para que exista el modelo, entre los que se encuentran los recursos. En nuestra propuesta, creemos que es imprescindible partir de esta referencia, pero se va a ampliar este sistema a lo que denominamos **dimensión contextual**. Esta dimensión abarca no sólo el *sistema de apoyo*, que en este caso está integrado por los recursos tecnológicos, sino también ciertas características de los usuarios dentro de un medio o contexto en el que tiene lugar la aplicación del modelo. De manera global, estas condiciones se denominan como *cultura de la organización*.

Desde el punto de vista de un modelo con TIC, Schank (2001) y Bates (2003) recomiendan atender lo que denominan genéricamente la “cultura institucional”, es decir los objetivos, valores y características especiales de la comunidad a la que van dirigidas las acciones tecnológicas. En ese sentido se puede considerar que hay una cultura especial dentro de un grupo determinado de individuos que tienen un mismo rol y ciertas características que lo distinguen, tal es el caso de los docentes de ciencias. Desde el punto de vista planteado por los autores, corresponde tener en cuenta las metas específicas de la organización, pero en el caso de nuestra propuesta que va dirigida a la formación de los docentes y que no están agrupados en una institución particular, afirmamos que lo más importante de considerar son ciertos rasgos individuales comunes que comparten entre ellos y que son propios de su perfil.

Un ejemplo de la importancia de reconocer estas diferencias, se observa cuando se propone un programa de formación sobre un tema determinado, como puede ser los residuos sólidos urbanos, a un grupo de empresarios o a docentes de escuelas. En el primer caso, la cultura empresarial estable es un perfil que posee características propias, que demandan un estilo de formación con una fundamentación acorde a dicho perfil y que, seguramente, será distinto a las características que impone el perfil correspondiente a la cultura docente.

En nuestro modelo, la identificación de los rasgos necesarios dentro de la *cultura de la organización* se centra en algunos requisitos que imponen el marco teórico de la EpC, como son el conocimiento acerca del significado de la comprensión, las posibilidades que tienen los docentes de identificar y organizar contenidos que potencien la comprensión a través de tópicos generativos y las capacidades innovadoras de los docentes para incorporar las TIC.

Una segunda exigencia de la dimensión contextual se refiere al *sistema de apoyo* integrado no sólo por los recursos tecnológicos tales como la computadora, los programas de computación y la conexión a Internet; sino también por las destrezas que poseen los usuarios para el manejo de la computadora y de sus programas. Se incluye como parte del sistema de apoyo, los recursos que van a ser usados en los desarrollos tecnológicos, que en este caso, son las páginas Web.

De acuerdo con esta propuesta la **dimensión contextual**, queda constituida de la siguiente forma:

- Cultura de la organización docente
 - Ideas acerca de la comprensión
 - Carácter innovador de los usuarios
 - Identificación y organización de tópicos generativos
- Sistema de apoyo:
 - Recursos tecnológicos: computadora, programas, conexión a Internet
 - Destrezas de los usuarios respecto a la computadora y sus programas
 - Materiales: páginas Web

Para analizar el *sistema de apoyo*, partimos de la base que no todos los desarrollos con TIC son aplicables a cualquier grupo de participantes, y dependen en parte, de las disponibilidades tecnológicas de los usuarios. Si bien tener acceso a las TIC es un requisito previo e imprescindible para nuestro modelo, puede haber una variedad de situaciones en cuanto a la disponibilidad de este recurso. Con esto nos referimos a tener computadora propia, conexión a Internet y acceso a determinado software. Por ejemplo, si un grupo de docentes destinatarios, solamente posee computadora en las escuelas, se puede inferir que la mayoría va a tener este acceso en horarios de trabajo y no los fines de semana, determinando de esta manera los tiempos de ejecución de las tareas. Además la velocidad del trabajo obedece en gran medida al tipo de conexión a Internet que pueda tener acceso un usuario; será muy distinto si lo hace a través de la línea telefónica o por fibra óptica. Otra cuestión es el costo elevado de los diferentes programas de computadora, lo que restringe su selección y uso.

De acuerdo a lo planteado, se enfatiza que estas condiciones de apoyo determinan las decisiones sobre qué andamiajes tecnológicos se van a proponer en un desarrollo. Se puede dar el caso de que los usuarios posean una buena dotación tecnológica, entonces, el modelo diseñado podrá ser implementado en su totalidad a través de Internet. De lo contrario, los materiales didácticos tendrán que estar en un CD como soporte informático. Por otra parte, también el recurso tecnológico condiciona la estructura comunicativa del modelo, ya que para establecer comunicaciones sincrónicas hacen falta velocidades altas de conexión y servidores con capacidad de soportar un número considerable de alumnos trabajando al mismo tiempo.

Por otra parte, es fundamental determinar las destrezas necesarias en los usuarios para el uso de los recursos TIC aplicados a la enseñanza de temas científicos. No es lo mismo tener experiencia en un manejo mínimo de la computadora, como son los procesadores de texto y el correo electrónico, que conocer o dominar software más o menos sofisticado, sobre aplicaciones de enseñanza y aprendizaje o los diferentes recursos que provee Internet. Si los usuarios poseen un bajo nivel de conocimiento y uso de estas herramientas, se tendrá que plantear estrategias computacionales más simples. Por ejemplo, si se trata de trabajar con simulaciones o modelos, habrá que darles programas

de este tipo ya elaborados para que los utilicen inicialmente sin detenerse en cómo generar la simulación o el modelo.

En cambio, si los docentes usuarios de TIC ya tuvieran destrezas para estos desarrollos, podrían profundizar estructurando sus propios modelos a través de programas que permitan estas aplicaciones, tal como es el caso de Model-It. Algo parecido sucede con el manejo de plataformas informáticas, si los usuarios se encontraran en un primer estadio de uso de las TIC es necesario tomar medidas para proveer de formación al respecto, pero cuando ya se está familiarizado con este recurso, se puede obviar esta formación o pedirles aplicaciones áulicas estructuradas en este andamiaje. También las estrategias de comunicación que puedan ser utilizadas dependen de lo explicitado; por ejemplo, plantear alguna discusión educativa es difícil llevarla a cabo si sólo disponemos del correo electrónico, sin embargo, es más sencillo si se dispone de un foro o por medio de un recurso conocido vulgarmente como Chat.

Por último, dentro del sistema de apoyo se han incluido las páginas Web, que son parte de los materiales que se usan en la estructuración de los desarrollos propuestos con este modelo. Es importante seleccionar materiales apropiados que respondan a los objetivos planteados. Para ello es necesario investigar acerca de la disponibilidad de estas páginas para cada uno de los temas posibles de desarrollar y establecer criterios que permitan identificar la calidad de estos materiales.

Como podemos observar, la dimensión contextual del modelo no es sólo un requisito que hay que investigar, sino que establece que cada desarrollo esté orientado a una determinada realidad. Esta última idea aparece en conflicto con la naturaleza misma de Internet, de manera que toda la información y desarrollos que allí se encuentren, no están orientados a nadie en particular. Es el usuario de Internet el que busca y encuentra. Desde esta perspectiva, cuando se estructura un proyecto o curso de enseñanza que va a ser usado de forma no presencial se crea para el “cyber espacio”, desconociéndose habitualmente las características de los potenciales usuarios que, en general, suelen ser muy variados. A pesar de esto, es necesario encontrar al menos un umbral mínimo de características que determinen la cultura de los usuarios y, de acuerdo con ello, dar por descontado un patrón general para la aplicación de un desarrollo tecnológico.

De cualquier manera las condiciones nunca son estáticas, debido por una parte a que los usuarios evolucionan en el manejo de las tecnologías a medida que participan en actividades con estos recursos y por otra, está el propio progreso de las TIC. Basados en esta presunción, podemos pensar que la dimensión contextual hay que reconsiderarla a medida que avanza la imposición de enseñanza con TIC, de manera tal que se adapten los desarrollos a través de estrategias adecuadas a las nuevas circunstancias. De cualquier manera estos elementos necesitan ser diagnosticados, para que a partir de los resultados encontrados se pueda acercar un diseño del modelo propuesto a la realidad de los usuarios.

4.2.2 Dimensión multimedial

La segunda dimensión que se ha considerado en el modelo son las características que presenta el desarrollo desde el punto de vista multimedial. Se refiere a los recursos tecnológicos y las estrategias que se usan para lograr el producto educativo planteado⁷.

Para comenzar a construir un desarrollo tecnológico hay que proponer una *forma de presentación* para el desarrollo computacional acorde al marco teórico que sostiene la propuesta, en nuestro caso, se trata de un modelo fundamentado a partir de premisas constructivistas tal como se ha detallado en el capítulo 2 de esta tesis. Fijar una estructura adecuada implica dar cabida de forma explícita a los diferentes elementos del marco conceptual, estableciendo de esta manera la primera condición del modelo. Se trata de incluir en las pantallas los cuatro elementos de la EpC, los aspectos referidos al aprendizaje significativo de Ausubel y las interacciones que provienen de Vygotsky. Colocar el enfoque educativo a la “vista” de los usuarios se contrapone a lo que se observa en plataformas predeterminadas, en las cuales hay que seguir un diseño al estilo “plantilla” en las que sólo hay que ajustar los contenidos y actividades a estos formatos, corriendo el riesgo de ser sólo aplicaciones utilitarias sin tener una estructura consolidada a través de algún marco teórico. También es importante considerar la forma como se presenta la información, ya que no es lo mismo para el usuario encontrarse con formas atractivas y que le llamen la atención que un mero texto incorporado a la estructura electrónica.

⁷ En esta dimensión se han considerado las características de la enseñanza en línea descritas en la sección 3.1 del tercer capítulo de esta tesis.

Una segunda condición necesaria para poder establecer un desarrollo tecnológico, es fijar su *estructura de navegación*. Esta puede ser muy diversa, utilizando formas lineales, paralelas o esquemas ramificados, que tal como sus nombres indican, se trata de una ordenación espacial que determina el recorrido que se debe seguir dentro del material tecnológico (Orihuela, y Santos, 2000; Marcelo, et al., 2002). En nuestro modelo proponemos integrar más de una secuencia de navegación que puede corresponderse con alguna de las formas mencionadas, o combinaciones de ellas. Muchas veces es difícil salirse de los esquemas lineales, pero lo fundamental es definir en los materiales una organización interna que responda a una estructura conceptual lógica, a la manera que lo propone Ausubel, evitando un listado yuxtapuesto de conceptos y que esta estructura se corresponda con la navegación propuesta.

Como un reflejo de la estructura de navegación se debe construir el *mapa de navegación*, que se presenta al usuario y muestra la organización total del desarrollo y el camino por donde el usuario puede navegar. Definir este recorrido es una condición del modelo, ya que propone una secuencia, aunque flexible, para el aprendizaje, tratando de facilitar la construcción de significados.

Una característica distintiva en nuestro modelo es proponer como mapa de navegación un esquema organizador semejante a un mapa conceptual, en el cual se establecen los conceptos de forma jerárquica y sirven de elementos anticipadores de los contenidos de un módulo de trabajo. Esta condición está determinada en el sentido de los organizadores previos que propone Ausubel. Lo importante es que el esquema sea propuesto como un mapa de navegación, donde cada concepto es “clicable” para que el usuario pueda avanzar y retroceder en la red de conceptos de acuerdo a sus necesidades de aprendizaje, buscando los conceptos que le pueden servir de puente a nuevos conceptos. La posibilidad que brinda este sistema de navegación es que en cierta medida el estudiante se independiza de una estructura fija de navegación para crear los caminos y las redes conceptuales que mejor se adapten a sus conocimientos previos, favoreciendo el aprendizaje significativo.

Otra variable de esta dimensión es la *representación multimedial*, que se refiere a la forma de presentar la información ya sea como texto, audio o gráficos. En cuanto a los textos hay dos formas de construcción, una es la manera

convencional, en donde el flujo de información es lineal y continuo. Es importante definir y seleccionar textos claros y de fácil lectura con una extensión adecuada que facilite la comprensión de los conceptos.

La otra forma de presentar la información es a través del hipertexto que posee la característica de relacionar la información presentada con otras fuentes de datos disponibles. La gran cantidad de información que se tiene acceso a través de los hipertextos favorece los vínculos entre los conceptos y facilita el aprendizaje dentro de un contexto ya que permite las interrelaciones como una manera de propiciar la construcción del conocimiento de forma parecida a lo que el sujeto lleva a cabo en su mente. En nuestro modelo se incorpora una estructura de hipertexto usando un procesamiento de la información de manera discontinua con enlaces a distintos materiales, como son las páginas Web, artículos, capítulos de libros, que facilitan la profundización del contenido.

Con respecto a la imagen gráfica, las posibilidades de generar verdaderos sistemas multimediales en los cuales se complementen imágenes fijas o animadas, con sonido y texto, están directamente vinculadas a las posibilidades técnicas, económicas y de tiempo de quienes desarrollen el modelo. Ajustándonos a esta restricción, hay que colocar un espectro amplio de elementos multimediales para hacer más rico el entorno, de manera que sea atractivo al usuario y brinde, sobre todo, posibilidades para que dé cabida a los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes. Genéricamente las imágenes y el audio tienen que ser pertinentes y estar en consonancia con el texto.

Los *elementos de pantalla* son la última variable de esta dimensión. Está integrada por los botones, iconos, barras y menú, que organizan el entorno de aprendizaje disponiéndose de acuerdo a las necesidades del diseño. Los iconos o enlaces a foros, correo electrónico o sitios de chateo son una forma de integrar los aspectos comunicacionales en el desarrollo; en nuestro modelo no pueden faltar ya que se destaca la importancia de las interacciones sociales en el aprendizaje.

En consecuencia, la dimensión multimedia determina la estructura y presentación de los materiales así como las formas de comunicación, condicionando las potencialidades cognitivas y la manera de organizar comunidades de aprendizaje entre los usuarios y sus tutores.

Como síntesis de la **dimensión multimedia** se presentan las siguientes variables:

- Forma de presentación
 - Explicita el marco teórico
 - Es atractivo
- Estructura de navegación
 - Lineales, paralelas, ramificadas, combinadas
- Mapa de navegación
 - Refleja la estructura conceptual.
- Representación multimedial
 - Texto lineal: claridad y extensión
 - Hipertexto: relevante
 - Gráficos: pertinencia
 - Audio: adecuación
- Elementos de pantalla
 - Botones, iconos, barras y menú: adecuación

4.2.3 Dimensión pedagógica-didáctica

La tercera dimensión del modelo corresponde a lo que denominamos sistema **pedagógico-didáctico**. Comprende los elementos clásicos de los diseños curriculares de una unidad didáctica (Tyler, 1973), pero en nuestro modelo las variables de análisis provienen de las cuatro ideas fundamentales que plantea el marco conceptual de la EpC:

- Metas de comprensión
- Tópicos generativos
- Desempeños de comprensión
- Evaluación diagnóstica continua

La primera variable de esta dimensión trata sobre los objetivos de aprendizaje, que en este modelo son considerados como *metas de comprensión* pues están centrados en el desarrollo de la comprensión por parte de los alumnos y guían los resultados de la enseñanza. En una propuesta tradicional de desarrollo curricular, los objetivos generalmente son más dispersos, en cambio en este modelo están focalizados como metas referidas a los procesos de

comprensión, lo que entendemos que es una ventaja de nuestra propuesta porque permite concentrar los parámetros para evaluar los aprendizajes.

Estas metas se aglutinan en la comprensión de los conceptos y de los procesos que se corresponden con los contenidos conceptuales y los procedimentales. Si bien el modelo de la EpC propuesto por Gardner (1997) no determina de forma explícita la comprensión de actitudes, se puede inferir que ciertas metas propuestas apuntan a comprender causas y consecuencias de actitudes que, en nuestro caso, se asumen en la toma de conciencia y decisiones acerca de la ciencia. Debido a la importancia que la comprensión de estas actitudes tiene para la transferencia del conocimiento científico a la vida cotidiana, consideramos importante incluir como meta de comprensión a las actitudes.

Hay dos niveles de metas, las generales y las parciales. Las primeras, denominadas hilos conductores, corresponden a los desempeños que se quieren lograr con los alumnos en la totalidad de la propuesta de aprendizaje. Las metas parciales, como su nombre indica, son logros intermedios y debido a esto, necesariamente tienen que ser coherentes y relacionarse estrechamente con los hilos conductores. En el modelo que estamos presentando, las metas de comprensión deben estar claramente determinadas y expuestas dentro de las pantallas, abarcar conceptos procedimientos y actitudes, como también estar adaptadas al nivel al que va dirigido el e-módulo, ser coherentes entre ellas, con los contenidos y con los desempeños que se proponen.

Para una mejor visualización se detalla esta variable de la siguiente forma:

- Metas de comprensión: metas generales o hilos conductores y metas parciales.
 - Claramente determinadas
 - Expuestas dentro de las pantallas
 - Concentradas en conceptos, procedimientos y actitudes
 - Adaptadas al nivel del desarrollo de los alumnos
 - Coherentes entre ellas, con los contenidos y con los desempeños.

Una segunda variable de la dimensión que estamos analizando se apoya en la característica distintiva y central de nuestro modelo, que se refiere a la organización y selección de los contenidos como *tópicos generativos*. Los tópicos generativos son las ideas relevantes, conceptos y cuestiones sobre un tema, que proporcionan una variedad de perspectivas para desarrollar las comprensiones de los estudiantes. Son centrales para la disciplina que se trabaja y se organizan como una red de ideas alrededor de un tema específico. Para establecer tópicos generativos es necesario tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Buscar los nuevos conceptos y descubrimientos científicos dentro de los contenidos tradicionales, de manera tal que los tópicos generativos sean actualizados. Esto trae como consecuencia directa la flexibilización de los currículos introduciendo otros temas y enfoques.
- Establecer numerosas conexiones con otros conceptos, para permitir y favorecer la interdisciplina.
- Introducir conceptos adecuados a la lógica conceptual del tema, como una forma de evitar estructuraciones defectuosas en la navegación.
- Adecuar el nivel a los estudiantes, de manera que les resulten interesantes y despierten su interés.
- Brindar la posibilidad de utilizar una variedad de estrategias multimediales de aprendizaje.

Otro aspecto a considerar es cómo se lleva a cabo la selección de los tópicos generativos. Proponemos que sean los docentes quienes, a través de su experiencia áulica y de sus propios marcos conceptuales, definan inicialmente una serie de conceptos sobre un determinado tema, buscando darles un nuevo matiz que promueva la comprensión en los alumnos. Esto implica que la toma de decisiones sobre la selección de los contenidos no recae solamente en los expertos que elaboran la propuesta con TIC, o en los expertos en contenidos. Tampoco se eligen por el solo hecho de estar en total acuerdo con los diseños curriculares vigentes, o definiendo una serie de competencias que se desean alcanzar de acuerdo a los estándares sobre la enseñanza de dicho tema. Se

seleccionan considerando aquello que los docentes creen que es válido enseñar, recuperando de esta manera sus contextos y saberes. No se trata de definir los tópicos generativos a través de la opinión de cada docente, sino de consensuar conceptos entre grupos de docentes acompañados por científicos e investigadores en el área específica de trabajo. Los aportes de la investigación en Educación en Ciencias son fundamentales para apoyar con ejemplos, actualizaciones y criterios las discusiones hasta lograr el consenso. Se trata de un trabajo colectivo entre la comunidad que enseña, científicos e investigadores que pretende relacionar y aproximar los contenidos escolares a las demandas actuales del conocimiento científico.

La selección de los tópicos con la metodología descrita necesita contar con grupos presenciales de docentes para definir los tópicos mismos. Esa condición puede observarse como una debilidad, porque este planteo implica generar espacios de trabajo presencial. Sin embargo, en el modelo que estamos proponiendo, no se descarta la presencialidad sino que se estructura mediante un sistema mixto o de aprendizaje distribuido (Dede, 2000), en el cual se proponen actividades presenciales y no presenciales, utilizando una plataforma virtual con diferentes soportes tecnológicos.

Otra debilidad que puede aparecer al seleccionar los contenidos de esta forma es que no siempre son los mismos docentes quienes deciden los tópicos y quienes siguen el desarrollo didáctico en el cual estos tópicos están incluidos. Una propuesta que utilice los tópicos generativos seleccionados por quienes la cursen, solamente podría ser utilizada una única vez. Esto se contradice con la conveniencia de efectividad de un curso con TIC, en el cual se espera pueda ser usado por un número amplio y variado de alumnos (Mir et al., 2003). Se puede argumentar esta posición sosteniendo que hay una cierta coincidencia entre la experiencia y el pensamiento de los docentes, lo que haría que estos desarrollos puedan ser usados más ampliamente. Al igual de lo que ocurre con algunas de las propuestas presenciales de enseñanza de las ciencias, tal son los casos de SALTERS (1991) en Inglaterra, APCUA (1991) y ACES (1994) en España y Proyecto 2061 (2005) en USA, que son usados por profesores en distintos países.

A partir de lo expuesto se proponen los siguientes indicadores para esta variable:

- Tópicos generativos
 - Organización:
 - Abarcativos de conceptos, procedimientos y actitudes
 - Actualizados
 - Interdisciplinarios
 - Adecuados a la lógica conceptual del tema
 - Adecuados al nivel de los estudiantes
 - Permiten variedad de estrategias
 - Selección:
 - Propuestos por el docente.
 - Inclusión de diversos materiales

Continuando con el análisis de la tercera variable del sistema pedagógico-didáctico, el marco conceptual de la EpC define a los *desempeños de comprensión* como las actividades en las cuales el alumno tiene la oportunidad de construir conocimientos y aplicarlos a situaciones nuevas. De esta manera, la elección de las actividades es un factor determinante para estructurar los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Se pueden diseñar acciones que van desde una simple tarea para describir un objeto concreto, hasta aquellas en las cuales es necesario poner en juego complejos procesos cognitivos que se necesitan para resolver un problema científico. Los desempeños pueden hacer homologable a las actividades de los diseños curriculares clásicos, pero haciendo la salvedad que esta visión de las actividades como desempeños se conciben como una reconfiguración del conocimiento. Sus características distintivas se definen por una parte, como las actividades facilitadoras de los procesos cognitivos y por otra, por la necesidad de aplicar el conocimiento a nuevas situaciones como una forma de lograr la comprensión. La forma de visualizar si los desempeños cumplen con estas dos condiciones es a través de la generación de actividades de aplicación basadas en la comprensión acerca de lo que se está estudiando.

Por otra parte, las actividades se deben presentar de acuerdo a una cierta secuencia lógica cuidando de manera extrema esta condición, porque al no estar estructurado el aprendizaje a través de la presencialidad del docente, no cabe la posibilidad de realizar marchas y contramarchas como en las clases tradicionales. Por lo tanto, la secuencia en las actividades marca la estructura del trabajo de los alumnos. Esta secuencia la determinamos en actividades

introdutorias, de desarrollo, de integración, de transferencia y de sensibilización, estructuradas para favorecer la comprensión.

Por último, afirmamos que los recursos están fuertemente asociados a las actividades que plantea el desarrollo tecnológico y son las actividades las determinan las estructuras de aprendizaje.

A manera de síntesis, presentamos esta variable con sus indicadores:

- Desempeños de comprensión
 - Variedad de actividades que facilitan de la comprensión
 - Aplicar el conocimiento a nuevas situaciones
 - Presenta una secuencia lógica

Finalmente, está la *evaluación diagnóstica continua*; que se considera de forma permanente durante el proceso y producto del aprendizaje. En nuestro modelo la evaluación del proceso se realiza a través de las actividades propuestas, y la evaluación del producto se realiza al final del e-módulo, abarcando los conceptos, procedimientos y actitudes, quedando establecida de la siguiente forma:

- Evaluación diagnóstica continua
 - Evaluación inicial
 - Evaluación del proceso
 - Evaluación del producto

Como una variable adicional en esta dimensión agregamos la *transferencia al aula*, debido a que en este caso el modelo será puesto a prueba con un desarrollo para el perfeccionamiento continuo de docentes de ciencias.

4.2.4 Dimensión cognitiva

Esta dimensión se corresponde con los procesos internos que lleva a cabo el alumno para la construcción del conocimiento. La posibilidad de construir el aprendizaje cuando se usan las TIC depende fundamentalmente del potencial de los materiales a desarrollar, debido a que estos promueven distintas estrategias cognitivas. Hay diversas formas de presentar los materiales, pero la

condición para que se acerquen lo más posible a un diseño constructivista es que tienen que estar sostenidos por el principio fundamental de esta teoría, cuya concepción requiere de un sujeto de aprendizaje activo en la construcción del conocimiento.

Un aspecto especial que se destaca en nuestro modelo es que se facilite el *aprendizaje significativo*, para lo cual es importante que los materiales de aprendizaje sean potencialmente significativos. Esto es una tarea compleja, que se puede llevar a cabo presentado los contenidos no de forma literal, sino que tengan significado para los estudiantes y puedan anclarse con sus conocimientos previos, por lo que es necesario conocer las ideas de los estudiantes en el sentido expresado por Ausubel et al. (2000) de “develar la estructura cognitiva preexistente”. Otra condición del aprendizaje significativo es que el alumno presente una predisposición para aprender, es decir, debe estar motivado para que se lleve a cabo el aprendizaje. En nuestro caso se trata de promover la motivación de los participantes a través de plantear los contenidos vinculados con la vida cotidiana y con actividades que sean posibles de transferir al aula.

Otro elemento en nuestro modelo directamente asociado a los procesos cognitivos, se refiere a *procedimientos propios de la ciencia*. Si bien se puede suponer que todos los campos del saber promueven una serie de procesos cognitivos, en el pensamiento científico se destacan algunos de ellos coincidentes con lo que plantea Blyte (1999) y Wiske (1998) para los desempeños de comprensión. Adaptando la propuesta de estos autores coincidimos en plantear en el modelo situaciones de explorar y observar, resolver problemas, hacer predicciones, recoger datos, obtener conclusiones, debatir asuntos con argumentaciones fundamentadas, simular situaciones reales, y agregamos por último la reflexión como un proceso de la metacognición.

Hasta aquí se han definido las condiciones fundamentales de la **dimensión cognitiva**, de tal manera que se sintetizan de la siguiente forma:

- Aprendizaje significativo
 - Anclados en ideas previas
 - Predisposición del estudiante para aprender

- Procedimientos de la ciencia
 - Observación y exploración
 - Resolución de problema
 - Predicciones
 - Manipulación de datos
 - Elaboración de conclusiones
 - Reflexión

4.2.5 Dimensión epistemológica

En nuestra propuesta la dimensión epistemológica se operativiza a través de dos variables. Por una parte, cuando se trata de estructurar el modelo con TIC, una componente que hay que considerar, ya sea de forma implícita o explícita, es la *naturaleza de la ciencia* que se enseña.

Dentro de esta variable se considera si un desarrollo se acerca a una posición inductivista, con características muy generales como es el uso de un método absoluto, con énfasis en la descripción de los objetos y en un conocimiento determinado por los fenómenos observados (relacionado con el problema del método científico). También se considera si un desarrollo se aproxima a una visión social de la ciencia, que sostiene a la ciencia como un producto del hombre que transcurre en el tiempo, la cual transmite ciertas ideologías o creencias subyacentes e involucra aspectos y aplicaciones tecnológicas. Además, interesa considerar si un desarrollo coloca los conocimientos en el marco de su desarrollo histórico (relacionado con el problema de evolución de conocimientos y del sentido del progreso). Este planteo coincide de forma general con las visiones de autores que provienen de la didáctica de las ciencias, como lo señalamos en el apartado 4.1 de este capítulo.

Otro aspecto particularmente importante se refiere a cómo la comunidad científica construye, genera y acepta teorías, en un campo determinado de trabajo. Este aspecto determina la variable *estructura del conocimiento*, en la cual se consideran los conocimientos que son usados como contenidos y si son correctos, actualizados y con un nivel adecuado de profundidad; la evidencia disponible para sostener esos conocimientos (relacionado con el problema epistemológico de verdad), las relaciones entre conceptos y la lógica

conceptual (relacionado con el problema epistemológico de teorías como estructuras).

Sintetizando, la **dimensión epistemológica** se constituye por:

- Naturaleza de la ciencia que se enseña.
 - Tipos de ciencia: inductiva, social
 - Ideologías y creencias.
 - Visión histórica.
- Construcción de teorías.
 - Contenidos científicamente correctos.
 - Lógica conceptual.
 - Actualización.
 - Profundidad,

4.2.6 Dimensión comunicacional

El concepto de mediación propuesto por Vygotsky (1978) es central en esta dimensión del modelo, en el cual el contexto sociocultural de interacción, permite el desarrollo cognitivo de las funciones mentales superiores, a través de la internalización de instrumentos mediadores. La mediación es fundamental para el aprendizaje, por lo que consideramos que la función principal de la virtualidad es la de ser soporte de las interacciones que allí se producen. El acceso a la información ya no constituye ningún problema, el desafío de este modelo es transformar esta información en conocimiento compartido, de manera que se relacionen los actores que participan en la enseñanza y en el aprendizaje, permitiendo establecer procesos de negociación de significados. A partir de este concepto, se propone la última dimensión del modelo, que se denomina *comunicacional*, la que comprende el sistema de interacciones que se operativiza a través de las comunicaciones compartidas por el grupo de estudiantes y sus tutores en medios como pueden ser los foros, video conferencias, correo electrónico. En estas actividades se pueden llevar a cabo diferentes *tipos de participación* entre sus miembros, aquellos que asumen una posición de ayuda, los que imponen sus ideas, otros que actúan como centro o foco de las discusiones siendo activos en sus participaciones.

La comunicación se puede estructurar según como se distribuyan las interacciones dando la posibilidad de establecer estructuras lineales o ramificadas (Gunawardena, Lowe y Anderson, 1997; Gonzalez Rivera, 2003). La cantidad de participaciones y su duración también son indicadores de actividad en esta dimensión.

Otra variable que se considera en la comunicación en el *lenguaje de la ciencia*, que define un estilo lingüístico determinado por el discurso de tipo divulgativo o científico y en este último caso si es argumentativo. En síntesis, se presentan la **dimensión comunicacional** con las siguientes variables:

- Cantidad de participaciones
- Tipos de participación
 - Activa
 - Ayuda
 - Impone
- Estilos de comunicación
 - Divulgativo
 - Científico
 - Argumentativo
- Estructura de comunicación
 - Lineal
 - Ramificada

Para finalizar esta sección, en el diagrama 4.1 se esquematiza el modelo didáctico y en el anexo 4.1 se relacionan todas las dimensiones propuestas.

4.3 ETAPAS DEL MODELO

Para completar la propuesta del modelo, especificamos a continuación una metodología de ejecución en cuatro etapas. La primera, denominada *diagnóstica*, consiste en determinar el contexto en el que se aplicará el modelo, específicamente se trata de establecer las condiciones de apoyo necesarias desde el punto de vista tecnológico. Entonces resulta importante conocer cuáles son las condiciones en que se encuentra el usuario con respecto a las

TIC, es decir, su disponibilidad tecnológica, sus destrezas y capacitación en el uso de las tecnologías, ya que esto es determinante para el diseño del modelo. Se presenta el diagrama 4.1 sintetizando el MoCEL.

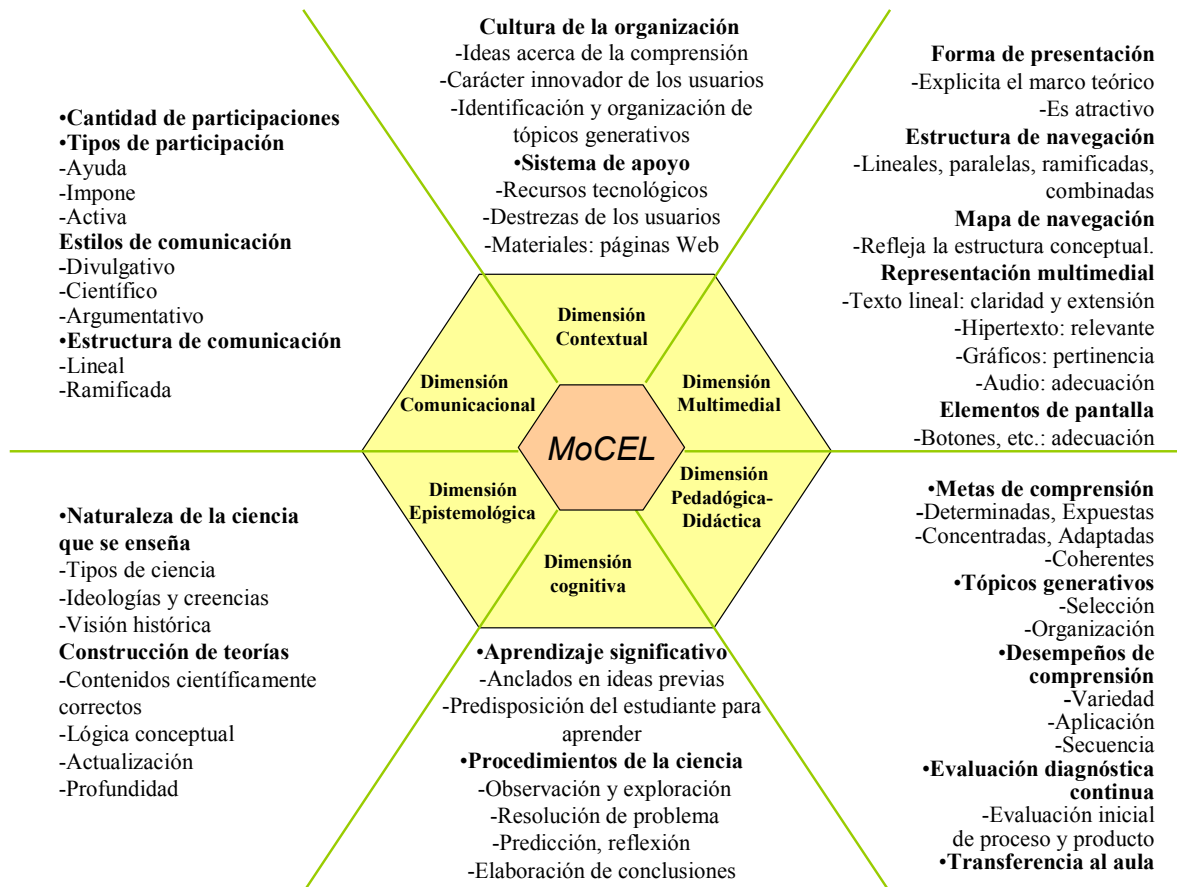


Diagrama 4.1: Dimensiones de análisis usadas para caracterizar MoCEL.

También es necesario reconocer algunas características referidas a la cultura de la organización docente, tales como sus concepciones respecto a la comprensión del aprendizaje, el carácter innovador de los docentes y la identificación de contenidos relevantes, que van a permitir organizar el currículo en tópicos generativos, imprescindibles para potenciar la comprensión. Para poder conocer cada una de estas variables, es necesario realizar una investigación diagnóstica de manera tal que los resultados encontrados sirvan

de insumo para la aplicación del MoCEL. En el capítulo siguiente de esta tesis se describe una investigación que muestra estos resultados.

Por otra parte, se necesita conocer la calidad de los recursos que habitualmente sirven de apoyo para la enseñanza en línea, y que son utilizados como textos complementarios o hipervínculos en las propuestas que se pueden llevar a cabo con el MoCEL. Nos referimos específicamente a las páginas Web. En este sentido se propone una investigación, la cual se desarrolla en el capítulo seis de esta tesis.

La segunda etapa se denomina de *diseño-desarrollo*, que presenta dos momentos. Uno inicial o de diseño propiamente dicho, en el que se planifica y se definen las características específicas que tendrá el desarrollo llevado a cabo con el modelo que estamos proponiendo y un segundo momento, coincidente con el desarrollo y la generación de los materiales y sus correspondientes actividades. En las propuestas presenciales, los materiales y las actividades no son primordiales como en los sistemas de enseñanza en línea, ya que ésta condiciona la ausencia física del docente; por esta razón se precisa estructurar el aprendizaje mediante una determinada secuencia didáctica, materializada a través de diferentes actividades. Para la elaboración de la secuencia didáctica se han considerado las fases propuestas por Meneses Villagrà y Caballero Sahelices (2002): de iniciación, de planteamiento de problemas, de construcción de nuevos conocimientos, de aplicación y de consolidación. Por todo lo señalado, es particularmente importante definir y tomar decisiones en esta etapa para que las actividades de aprendizaje presenten una secuencia con enfoque constructivista y reflejen las dimensiones de análisis que estructura el MoCEL.

A continuación se propone una etapa de *ejecución o implementación* de la propuesta, durante la cual se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje orientado a la consecución de las metas. Por último, hay una etapa de *evaluación*, conceptualizada como evaluación de inicio, proceso y producto, instrumentando un sistema de evaluación permanente para retroalimentar la propuesta. En general, la evaluación es una oportunidad más para impulsar el aprendizaje, para lo cual se la incorpora de forma permanente y continua en todo el proceso.

Por otra parte es necesaria la evaluación de toda la propuesta, lo que implica evaluar el modelo y los aprendizajes que de él se derivan. Este proceso de evaluación es necesario para ubicar sus fortalezas y debilidades y puede ser llevado a cabo con diversas metodologías para el logro de diferentes objetivos (Whitelock, 2000).

De esta manera se concluye la propuesta de base para estructurar un modelo constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea. En el próximo capítulo se procede a presentar la metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación evaluativa de la propuesta.

ANEXO 4.1 INTEGRACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE ANÁLISIS

DIMENSIÓN CONTEXTUAL

- **Cultura de la organización docente**
 - Ideas acerca de la comprensión
 - Carácter innovador de los usuarios
 - Identificación y organización de tópicos generativos
- **Sistema de apoyo:**
 - Recursos tecnológicos: computadora, programas, conexión a Internet
 - Destrezas de los usuarios respecto a la computadora y sus programas
 - Materiales: páginas Web

DIMENSIÓN MULTIMEDIA

- **Forma de presentación**
 - Explicita el marco teórico
 - Es atractivo
- **Estructura de navegación**
 - Lineales, paralelas, ramificadas, combinadas
- **Mapa de navegación**
 - Refleja la estructura conceptual.
- **Representación multimedial**
 - Texto lineal: claridad y extensión
 - Hipertexto: relevante
 - Gráficos: pertinencia
 - Audio: adecuación
- **Elementos de pantalla**
 - Botones, iconos, barras y menú: adecuación

DIMENSIÓN PEDAGÓGICA DIDÁCTICA

- **Metas de comprensión**
 - Claramente determinadas
 - Expuestas dentro de las pantallas
 - Concentradas en conceptos, procedimientos y actitudes
 - Adaptadas al nivel del desarrollo de los alumnos
 - Coherentes entre ellas, con los contenidos, con los desempeños
- **Tópicos generativos**
 - Organización:
 - Abarcativos de conceptos, procedimientos y actitudes
 - Actualizados
 - Interdisciplinarios
 - Adecuados a la lógica conceptual del tema
 - Adecuados al nivel de los estudiantes
 - Permiten variedad de estrategias
 - Selección:
 - Propuestos por el docente
 - Inclusión de diversos materiales
- **Desempeños de comprensión**
 - Variedad de actividades que facilitan de la comprensión
 - Aplicar el conocimiento a nuevas situaciones
 - Presenta una secuencia lógica

- **Evaluación diagnóstica continua**
 - Evaluación inicial
 - Evaluación del proceso
 - Evaluación del producto

DIMENSIÓN COGNITIVA

- **Aprendizaje significativo**
 - Anclados en ideas previas
 - Predisposición del estudiante para aprender
- **Procedimientos de la ciencia**
 - Observación y exploración
 - Resolución de problema
 - Predicciones
 - Manipulación de datos
 - Elaboración de conclusiones
 - Reflexión

DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA

- **Naturaleza de la ciencia que se enseña**
 - Tipos de ciencia: inductiva, social
 - Ideologías y creencias
 - Visión histórica
- **Construcción de teorías**
 - Contenidos científicamente correctos
 - Lógica conceptual
 - Actualización
 - Profundidad

DIMENSIÓN COMUNICACIONAL

- **Cantidad de participaciones**
- **Tipos de participación**
 - Activa
 - Ayuda
 - Impone
- **Estilos de comunicación**
 - Divulgativo
 - Científico
 - Argumentativo
- **Estructura de comunicación**
 - Lineal
 - Ramificada

Capítulo 5

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA

En el capítulo 4 se formuló un modelo con enfoque constructivista orientado a la educación científica usando tecnologías de la información y comunicación. Una aplicación concreta de ese modelo se presentará en el capítulo 8, en el que se analiza el diseño y desarrollo de un e-módulo referido a la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para impartirlo en un curso en línea para docentes de Ciencias, siguiendo los lineamientos establecidos en el MoCEL. Pero, no basta con realizar diseños y desarrollos de e-módulos para incorporarlos a programas educativos, sino que es necesario plantear una evaluación que contemple, la planificación previa de los e-módulos y el control de su proceso aplicativo y de los resultados obtenidos.

En efecto, la evaluación de modelos, proyectos y programas educativos constituye una instancia imprescindible que proporciona información para comprobar la calidad de los elementos que caracterizan un modelo educativo y eventualmente valorar si se cumplen las metas y requisitos de aprendizaje. En ese sentido, resulta importante definir la metodología de evaluación del modelo, para lo cual es imprescindible indagar en qué medida satisface las dimensiones propuestas y si cuando se implementa, produce una evolución favorable del

aprendizaje. No resulta fácil emplear procedimientos útiles de evaluación para propuestas de enseñanza en línea que exploren tanto el contexto y los requerimientos multimediales, como el seguimiento de los aprendizajes y las interacciones (Whitelock, 2000).

Este capítulo presenta una visión general del diseño de la investigación, a través del cual se llevará a cabo la evaluación del modelo didáctico elaborado para la enseñanza en línea, y que se ha aplicado al tema de los RSU. Hemos optado por utilizar una metodología conocida como *investigación evaluativa*, usada principalmente para evaluar proyectos sociales y de servicio (Weiss, 1987), programas de educación a distancia (Sarramona, 2001) y planes de formación docente (Ferrerres Pavía, 1997). Concretamente empleamos, adaptándolo a nuestra propuesta constructivista, el modelo de investigación evaluativa planteado por Stufflebeam (1987), denominado “Modelo de evaluación CIPP (Contexto, Input, Proceso y Producto)”, orientado hacia el perfeccionamiento y la mejor comprensión de los fenómenos que se investigan.

En lo que sigue, se profundiza sobre el enfoque metodológico de la investigación evaluativa, que combina principalmente técnicas cualitativas, y se discuten las razones de esta elección. La recolección de los datos se llevará a cabo a través de una variedad de técnicas adaptadas a las necesidades de cada momento de la investigación evaluativa, y los instrumentos usados en esta investigación han sido generados considerando el modelo MoCEL expuesto en el capítulo 4. También se describen las principales formas utilizadas para procesar la información y se propone una triangulación como estrategia para mejorar la validación de esta investigación.

5.1 ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Una forma clásica de evaluación de un programa o desarrollo educativo consiste en valorar los logros de los estudiantes como una manifestación del mérito del programa o en medir si se han alcanzado sus objetivos (Tyler, 1973). En definitiva, se trata de determinar hasta qué punto un programa consigue el producto deseado.

Esta concepción ha cambiado en los últimos años, considerándose a la evaluación “como un proceso o conjunto de procesos, para la obtención y análisis de información significativa en que apoyar juicios de valor sobre un objeto, fenómeno o acontecimiento, como soporte de una eventual decisión sobre el mismo” (Arnal et al., 1992). Como se puede observar, estas dos posiciones responden a dos modos distintos de conceptualizar la evaluación, que han originado diversos tipos de estudios evaluativos. En el marco de una creciente necesidad de constatar la eficacia de programas y proyectos educativos, y respondiendo a la segunda posición de evaluación mencionada, se ha consolidado una forma de evaluar programas para la enseñanza no presencial que se inserta en el contexto de la *investigación evaluativa*.

Para llevar a cabo la investigación evaluativa hay múltiples perspectivas, como lo señalan Gimeno Sacristán y Pérez Gómez (1985) y Stufflebeam y Shinkfield (1987). En general, hay coincidencia entre los autores que, para definir este proceso de investigación, es necesario fijar pautas que estructuren el modo de enfocar el problema, los procedimientos y estrategias adecuados para realizar el estudio, siempre de manera rigurosa, controlada y sistemática. Conciernen que se puede utilizar una amplia gama de metodologías en las cuales tienen mayor relevancia las técnicas cualitativas, los criterios que se fijan son flexibles, pero interpretando e integrando los resultados con el proceso y el contexto donde se produce la investigación.

De acuerdo con estos requisitos, la *investigación evaluativa* es entendida como “el conjunto de procesos sistémicos de recogida y análisis de información fiable y válida para tomar decisiones sobre un programa educativo” (De la Orden, 1991). La denominación genérica de programa se hace extensiva a diferentes acciones educativas planificadas, como el MoCEL y su implementación en nuestro caso. El modelo de evaluación que proponemos para esta tesis es el planteado por Stufflebeam (1987) que se denomina CIPP, cuyo propósito fundamental se centra en “no demostrar sino perfeccionar un programa... a través de la comprensión de los fenómenos que se investigan”.

Esta metodología hace hincapié no sólo en identificar y proporcionar información acerca del objeto de estudio, sino también acerca de la planificación y aplicación del programa educativo (en nuestro caso, el e-

módulo) y sobre los resultados que se obtienen, con el fin de poder tomar decisiones en cada uno de estos ámbitos. El CIPP no toma un único momento para evaluar, sino que presenta una continuidad en la evaluación que abarca distintos tipos de estudios: del contexto, del «*input*» (o entrada), del proceso y por último del producto. En otras palabras, nos referimos a una evaluación integrada y secuencial, aplicada al desarrollo de nuestro modelo y a los aprendizajes que de él se derivan.

Se justifica la elección del modelo CIPP para llevar a cabo nuestra investigación, ya que su objetivo central está enfocado en el perfeccionamiento de los programas, por lo que constituye una estrategia adecuada para mejorar la calidad del MoCEL. Esta tesis no pretende proveer un producto acabado, sino que presenta un modelo que se define como una aproximación a la realidad, que organiza una estructura teórica relacionando distintos elementos a través de las dimensiones propuestas y que se aplica a una realidad práctica. Por lo cual, no puede evaluarse de manera definitiva sino que la evaluación brinda información para poder mejorar este desarrollo en nuevas versiones.

Por otra parte, el CIPP permite integrar una gran variedad de técnicas y estrategias cualitativas, centradas en las apreciaciones y descripciones del antes, durante y al finalizar la investigación, adoptado distintas fuentes de información para un mismo suceso, de manera que se puedan comparar y corroborar los datos. El empleo de más de una estrategia para perseguir un objetivo específico se conoce como triangulación (Cohen y Manion, 1990). Todo esto reporta una ventaja adicional, ya que permite resguardar la investigación de deficiencias en la validez del trabajo.

Para provocar la máxima interactividad que pretendemos que exista entre el proceso de diseño, desarrollo e implementación de la propuesta didáctica y la evaluación, hemos definido e integrado en cada etapa de avance del e-módulo una estrategia de evaluación. Por esta razón, antes de dar los detalles de cómo se ha elaborado el e-módulo donde se aplica el MoCEL, presentamos el diseño establecido para la investigación evaluativa.

5.2 ESTUDIOS EVALUATIVOS Y SUS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En esta sección describimos de forma sintética los distintos estudios de investigación evaluativa que se van a llevar a cabo en esta tesis, presentado los objetivos de estas investigaciones y los instrumentos utilizados para la recolección de los datos. Se sigue la secuencia establecida por el modelo CIPP de evaluación.

5.2.1 Evaluación del contexto

El primer tipo de estudio que presenta el modelo CIPP es la *evaluación contextual* y coincide con la etapa de evaluación diagnóstica del MoCEL. Esta evaluación abarca la dimensión contextual del modelo y su función es adecuar el desarrollo del e-módulo a las necesidades y características de los destinatarios. El número de variables que intervienen en el contexto es amplio y estudiar todas ellas constituye una misión inabordable; por tanto, hemos seleccionado aquellas que consideramos más relevantes y que creemos que hay que tenerlas en cuenta en la elaboración de propuestas didácticas como la nuestra.

En primer lugar, dado que el MoCEL está fundamentado en la EpC, realizaremos un estudio para explorar las ideas o concepciones que tienen los docentes sobre la comprensión, a través de una técnica cualitativa denominada “sesiones en profundidad”, grabando los comentarios de los participantes, para luego examinarlos con estrategias que provienen del análisis del discurso. En segundo término, indagaremos acerca del sistema de apoyo tecnológico que en la actualidad poseen los posibles usuarios de la formación que pretendemos llevar a cabo y sobre el grado de conocimiento y manejo que tienen de la computadora y software; para la recolección de estos datos se diseñará un cuestionario de tipo semi-estructurado, con preguntas cerradas y de opinión. Ambas investigaciones se presentan en el capítulo 6.

Y una última variable que consideramos relevante analizar es la calidad de las páginas Web. Creemos que es necesario establecer criterios fundamentados para definir la calidad de los contenidos científicos de las páginas Web, con el objetivo de elaborar y seleccionar aquellas que van a ser usadas como

materiales dentro del e-módulo que desarrollaremos. Necesitamos disponer de un instrumento en el que se definan dimensiones y categorías de análisis, y que permita seleccionar con facilidad materiales de Internet que reúnan una mínima calidad. El instrumento que hemos elaborado para este fin se reporta en el Anexo 7.1, y los resultados de esta investigación se presentan en el capítulo 7.

5.2.2 Evaluación de entrada (input)

Siguiendo con el esquema de evaluación del modelo CIPP de investigación evaluativa, se requiere la *evaluación de entrada* o “input”. Este estudio se llevará a cabo durante las etapas de diseño-desarrollo de los materiales y la primera parte de la etapa de ejecución del Curso en la cual se prueba el modelo, ambas etapas propuestas por el MoCEL.

En la etapa de diseño-desarrollo del e-módulo se evaluará la calidad de los materiales propuestos; para ello, se recurre al juicio de expertos que reseñarán sus opiniones a través de un cuestionario abierto construido en base a las dimensiones del modelo. El objetivo de esta investigación llevada a cabo a través de expertos, es determinar las fortalezas y debilidades del e-módulo para modificarlo de acuerdo a los requerimientos exigidos por ellos. El cuestionario usado en nuestra investigación se muestra en el anexo 9.1, mientras que los resultados de la evaluación serán detallados en el apartado 9.1.1.

En la etapa de ejecución del MoCEL se aplicará la propuesta a un grupo particular de docentes, en un curso destinado a la formación continua, en los que se explorarán algunos aspectos de “entrada” en los participantes, constituyendo lo que se denomina genéricamente como “evaluación inicial”. El objetivo de esta investigación está centrado en conocer distintos aspectos singulares que tienen los participantes del grupo, con los cuales se pone a prueba el modelo. Concretamente trataremos de indagar acerca de:

- Las motivaciones de los participantes con respecto al tema del curso propuesto y sus actitudes hacia las TIC. Como instrumento de recogida de estos datos se usará una “conversación informal”, que se llevará a cabo en

el primer encuentro presencial del curso y estará caracterizada por preguntas en el contexto natural de esa interacción.

- Los contenidos que los docentes creen que son importantes para ser tratados durante el Curso, así como las relaciones que establecen entre estos contenidos. Para registrar esta información se completará un instrumento (anexo 9.2) donde los participantes propondrán los aspectos que consideran interesantes abordar sobre los RSU y construirán un mapa o esquema conceptual indicativo de cómo entienden que están relacionados los tópicos científicos de su propuesta.

- Los contenidos o temas que los docentes piensan que sus estudiantes deben comprender sobre la problemática de RSU. Para la recolección de estos datos se utilizará una discusión guiada a través de un foro virtual. Esta indagación complementará la anterior y servirá para comparar ambos resultados.

- El conocimiento previo y concepciones de los participantes sobre aspectos conceptuales del curso. Se evaluará mediante un cuestionario abierto (anexo 9.4). Los datos obtenidos permitirán un acercamiento al conocimiento de partida que poseen los docentes sobre el tema. Abordamos este estudio en el apartado 9.1.3.

- Ciertos contenidos actitudinales de los participantes que es necesario conocer para comenzar la sensibilización y desarrollar la toma de conciencia ambiental en el aprendizaje del tema. Se tratará de obtener resultados a través de un video utilizado como instrumento visual de diagnóstico, que los participantes deberán observar para luego contestar a un cuestionario corto (anexo 9.5) referido a las sensaciones de identificación y rechazo que les producen las imágenes. Presentamos los comentarios de los docentes y su análisis en el apartado 9.1.4.

5.2.3 Evaluación del proceso

El tercer momento evaluativo que señala el modelo CIPP se lleva a cabo durante la ejecución del Curso. Se denomina *evaluación del proceso* y pretende identificar las posibles dificultades que puedan surgir durante la

puesta en práctica del e-módulo para realizar de inmediato las correcciones que sean necesarias. De mismo modo que Borich (1990), orientamos la evaluación del proceso a la toma de *decisiones*. Lo cual implica la existencia de una organización –que se presenta en los párrafos siguientes- abierta a la posibilidad de cambios, la introducción de elementos evaluativos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje y una actitud correctiva en los responsables de su seguimiento.

Se han previsto distintos instrumentos en la evaluación del proceso, para cada uno de los tres aspectos contemplados en la planificación establecida:

En primer lugar, se ha previsto hacer una comprobación continua de la marcha del Curso, lo que permitirá observar cómo se desarrolla, identificar los problemas que pudieran aparecer por imprevistos y realizar los ajustes necesarios para intentar conseguir los objetivos establecidos. El instrumento que se utiliza para detectar todas las posibles dificultades es el *diario de clase* (Apartado 9.2.1). Tres participantes de forma voluntaria elaborarán sus diarios de clase, donde registrarán lo positivo y negativo que acontece durante el desarrollo de las actividades del e-módulo. La redacción de los diarios se hace de forma libre y espontánea, lo que permite la expresión de pensamientos y sentimientos de los participantes, próximos al tiempo que ocurren los hechos. De estos diarios también obtendremos información que nos permitirá realizar triangulaciones con los resultados de la misma variable obtenidos por diversas fuentes.

En segundo término, evaluamos la comprensión en el proceso de enseñanza y aprendizaje y algunas variables de las dimensiones pedagógica-didáctica y cognitiva, como son los desempeños de comprensión. Como instrumento para la obtención de datos hemos previsto utilizar entrevistas en profundidad realizadas a algunos participantes del Curso. Hemos adoptado una modalidad denominada “entrevista focalizada”, que consiste en que con anterioridad a la entrevista se prevén los temas que serán tratados para asegurar que se cubran los objetivos planteados (apartado 9.2.2). Se pretende que los entrevistados expresen sus perspectivas personales y experiencias a través de un diálogo fluido, permitiéndoles *explayarse* aportando otras informaciones que pueden resultar útiles para la investigación. El objetivo de estas entrevistas es complementar los estudios anteriores y recabar información adicional y

complementaria a la que pueda obtenerse con las respuestas que se obtengan con otros instrumentos de evaluación.

En tercer lugar, se procederá a indagar la dimensión comunicacional del modelo a través de la comunicación que se establece entre los alumnos y con el tutor, por medio de los foros y el correo electrónico. Por ejemplo, interesa conocer el número de ingresos y permanencia de los participantes en la plataforma. Estos datos se obtendrán del registro de participación que se encuentra en la plataforma (en nuestro caso, la plataforma Moodle), que permite observar la cantidad de veces que ingresan en ella, el tiempo de permanencia y las acciones llevadas a cabo, consintiendo hacer una descripción de la utilización de este andamiaje. También interesa la frecuencia y el contenido de los correos electrónico enviados a los tutores, para identificar la utilidad de este recurso. Los tipos de participación, los estilos y la estructura de la comunicación, son otras de las variables a investigar, lo que se hace a través del análisis de los intercambios producidos en los foros.

Los resultados obtenidos de los elementos objeto de evaluación, señalados anteriormente, se presentan en el apartado 9.2.3.

5.2.4 Evaluación de producto

Tal como lo señaláramos al comienzo de este capítulo, las evaluaciones tradicionales de programas educativos, en general, hacen referencia a una evaluación inicial que es tomada como ingreso (input) y una de salida (output), siendo de interés solamente medir y comparar los resultados de aprendizaje alcanzados por los estudiantes como una forma de corroborar los logros en función de los objetivos conceptuales propuestos. O sea que se trata de valorar cuánto avanza el alumno entre lo que sabe antes del curso y lo que sabe después de éste.

En el caso de la propuesta de evaluación CIPP, el propósito de la evaluación es integrar aspectos del aprendizaje con la función de valorar, interpretar y juzgar, si el modelo satisface las dimensiones establecidas. Se trata de llevar a cabo una *investigación de producto*, observando, valorando e interpretando los logros obtenidos ya sea desde la perspectiva del aprendizaje de los usuarios como también analizando en qué medida se cumplen las dimensiones

propuestas por el MoCEL. Para la obtención de los datos se han utilizarán los siguientes instrumentos:

- Un cuestionario con preguntas abiertas, estructurado para evaluar de manera informal las expectativas, fortalezas y debilidades de la propuesta (anexo 9.7).
- Un cuestionario de tipo cerrado con una escala de opinión, cuyo objetivo es evaluar las dimensiones multimedial, pedagógico-didáctica, cognitiva y epistemológica del MoCEL (anexo 9.8).
- Un cuestionario con preguntas abiertas para evaluar los aprendizajes de los participantes, incluyendo la realización de un nuevo mapa conceptual que sirve de comparación con el elaborado al inicio del curso (anexo 9.10).

En todos los estudios enunciados se van a utilizar técnicas e instrumentos para recabar y capturar la mayor información posible, obtener datos y caracterizar distintos hechos que luego son interpretados de forma integrada. Esto permite poder contrastar los datos y abarcar mejor los indicadores involucrados en el modelo.

Para concluir podemos decir, por una parte, que la metodología utilizada para la evaluación del modelo de enseñanza en línea que hemos formulado ha seguido el modelo de investigación evaluativa CIPP, adaptado a nuestra situación particular y, por otra, que mediante los resultados que obtengamos esperamos establecer la calidad del módulo en cuanto a responder a las dimensiones planteadas en el MoCEL, así como comprobar si este modelo favorece el aprendizaje.

En la Figura 5.1 se sintetiza la propuesta que será llevada a cabo para la investigación evaluativa del MoCEL en la que se detallan, para los cuatro momentos del CIPP, los estudios realizados que se han mencionado en los párrafos anteriores así como los instrumentos utilizados en cada situación de evaluación.

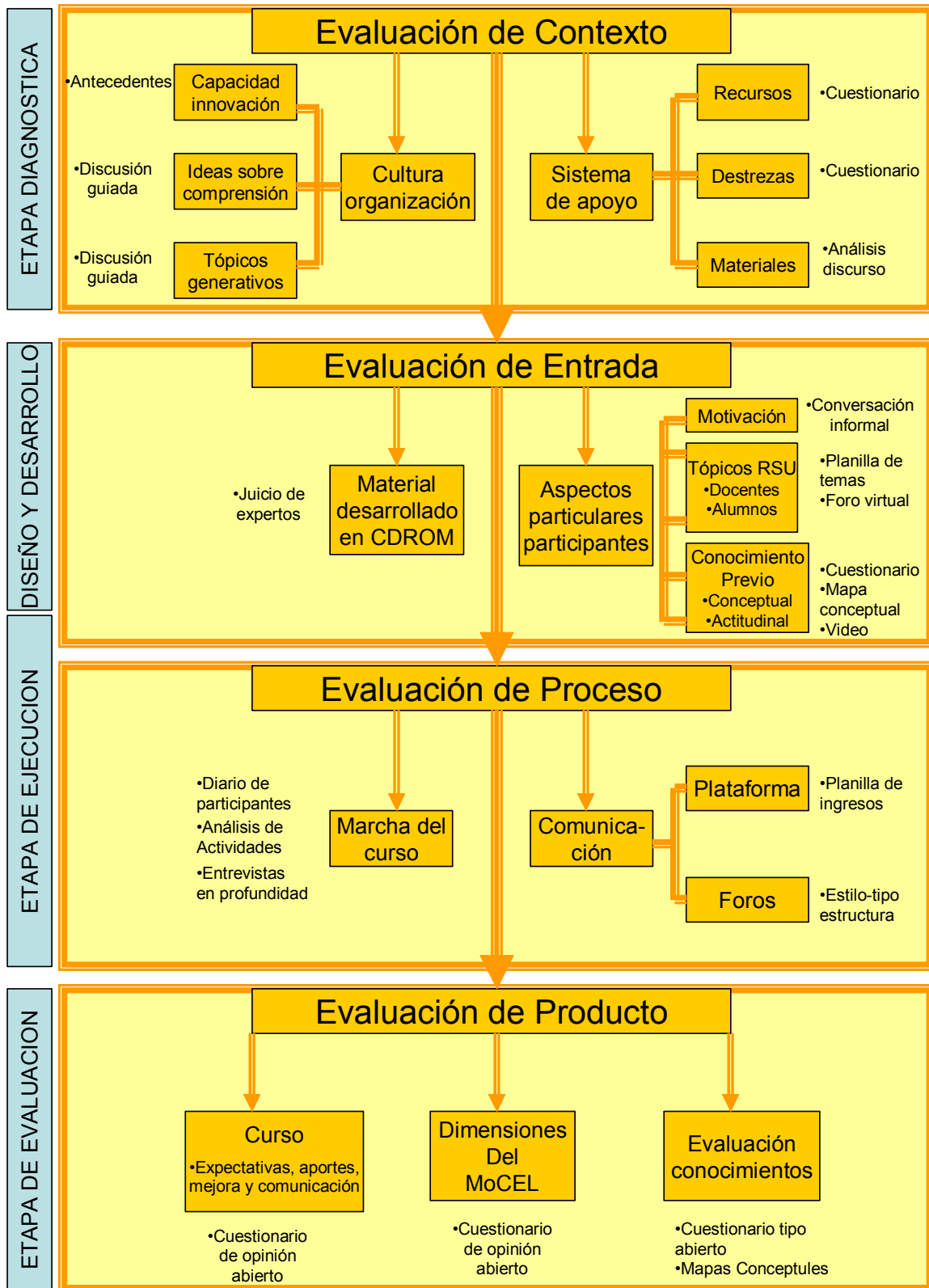


Figura 5.1: Propuesta para la investigación evaluativa del MoCEL.

Capítulo 6

PRIMERA INVESTIGACION DIAGNÓSTICA: IDEAS DOCENTES SOBRE LA COMPRENSIÓN, RECURSOS TECNOLÓGICOS Y DESTREZAS DE LOS USUARIOS

Para comenzar con el diseño y desarrollo de una aplicación concreta en el marco del MoCEL, es imprescindible llevar a cabo una etapa diagnóstica que permita caracterizar la **dimensión contextual** propuesta en nuestro modelo. Como lo mencionamos en el capítulo anterior, esta etapa se corresponde con la evaluación de contexto propuesta por el modelo de investigación evaluativa CIPP. La dimensión contextual se ha definido en el capítulo 4 (sección 4.2.1) por medio de dos variables: la *cultura de la organización docente* y el *sistema de apoyo tecnológico*.

En este capítulo expondremos los resultados de dos investigaciones. La primera indaga ciertas características de la cultura de la organización docente, explorando algunos rasgos comunes que comparten los docentes sobre sus ideas acerca de la comprensión. Presentamos antecedentes de investigaciones anteriores (Gallino y Valeiras, 2003; Licovsky y Valeiras, 2003 y Valeiras et al., 2005 a) referidas al carácter innovador de los docentes y sus posibilidades de identificar y organizar contenidos que potencien la comprensión a través de tópicos generativos. Los resultados obtenidos en estos trabajos son transferidos para completar la caracterización de esta variable.

La segunda investigación que se expone recaba información acerca del *sistema de apoyo tecnológico* que poseen los docentes, ya sea sobre los recursos tecnológicos (como la computadora, programas de computación y la conexión a Internet) como sobre sus capacidades de uso y destrezas, las posibilidades de formación que demandan y sus opiniones acerca de las TIC. Estos datos son necesarios para ajustar el modelo a la realidad de los docentes.

Otro aspecto que se incluye dentro del sistema de apoyo en la dimensión contextual del MoCEL, son los materiales utilizados en la estructuración de los desarrollos propuestos con nuestro modelo. Para completar la investigación de contexto, en el capítulo siguiente se analizan las páginas Web referidas a los Residuos Sólidos Urbanos.

6.1 INTRODUCCIÓN

Para diseñar y desarrollar materiales destinados a la enseñanza en línea de cualquier tema científico, es necesario llevar a cabo una investigación de tipo diagnóstica, que permita identificar y revisar los elementos que describen el contexto en el cual van a ser usados esos materiales. El MoCEL propone caracterizar la **dimensión contextual** a través de definir la *cultura de la organización docente* y el *sistema de apoyo*.

Cultura de la organización docente

Como se describió en la sección 4.2.1, es importante reconocer ciertos rasgos comunes que comparten los docentes. En particular, interesa reconocer ¿qué piensan los docentes acerca de la comprensión?, es decir, necesitamos investigar si los docentes tienen una idea clara sobre este concepto o, si sus ideas se aproximan al uso que se hace de este constructo o fundamento en el MoCEL. Compartir un significado parecido es imprescindible, ya que este aspecto constituye un elemento importante del marco teórico de nuestro modelo centrado en la EpC. En tal sentido, esta propuesta define como enseñanza comprensiva a aquella que hace hincapié en la reconfiguración de

los conceptos y su aplicación a nuevas situaciones; muestra cómo desarrollar currículos que enfatizan la comprensión de conceptos claves de las disciplinas (Blythe et al., 1999; Wiske, 1998; Gardner et al., 2000). Para responder a la pregunta reseñada nos proponemos explorar las concepciones que poseen los docentes acerca de su proceso de comprensión del aprendizaje y el de sus estudiantes, todo esto se desarrolla en el apartado 6.3.

Otro aspecto importante a explorar es la cultura de la organización docente; se refiere a la condición innovadora que debe de tener el perfil de los docentes como posibles usuarios de los materiales desarrollados con el MoCEL. En este sentido, se requiere de nuevas capacidades y actitudes para poder utilizar las TIC en situaciones diferentes de aprendizaje, de manera tal que se puedan establecer otras relaciones de comunicación centradas en los lenguajes virtuales (Riveros, 1997; Chadwich, 1998; Steele, 1998). Para conocer acerca de este requisito del modelo, que se presentan en la sección 6.2, nos valemos de trabajos anteriores llevados a cabo por la autora de esta tesis, en los cuales se muestran resultados desde distintas perspectivas acerca del perfil innovador de los docentes.

Sistema de apoyo tecnológico

La dimensión contextual del MoCEL se encuentra caracterizada por una segunda variable, que se refiere al *sistema de apoyo tecnológico* necesario para poder implementar el modelo. Por ello es necesario conocer con qué facilidades tecnológicas cuentan los usuarios, cuál es su disponibilidad de uso, qué herramientas tienen, cuáles son los programas de computadora más usados, cómo es su formación y cuáles son sus expectativas con respecto a las TIC. Para responder a estos interrogantes llevamos a cabo una segunda investigación (apartado 6.4, cuyo objetivo principal está orientado a diagnosticar la situación de los docentes con respecto a las TIC.

Los resultados obtenidos sirven para adecuar la propuesta didáctica a la realidad de los docentes y a su contexto tecnológico, tanto en el diseño como en la aplicación de la propuesta.

6.2 ANTECEDENTES

En este apartado se presentan dos antecedentes asociados a la dimensión contextual del MoCEL. En primer lugar, se hace referencia al carácter innovador de los docentes y en segunda instancia se diseña una estrategia que permita identificar y organizar los contenidos para potenciar la comprensión a través de tópicos generativos.

Carácter innovador

Comenzaremos desarrollando la importancia de conocer el *carácter innovador* de los docentes, ya que se vincula con la factibilidad de usar e incorporar las TIC, condición “emparentada con la tradicional resistencia al cambio” (Castiglioni et al., 2000). En este sentido presentamos varios trabajos que son importantes para diagnosticar el carácter innovador de los docentes. En un estudio con docentes universitarios, Guitert (1998) señala que la mayoría de ellos no cuentan con el perfil necesario para utilizar las TIC como herramientas cognitivas, ya que continúa aún vigente la concepción tradicional de enseñanza centrada en un currículo fijo, en priorizar la enseñanza de conceptos y hechos específicos y en utilizar el libro de texto como único recurso. Según este autor, más de la mitad de los docentes investigados, manifiestan que se sienten limitados para avanzar hacia una enseñanza renovada, por causa de ideas, tradiciones y rituales pasados de moda. Así mismo para caracterizar esta condición innovadora en los docentes de escuela, también contamos con los resultados obtenidos a través de investigaciones propias realizadas desde el año 2001, en las que se han usado distintos indicadores para definir esta característica.

En primer lugar, hemos estudiado las actitudes y las predisposiciones de los docentes ante la utilización de las TIC (Valeiras et al., 2001). Los resultados obtenidos permitieron caracterizar tres tipos de docentes: los *innovadores*, que manifiestan una buena actitud hacia las TIC, las utilizan medianamente y les interesaría aprovecharlas en su enseñanza; los *conservadores*, que prefieren utilizar los medios tradicionales pero que se interesan por la capacitación en las TIC; y por último, los *indiferentes*, a los que no les interesan las TIC y prefieren seguir con una metodología tradicional.

Un segundo trabajo que aporta a la condición innovadora de los docentes se refiere a conocer cuáles son las estrategias didácticas más usadas por los docentes, ya que de esta forma podemos observar cierta capacidad de innovación, en la medida que incorporan nuevas formas de enseñar. El trabajo de Bainotti y Valeiras (2002) indaga específicamente sobre las distintas estrategias didácticas utilizadas por los docentes en sus clases. Los resultados destacan que las estrategias dominantes siguen siendo aquellas derivadas de la transmisión profesor-alumno a través de la exposición.

Por último, otro antecedente importante que consideramos para definir el carácter innovador de los docentes, está centrado en saber cuáles son los recursos más usados por los docentes, ya que de esta forma podemos observar cierta capacidad de innovación en la medida que incorporen elementos que promuevan nuevas formas de aprender. Se espera que en la era de la información, un profesor se caracterice por estar dispuesto a utilizar nuevas herramientas; sin embargo, en la investigación llevada a cabo por Licovsky y Valeiras (2003), los docentes hacen poco uso de la computadora y desconocen la variedad de programas informáticos, perdiendo la oportunidad de introducir estrategias más novedosas como son los programas de simulación y de generación de modelos. Como observamos a través de los resultados de estas investigaciones las posibilidades de trabajar con las TIC son un desafío, ya que los docentes se muestran con ciertos rasgos innovadores, pero también muestran un apego a las estrategias tradicionales de enseñanza y tienen carencias y desconocimiento de las tecnologías de la información y la comunicación empleadas con fines educativos.

Identificación y organización de tópicos generativos

Un segundo aspecto importante a tener en cuenta en la cultura de la organización, es conocer e identificar los contenidos que formulan los docentes sobre el tema donde se va a aplicar el MoCEL, y organizarlos como tópicos generativos para potenciar la comprensión. Esto ha sido objeto de otro estudio, realizado en el año 2003, en el que Valeiras et al. (2005) proponen diseñar una estrategia con docentes para abordar esta selección de contenidos y reestructurarlos a través de la construcción de tópicos generativos. Es el primer momento que propone el modelo de la EpC y ha sido usado como marco de referencia para esta propuesta.

Para ello se ha utilizado la técnica de “Torbellino de ideas” (Cirigliano y Villaverde, 1968) por la cual, mediante la libre asociación de conceptos hecha por los docentes, se pueden identificar contenidos que permitan organizar propuestas curriculares para potenciar la comprensión en los estudiantes. Nos referimos a temas que puedan ser núcleos estructurantes del contenido, que admitan establecer amplias asociaciones de conceptos y que ayuden a realizar conexiones con nuevas estructuras conceptuales. A partir del listado de estos conceptos los docentes elaboran una “red de ideas” con los principales conceptos en el dominio disciplinar, lo que permite definir los tópicos generativos. Este planteo supera la esquematización clásica del currículo como una enumeración de conceptos, planteando diversas conexiones dentro de la misma disciplina y también con otras, lo que permite incorporar aspectos referidos a la comprensión del conocimiento. Como resultado de esta estrategia, los docentes proponen que para definir un tópico generativo es importante valorar:

- el significado que tiene para los estudiantes,
- la motivación que despierta y
- la posibilidad de integración conceptual.

Esto permite un abordaje desde varios enfoques y la utilización de estrategias adecuadas tendientes al logro de procesos de comprensión. La forma en que se trabajó con los docentes para generar estos tópicos sirve para probar una metodología que puede ser transferida usando las TIC. En el modelo de EpC es necesario e imprescindible determinar los contenidos que se van a trabajar en cualquier desarrollo, a modo de tópico generativo y esto mismo sucede en el caso de llevar a cabo la propuesta con TIC apoyada en la comprensión. Esta metodología fue usada con un grupo de docentes para definir los tópicos generativos sobre Residuos Sólidos Urbanos.

A partir de los antecedentes presentados, a continuación se describen las dos investigaciones reseñadas que aportan datos que permiten diagnosticar distintos aspectos de la dimensión contextual del modelo.

6.3 IDEAS DE LOS DOCENTES ACERCA DE LA COMPRESIÓN

6.3.1 Muestra y recolección de datos

En este primer estudio se constituyó una “muestra dirigida” no probabilística, de sujeto-tipo (Blalock, 1966; Hernández Sampieri et al., 2003). Son profesores seleccionados que se desempeñan como docentes de enseñanza media y todos ellos dictan cursos de Ciencias Naturales. Se destacan por ser profesionales innovadores en sus clases, como también por tener motivaciones especiales y una buena disposición para su formación permanente. Estas particularidades hacen que estos individuos tengan ciertas características que definen al grupo de acuerdo a las necesidades de esta investigación.

Como estrategia para poder llevar a cabo la investigación, se desarrolló un taller presencial en el que participaron quince docentes, coordinado por dos investigadores. El taller propuesto se asimila a una técnica de recolección de datos que se denomina “sesiones en profundidad”, que consiste “en reuniones de grupos pequeños en las cuales los participantes conversan en torno a temas, en un ambiente relajado e informal, bajo la conducción de dinámicas grupales” (Hernández Sampieri et al., 2003).

En el momento inicial del taller, se formulan preguntas abiertas para generar las discusiones. Estas preguntas se hicieron siguiendo la secuencia siguiente:

- ¿Qué significa comprender?
- ¿Qué diferencias hay entre saber y comprender?
- ¿La comprensión se refiere a un mismo nivel o jerarquía de aprendizajes, o existen comprensiones de distintos niveles?
- ¿Cuáles son los objetos a ser comprendidos: conceptos, principios, hechos, procedimientos, actitudes?
- ¿Es posible saber cuándo el alumno comprende?
- ¿Cómo se da cuenta el docente de las comprensiones de los alumnos?
- ¿Qué se debería tener en cuenta para que los alumnos comprendan? Se pide a los participantes que reflexionen sobre estas cuestiones desde las perspectivas del docente, del alumno, de los contenidos y de las estrategias.

En un segundo momento del taller se cotejan las ideas de los docentes con el marco teórico de la EpC para aclarar las dudas y contextualizar la discusión. Se grabaron las respuestas, vivencias y comentarios realizados durante las tres horas que duró el encuentro. No ha sido el propósito de esta investigación identificar la palabra de cada uno de los docentes, ya que es imposible reconocer los quince participantes por sus voces, y es por ello que en la exposición de los resultados no se los personaliza ni denomina bajo ningún nombre. El discurso escrito obtenido a través de las grabaciones fue analizado mediante la adaptación de técnicas cualitativas de análisis de contenido de Bardin (1986) y Krippendorff, (1990), que consisten en agrupar repuestas parecidas o con igual sentido para luego fijar una caracterización a partir del agrupamiento de esas respuestas. La validación de la investigación se llevó a cabo a través de concensuar con otro investigador los agrupamientos encontrados, tal como aconseja Pérez Serrano (1994), cuando define la validación cualitativa como un proceso “que puede obtenerse por diversos métodos...puede hablarse de una validez intersubjetiva. Si todos opinan lo mismo sobre un hecho, es evidente que algo objetivo existirá que les permita captar el significado de la misma forma”. Los datos obtenidos permiten elaborar los resultados que se presentan en el siguiente apartado.

6.3.2 Resultados

A través del análisis de los datos descritos, se han identificado una serie de ideas que tienen los docentes de Ciencias Naturales respecto de la comprensión en general y de la manera como comprenden los estudiantes. Estas ideas se sintetizan a continuación, juntamente con algunas respuestas relacionadas emitidas por los docentes que participaron en este estudio.

1. Los docentes tienen dificultades para conceptualizar la idea de comprensión. En general, intentan separar la comprensión de otras ideas relacionadas, pero terminan poniendo el énfasis en aquello que no es comprensión.
 - (...) *aclaremos que saber y comprender no es lo mismo.*
 - (...) *si Vos querés decir que el 12 de octubre de 1492 fue el descubrimiento de América, eso no es comprender.*

- (...) claro, en el ejemplo que dio él, memorizar fechas..., no hace falta que las comprenda. No, a lo mejor que las aprendan. A lo mejor se aprende que el 12 de octubre de 1492...
 - (...) otra cosa es el razonamiento para poder comprender algo.
 - (...) Yo no sé si podría disociar: aprender una fecha...con comprender....
2. Los docentes distinguen bastante claramente entre “saber algo” y “comprender”, asienten que se puede aprender un mecanismo, un dato y sin embargo no comprenderlo.
- (...) yo creo que uno puede aprender algo, sin comprender de qué se trata. A mi me pasó con las derivadas, yo las sabía hacer pero nunca entendí para qué.
 - (...) o sea que algunas cosas se pueden saber de memoria.
 - (...) por ejemplo cuando yo tenía Zoología, me preguntaban cuántas patas tenía un camarón. Yo lo olvidé, porque para mí no había un razonamiento lógico, es decir tenía que saber la cantidad de patas que tenía. Ahí no estoy comprendiendo, estoy aplicando nada más que la memoria.
 - (...) Yo tampoco me acuerdo cuantas patas tenían, pero sí me ha quedado que unas se utilizan para caminar, otra son para nadar, es decir que tenían diferentes funciones. Eso es lo que a mí me quedó: una diversidad del número de patas...
 - (...) como que no había excepción. No existe insecto que tenga más de seis ni menos de seis. Es como que quedó así grabado...
 - (...) no había relación, pero lo aprendíamos.
3. Todos coinciden que la comprensión es la capacidad de transferir o aplicar hechos y conceptos a diferentes situaciones.
- (...) la comprensión se tiene que poner a prueba, aplicarla, cuando repiten lo mismo que vos dijiste no...no pasó nada, no hubo una comprensión.
 - (...) comprender es poder transferir, poder utilizar, poder asimilar
 - (...) que lo pueda usar en la situación que lo necesite usar, o sea para que lo pueda transferir tiene que haber comprendido, que sea de él, ya no le pertenecería al libro sino que le pertenece a él.
4. La comprensión se manifiesta en los estudiantes a través de la comunicación, ya sea gestual o de forma oral, a través de explicitaciones directas e indirectas por medio de la calidad de los comentarios o preguntas que hacen los estudiantes.

- (...) *si vos les preguntas si entendieron, te van a decir que sí.*
 - (...) *y claro más vale.*
 - (...) *te das cuenta por las preguntas que te hacen.*
 - (...) *sí, que no entendieron nada...*
 - (...) *por las caras también.*
 - (...) *me ha pasado muchas veces de hablar un rato y decirles que tienen esa "cara de signo de pregunta" y ellos dicen que es porque no entendieron y que empiece de nuevo.*
 - (...) *lo triste es cuando vos decís entendieron y ellos te dicen no ¿Qué no entendieron? Nada ¿Cómo no entendieron nada? y ahí uno empieza no entiendo, qué no entendieron.*
5. Hay distintos niveles de comprensión y se da diferentes etapas dentro del proceso de aprendizaje. El aprendizaje comienza con un enfrentarse a un fenómeno sin comprenderlo, pero después de estudiarlo se cambian los supuestos iniciales, de manera que la comprensión es la etapa avanzada del proceso de aprendizaje.
- (...) *si vos llevas a los alumnos al laboratorio y los pones frente a un fenómeno, cuando quedan frente al mismo no lo entienden, no lo comprenden; están aprendiendo porque es un primer acercamiento, empiezan a estudiarlo, empiezan a creer que puede ser de una determinada forma, empiezan a ver que las cosas no son como ellos creían, no comprenden, pero están aprendiendo.*
 - (...) *yo creo que la comprensión pasa por varias etapas, que se yo, es simple cuando vos estás dando una clase teórica y algo se entendió. Si después haces un práctico es como que va entendiendo más y después se logra cerrar un ciclo donde él ya lo apropia, donde dice, bueno, esto sí lo puedo manejar ahora, pero necesita de un cierre, para que esa etapa se construya.*
6. La comprensión implica conceptos clave de las disciplinas y disposiciones intelectuales, lo que condiciona a enseñar menos pero más profundamente.
- (...) *a mí me gustaría que en el nivel medio existieran tres lineamientos curriculares, o sea tres ideas básicas que todos pudiéramos acordar y a partir de eso hacer libremente y no tratando de cumplir programas.*
 - (...) *no se trata de cumplir, sino que se enseñen formas de pensar.*

- (...) *para que puedan comprender necesito que los alumnos profundicen, y con tantos contenidos eso es imposible...sólo se comprende cuando me sumerjo en los conceptos.*
7. La comprensión se establece cuando se puede pensar y actuar a partir de lo que se sabe.
- (...) *por eso yo decía que uno tenía que buscar la vuelta para que fuera cercano a él; a partir de ahí es como que hay mayor tendencia a que el alumno piense, y relacione y empiece algo nuevo.*
 - (...) *yo creo que hay que partir de lo que ellos manejan y de ese punto construir para arriba y no imponer algo con lo que no pueden hacer nexos, con lo que ellos ya vienen manejando, esa forma de construir es más significativo para ellos.*
8. Los docentes ponen más énfasis en la comprensión que en la memorización. Memorizar implica recordar hechos y datos con precisión y rápidamente, dentro de la significación de una situación dada. En cambio, comprender requiere más que reproducir información.
- (...) *no comprendió, ...memorizó todo.*
 - (...) *pero en algún momento lo comprendiste, si agarras de nuevo el libro lo vas a comprender de nuevo.*
 - (...) *o sea que es como un perdurar.*
9. La comprensión debe trabajar una gama completa de posibilidades, sensible a los intereses y necesidades de los alumnos, en contextos locales específicos. Esto hace alusión al valor del contexto y la necesidad de adecuar la enseñanza a los diferentes niveles.
- (...) *yo no puedo enseñar o abordar el mismo programa con grupos diferentes en la escuela privada que en la estatal, porque las necesidades y aspiraciones de los chicos son otras.*
 - (...) *ese contexto ¿qué les está indicando a ustedes?*
 - (...) *el contexto ...*
 - (...) *las necesidades de los alumnos.*
 - (...) *el nivel de abstracción.*
 - (...) *las motivaciones.*
 - (...) *conflictos.*

- (...) *las formas de comunicación.*
- (...) *los intereses, las posibilidades ciertas de aplicar en algo lo que uno está tratando de ver.*

10. La comprensión exige diversidad de estrategias, fundamentalmente centradas en los alumnos, priorizando la indagación, la investigación activa y la resolución de problemas.

- (...) *uno tiene varias estrategias: teóricas, prácticas, un video, salir a recorrer el barrio y ver especies, con todas esas estrategias van aprendiendo y se usan entonces para lograr una comprensión.*
- (...) *por ejemplo, la investigación nosotros la hacemos en el patio, lo primero que observé es que estuvieron mucho más motivados y tenían que exponer lo que ellos trabajaban, tenían que ir resolviendo, resumir un problema, cómo plantearlo, todo mucho más rico que ponerme yo y decirles éste es el problema, la hipótesis, cómo se toman los datos.*
- (...) *partiendo desde propuestas abiertas y decir bueno, ahora investiga esto y... vos participas, aunque te equivoques, hagas un desastre, vos agarras un problema, una planta o lo que sea y ves qué te interesa.*
- (...) *cuando uno les propone indagación o cosas así aprenden más que cuando uno les hace clases teóricas.*

11. El aprendizaje para la comprensión se produce fundamentalmente cuando se promueven o se presentan conflictos como un desafío. Existe más de una comprensión, son por ejemplo los cambios de actitudes, que también se pueden comprender.

- (...) *hacerle una pregunta o algo que le rompa la cabeza.*
- (...) *eso sería situación problemática.*
- (...) *no sólo la pregunta o la situación problemática, sino que después viene todo el interés por la pregunta que se va a seguir dando si se dan las condiciones para que la pregunta sea importante para ellos.*
- (...) *sí, vos podés comprender la actitud de otra persona.*
- (...) *cuando veas la respuesta del otro, te das cuenta de su actitud, de lo que vos generaste también con el diálogo, me parece que por eso podés llegar también a comprender tu actitud.*
- (...) *no es la misma comprensión intelectual quizás, es más afectiva, pero es comprensión.*

Estos resultados permiten conocer el pensamiento de los docentes sobre la comprensión y comparar estas características con los supuestos que establece el marco conceptual de la EpC. Se observa que la mayor parte de las ideas de los docentes son compatibles con las enunciadas por la teoría (Blythe et al., 1999 y Wiske, 1998). Por eso creemos que los docentes dan a la comprensión el mismo sentido que el establecido por el marco teórico elegido para fundamentar el MoCEL. Esta coincidencia de sentidos facilita la utilización del modelo para la formación de los docentes como los que participaron en el estudio.

A partir de las ideas reseñadas y de otras expresiones formuladas por los docentes, se pudieron establecer los siguientes aspectos relacionados con la comprensión.

1. Se identifican *estrategias de comprensión* que favorecen la EpC, entre las principales estrategias se encuentran: plantear y resolver problemas y conflictos; aplicar contenidos a otras situaciones; constituir relaciones y diferencias; ordenar jerárquicamente el conocimiento; identificar los supuestos iniciales y producir cambios.
2. Los docentes proponen *condiciones para la comprensión*, entre las que se destacan: aspectos que tienen que ver con la motivación del alumno relacionada con el contenido a comprender; la pertinencia, considerada como la adecuación de los métodos y estrategias a los diferentes niveles de los estudiantes; la participación activa del estudiante y su disposición en el proceso de aprendizaje.
3. La *observación de la comprensión* se puede llevar a cabo atendiendo a la comunicación gestual o a la comunicación oral o escrita. En el primer caso se hace referencia a ciertos gestos que se observan en los estudiantes cuando comprenden y otros cuando no comprenden. Este indicador sólo se puede observar en el caso de la enseñanza presencial. Pero cuando la enseñanza es virtual un indicador que señalan los docentes que permite averiguar si se ha comprendido, es a través de la pertinencia de los comentarios y preguntas que hacen los estudiantes durante los momentos de la comunicación que se establecen en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se destacan estos resultados que surgen de los docentes a través de esta investigación, que son usados para estructurar los desempeños de comprensión cuando se desarrolle el e-módulo de los RSU.

6.4. RELACIÓN DE LOS DOCENTES CON LAS TIC

A continuación expondremos la segunda investigación que mencionamos al inicio de este capítulo, realizada para obtener información sobre el sistema de apoyo tecnológico que poseen en la actualidad los docentes, para conocer esta realidad y adecuar la operativización del modelo a estas condiciones.

6.4.1 Tratamiento de los datos

Teniendo en cuenta el objetivo de esta investigación se elaboró un cuestionario con dieciséis preguntas (ver anexo 6.1), catorce cuestiones cerradas se procesaron numéricamente, calculando el porcentaje de las respuestas obtenidas, y las otras dos preguntas abiertas -agrupadas por características afines- presentan una variedad de opiniones con respecto de los beneficios del uso de las TIC. Optamos por diseñar un cuestionario de este tipo para aprovechar la ventaja de estos enfoques que consiste en obtener una buena información estadística a partir de los datos cuantitativos y un refuerzo de las conclusiones mediante razonamientos obtenidos de la información de tipo cualitativa, ofreciendo de esta manera una mayor riqueza de las mismas.

Para la confección de las preguntas de esta encuesta, se utilizaron cuestionarios de trabajos realizados anteriormente (Bárcena y Valeiras, 2000; Valeiras et al., 2001), seleccionando algunas de las preguntas que habían sido validadas en dichas investigaciones. Cabe destacar que se usó una metodología cualitativa para la confección de estas preguntas. Para ello, de una encuesta exploratoria piloto se seleccionaron las distintas alternativas de respuesta dadas por los propios docentes a cada pregunta. Las respuestas obtenidas -desde una palabra hasta frases explicativas completas- se agruparon en categorías según su grado de similitud y con estas respuestas se definieron las opciones de los ítems de las preguntas del nuevo cuestionario.

A modo de ejemplo, analizamos el Ítem número 14 del cuestionario (anexo 6.1) que pretende dar respuesta a la pregunta:

¿Cuáles son las características que los docentes tienen en cuenta cuando deciden inscribirse en un Curso de capacitación?

Para elaborar las distintas opciones de un ítem con respuestas de opción múltiple, se partió de las siguientes dos preguntas abiertas formuladas durante el trabajo exploratorio piloto:

Quando usted selecciona un Curso de capacitación, ¿cuáles son los factores que más le seducen o que más le tientan para hacerlo?, ¿qué características considera negativas en un programa o Curso de capacitación? Puede relatar, si lo desea, alguna experiencia personal de este tipo.

A partir del análisis de las respuestas a estas preguntas dadas por los docentes que participaron en la prueba piloto se elaboraron las siguientes categorías para incorporar al ítem:

- *Idoneidad de los disertantes.*
- *Gratuidad.*
- *El nivel académico de quien dicta el curso, generalmente asociado a la institución que lo organiza.*
- *Recomendaciones de colegas.*
- *Posibilidad de transferencia al aula, que suele ser explicitado como “que aporte elementos para hacer la bajada al aula” lo cual refiere tanto a elementos conceptuales como metodológicos.*
- *Formas de trabajo novedosas.*
- *Actualidad de la temática abordada, lo cual no se logra “cuando uno sale con la sensación de no haber aprendido nada nuevo”.*
- *Horarios.*
- *Interés del tema, “que permita profundizar algún tema de los que uno desarrolla en clase”.*

Tabla 6.1: Un ejemplo de construcción de un ítem.

Es interesante observar que ninguno de los encuestados tuvo en consideración la certificación del Curso, es decir el hecho de que se le otorgue un puntaje para ser reconocido dentro de su currículum. A pesar de esta ausencia, se

decidió incorporar en el cuestionario otro ítem que sugiere este asunto, ya que la experiencia nos muestra su importancia.

De esta manera queda conformado el cuestionario con dieciséis preguntas cerradas de opciones múltiples, y dos preguntas abiertas de opinión. Se aplicó la encuesta a treinta docentes que se seleccionaron aplicando los mismos criterios de muestra dirigida, no probabilística de sujeto tipo, usada en la investigación anterior y detallada su metodología en el apartado 6.3.1.

Del análisis del material recolectado se desprenden los resultados y las discusiones que exponemos en la sección siguiente.

6.4.2 Resultados

En primer término se identifican ciertas características de tipo catastrales de los docentes encuestados, tales como que poseen titulaciones diferentes en el área de las Ciencias Naturales, obtenidas por partes iguales en la universidad (50%) y en institutos no universitarios (50%). La labor educativa en ciencias la llevan a cabo en escuelas secundarias (60%), en la universidad (33%) y en la escuela primaria (17%). Cabe señalar que algunos de ellos dan clase en más de uno de estos niveles del sistema educativo, ejerciendo esta actividad en la ciudad de Córdoba y sus alrededores. En cuanto a las asignaturas que dictan son variadas, desde aquellas consideradas clásicas para estos docentes como son Química, Biología, y Física, a otras de metodología y didáctica de las ciencias. Las edades son variadas dentro de un rango entre 30 y 50 años.

El resto de las respuestas dadas por los docentes se han agrupado en tres categorías de análisis y los resultados se presentan globalmente en lugar de escribir cada pregunta individualmente. La primera categoría corresponde a la *disponibilidad y uso del ordenador y programas de computación* (preguntas 4 a la 12). La segunda trata de las *posibilidades de formación de los docentes* (preguntas 13 a la 16) y la tercera se refiere a *opiniones sobre las TIC* (preguntas abiertas 17 y 18).

6.4.3 Uso y disponibilidad de la computadora y programas de computación

Más del 90% de los docentes encuestados *usan la computadora* habitualmente para distintas funciones; consideramos que se trata de un porcentaje muy alto, que nos muestra que se cumple la primera condición para poder desarrollar un programa de formación docente con TIC, que es la familiaridad con el uso de la herramienta tecnológica. Un segundo aspecto, tan importante como el señalado, es la posibilidad o acceso que tienen los docentes a Internet debido a que este medio garantiza el espacio de interacción y comunicación que se requiere en toda capacitación por medio de este sistema. También aquí los porcentajes son altos, ya que un 86% tiene acceso a Internet, ya sea desde su casa (el 53%) o desde un lugar comercial, denominados Cyber en Argentina (el 33%).

Un 40% de los docentes señala que también acceden a las computadoras en las escuelas, pero solamente un 33% de las salas escolares tienen conexión a Internet. Estos últimos datos son importantes para tomar decisiones acerca de proponer actividades de aplicación para ser realizadas por los docentes con sus estudiantes en las cuales se necesiten las TIC dentro de las instituciones escolares. De acuerdo con estas cifras, serían escasas las posibilidades de llevar a cabo estas tareas, incidiendo de manera negativa en la calidad de la propuesta de formación ya que habría que minimizar las actividades que impliquen transferencia de conocimientos al aula con nuevas tecnologías, retrasando de esta manera su posible aplicación.

El hecho que un 83% de los docentes posean una computadora en su hogar, mientras que el resto la usa a través de Cyber o de amigos, hace pensar que este grupo de docentes son los que solventan los gastos que esto demanda, ya que no se conoce en Argentina ningún plan de ayuda para la informatización personal de los docentes. Esto hay que incluirlo en un factor de riesgo a la hora de necesitar una conexión, por ejemplo, para un foro, ya que en alguna medida depende del estado financiero particular de cada usuario. A pesar de que no aparecen como bajos los recursos de computación que usan los docentes, admiten en un 53% tener dificultades de implementar las TIC por la ausencia de estos recursos. Debido a esto, parece fácil inferir que no es lo mismo los

recursos que poseen los docentes o a los que tienen acceso fuera de las instituciones escolares, no son similares los destinados por las instituciones escolares para sus alumnos.

Estos datos se pueden asociar al estudio llevado a cabo por el Ministerio de Educación de la Nación (2000 y 2001) respecto a la distribución de los recursos informáticos en el sistema educativo argentino. Allí se identifican una serie de tendencias que también reflejan una escasez escolar de estos recursos que varían según la región geográfica y si se trata de institutos privados o públicos. La zona pampeana, a la que pertenece la provincia de Córdoba, presenta un porcentaje de equipamiento del 36%, número más bajo aún que el expuesto por el grupo de docentes de Ciencias Naturales que participó en el estudio.

Por otra parte, se observa que las escuelas tienen muy pocas herramientas computacionales, como escáner, grabadora de CD o cámara digital, ya que los porcentajes oscilan como máximo en el 30% para la primera y un 3% para el último accesorio. Estos mismos valores son los encontrados con los docentes. Esta situación también limita las posibilidades de uso y aplicación de un programa de formación innovador, ya que restringe el uso y la aplicación de estos accesorios.

Consecuentemente con una cultura tecnológica inicial por parte de los docentes, el programa más usado es el procesador de texto, que es utilizado por la totalidad de los docentes que tienen computadora, una vez al día por el 53% y una vez a la semana por el 37%. El uso bastante intensivo que se hace de programas para escribir texto y la ausencia en el uso de otros programas nos hace pensar que es posible que la computadora sirva como lo explicitan algunos docentes como que “reemplaza la máquina de escribir ... pero no más”, sin haber encontrado diversos y mejores usos.

Este programa es usado para la planificación de las clases en un 80%, y solamente los docentes dicen usarlo con sus alumnos en un 36%. Otros programas, como Microsoft Excel o Microsoft Power Point, son utilizados por sólo alrededor del 10% y ningún docente usa programas de simulación ni plataformas virtuales, si bien reconocen que “las máquinas dan posibilidades de incorporar animaciones y CD interactivos”.

En todos los casos los docentes usan los programas de computadora con los estudiantes en cantidades mucho menores que en las actividades destinadas a preparar sus clases. La mayoría de los docentes (93%) utilizan los recursos tradicionales, como la tiza y el pizarrón y los libros de texto en un 87%. A pesar de esto, un 50% señala que utiliza videos y la computadora en el aula. Este dato se esclarece a través de entrevistas sostenidas con algunos docentes posteriormente a esta investigación, donde explican que eventualmente usan los videos cuando encuentran un material interesante y en algunas circunstancias la computadora, pero cuando se refieren a esto, se trata de que sus estudiantes busquen información por este medio, no de usar algún programa especial que complete o facilite el aprendizaje. Esto también refuerza el estado incipiente en que está el uso y los desarrollos de las TIC por los docentes y en las aulas. Llevar adelante un programa de capacitación con TIC requiere de una cultura más avanzada, sino hay que comenzar a estructurar cursos de capacitación básicos para el uso de estas tecnologías. Por otra parte, el valor agregado de la transferencia de estas nuevas estrategias de aprendizaje a las aulas se observa debilitado, ya que, como analizáramos en párrafos precedentes, son escasas las facilidades tecnológicas de las escuelas para implementar una enseñanza con TIC.

Estos valores coinciden en cuanto a las actividades que llevan a cabo los docentes con las computadoras, ya que un 40% hace una búsqueda semanal de información por la Web y porcentajes menores son los encontrados para el uso de enciclopedias (33%); tampoco parece haber cultura de lectura de libros digitales o videos por Internet, ya que no es una práctica ni diaria ni semanal, sino que alguna vez lo han hecho. Todos estos resultados indican que es muy baja la cultura tecnológica, considerada ésta como el uso frecuente y fluido de las herramientas diversas que proveen las TIC.

Los espacios de Internet destinados a la comunicación se ven debilitados, ya que solamente el 26% de los docentes han usado un foro o chat alguna vez⁸, siendo su uso diario y semanal de un 3% en ambos casos. Esto es importante de considerar a la hora de estructurar un programa de formación, donde el eje se pueda encontrar en la comunicación grupal, ya que seguramente será difícil

⁸ Hay que considerar que esta investigación se llevó a cabo en el año 2003 y para el momento de la defensa de esta tesis la situación con el uso del Chat ha cambiado, incrementándose el uso de este recurso por parte de los docentes.

lograr este objetivo cuando los docentes no están entrenados en el uso de estos espacios. Pero como ya señalamos, el correo electrónico es usado en un 50% una vez al día y en un 30% una vez a la semana. Esta es una herramienta que colabora a la comunicación, pero de tipo unidireccional. Llama la atención que ningún docente señala usar el correo electrónico con sus estudiantes, lo que hace pensar que no han introducido este sistema de comunicación con sus alumnos.

Por otra parte, es importante conocer cómo se obtienen las direcciones que dan acceso a la información en Internet. Un 63% accede por medio de recomendaciones, un 73% a través de direcciones especificadas en la bibliografía y un 87% por medio de buscadores. Es importante reforzar la información con direcciones seleccionadas en la Web, ya que de esta forma se puede potenciar y mejorar las búsquedas.

Otras dificultades para implementar las TIC señaladas por los docentes, son la falta de tiempo (63%), la escasa información que se tiene sobre los avances y posibilidades que ofrecen las TIC (30%) y la falta de capacitación (37%). De estos factores, el primero puede ser la principal causa del bajo uso que se hace de las herramientas de comunicación, (listas de trabajo, el foro o el correo electrónico), ya que es conocida la alta demanda de tiempo que requieren estas nuevas estrategias de comunicación.

A pesar de las variaciones que muestran los docentes respecto al uso y actividades que realizan con las TIC, un 50% considera que su actual manejo es entre muy bueno y bueno, el 26% dice que es insuficiente y el resto se clasifica como de escaso manejo de las herramientas informáticas. Observando estos datos podemos pensar que alrededor de un 70% estarían en condiciones de trabajar con TIC y por lo tanto que se puede implementar un desarrollo tecnológico sin perder de vista que seguramente los docentes necesitarán un alto apoyo para concretar un aprendizaje con estas herramientas.

6.4.4 La capacitación de los docentes con TIC

A pesar de los beneficios reseñados, sólo una minoría de docentes se encuentra en condiciones de recibir formación por medio de la computadora.

Esta afirmación surge como conclusión de un trabajo preliminar llevado a cabo por Bárcena y Valeiras (2000), con docentes de Biología, Física y Química del nivel de enseñanza media de la provincia de Córdoba en Argentina. De los 38 docentes encuestados en ese trabajo, sólo el 14% había recibido cursos de capacitación para la utilización de las TIC. En contraposición a esto, en los nuevos resultados encontrados en este trabajo, podemos observar que un 40% dicen haber realizado cursos actualmente o en el pasado. De esta comparación podemos pensar que al haber transcurrido más de tres años entre un trabajo y el otro, las ofertas de los cursos con TIC se han incrementado de manera considerable, por lo que seguramente, las posibilidades de formación con estas herramientas son mucho mayores.

En cuanto a la temática específica de los cursos de capacitación, el 40% son de actualización de conceptos en ciencias, el 28% con temáticas afines a la formación pedagógica-didáctica, un 22% para uso y aplicación de las TIC y un 10% sobre idiomas. Llama la atención el alto porcentaje de cursos de capacitación en áreas específicas del conocimiento, sin haber tomado capacitación en el manejo de estas herramientas, más aún cuando los docentes dicen que no se encuentran bien preparados. Esto nos hace pensar que los cursos realizados no tienen una estructura que requiere de otras destrezas tecnológicas y sólo se remiten a pasar textos en las pantallas. Por lo contrario, si los cursos de formación propusieran utilizar programas específicos, como por ejemplo de simulación o plataformas, los docentes seguramente necesitarían previamente cursos de adiestramiento en el uso de las TIC. De cualquier manera, se observa que el porcentaje aparenta ser alto, pero se trata de porcentajes del 40% de los docentes que dicen haber hecho cursos, y varios de ellos han realizado más de dos cursos.

Otro aspecto indagado se refiere al nivel de importancia que le atribuyen los docentes a ciertas características que debe tener un curso para que los docentes lo hagan. La mayoría de ellos (80%) afirman que el reconocimiento o la trayectoria de los disertantes es una condición imprescindible para hacer los cursos al igual que le otorgue puntaje. En segundo lugar es muy importante que sea gratuito (73%) y que los temas sean de actualidad (79%). También un porcentaje elevado (70%) dice que les resulta importante la accesibilidad de los horarios. Un 46% considera deseable pero no crítico la aplicabilidad de los temas y métodos desarrollados y un 32% considera la novedad en la forma de

trabajo. El interés personal por el tema y las recomendaciones de los colegas aparecen con porcentajes del 28% y 53% respectivamente.

La mayoría de los docentes (80%) están interesados en capacitarse con TIC y sólo un 20% dice que participaría si la formación le quedara cómoda y accesible. De lo expuesto podemos inferir que los docentes podrían ser usuarios de cursos con TIC, pero hay que cuidar las consideraciones que hacen a la hora de elegir la capacitación.

6.4.5 Opiniones sobre las TIC

Los resultados de este apartado proceden de las respuestas dadas a las dos últimas preguntas abiertas que se formularon a los docentes. La primera fue contestada por el 80% de los encuestados y pretendía conocer las opiniones acerca de la manera en que las TIC pueden facilitar la labor o desempeño de los docentes. Las respuestas obtenidas fueron muy diversas, pero las hemos agrupado en las siguientes categorías, que ponen en evidencia la manera en que los docentes caracterizan este aspecto de las TIC.

- Importancia de las TIC como herramientas o recurso para la enseñanza:
 - (...) es una herramienta imprescindible.
 - (...) se necesita emplear nuevas herramientas.
 - (...) indudablemente es una herramienta que atrae la atención de los jóvenes.

- Conocer las TIC brinda la posibilidad de compartir significados con los alumnos:
 - (...) poniéndome en condiciones semejantes a mis alumnos, puedo guiarlos en lo que pretendo trabajar.
 - (...) utilizar un recurso que manejan los alumnos.
 - (...) sentirme acorde a los canales de comunicación que manejan nuestros alumnos.

- Las TIC permiten la actualización y facilitan la información:
 - (...) me dan un acceso generalizado a recursos y actualización permanente.
 - (...) para capacitarme y actualizarme vía Internet.
 - (...) es una fuente de información.

- Las TIC permiten optimizar el trabajo:
 - (...) *para poder optimizar el tiempo.*
 - (...) *permite agilizar instancias de trabajo.*
 - (...) *trabajo sin moverme de casa.*

Algunos docentes agregan en su respuesta las condiciones en que se verían facilitado su desempeño, tales como:

- (...) *sería fundamental poseer en la escuela un número suficiente de computadoras actualizadas.*
- (...) *en la medida en que existan máquinas, que estén conectadas a la red y que su uso se vuelva cotidiano.*

Las observaciones reseñadas nos estarían mostrando a las TIC como facilitadoras de las actividades docentes y con ventajas que permiten acercar y compartir significados con los estudiantes, por encima de lo que las TIC pueden aportar en sí mismas.

La segunda pregunta abierta tiene que ver con los beneficios que reporta el uso de las TIC a los alumnos. En general, los docentes responden que:

- (...) *agiliza la escritura.*
- (...) *da rapidez.*
- (...) *permite autonomía.*
- (...) *amplía la información.*

Dado las pocas respuestas encontradas para esta pregunta y lo escueto de sus opiniones, esta situación refuerza nuestra idea, de que todavía los docentes no tienen muy en claro cuál es la utilidad de las TIC para los estudiantes. Por ello podemos pensar que necesitan conocer en mayor profundidad estas cuestiones y que una forma de brindar este conocimiento es a través de cursos con TIC, diseñados atendiendo a un modelo didáctico como el que hemos propuesto en el capítulo 4.

6.5 CONCLUSIONES

Respecto al primer objetivo planteado en este trabajo, caracterizar las ideas de los docentes sobre la comprensión, se destaca que estos distinguen entre saber algo y comprender, asienten que se puede aprender un mecanismo pero

no comprenderlo. Todos coinciden en que la comprensión es la capacidad de transferir o aplicar hechos y conceptos a diferentes situaciones. Entienden que la comprensión se visualiza por medio de la comunicación, ya sea gestual o de forma oral o escrita, a través de explicitaciones directas e indirectas por medio de la calidad de los comentarios o preguntas que hacen los estudiantes.

Hay distintos niveles de comprensión y diferentes etapas dentro del proceso de aprendizaje. Comienza con un enfrentarse al fenómeno sin comprenderlo, para que después de estudiarlo se cambien los supuestos iniciales, siendo de esta manera la comprensión la etapa final del proceso. La comprensión implica conceptos clave de las disciplinas, disposiciones intelectuales y hábitos mentales asociados con la indagación. También se establece la comprensión cuando se puede pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que se sabe. Ponen el énfasis en la comprensión en lugar de la memorización. Memorizar implica recordar hechos y datos con precisión y rápidamente dentro de la significación de una situación dada. Comprender requiere más que reproducir información.

La comprensión permite trabajar una gama completa de actividades, sensible a los intereses y necesidades de los alumnos y grupos de docentes concretos, en contextos locales específicos. Esto hace alusión al valor del contexto y la necesidad de adecuarlo a los diferentes niveles. La comprensión exige diversidad de estrategias, fundamentalmente centradas en los alumnos, priorizando la indagación, la investigación activa y la resolución de problemas. La comprensión se produce fundamentalmente cuando se promueven o se presentan conflictos. Existe más de una comprensión, ya que los cambios de actitudes también se pueden comprender.

Por último, y a manera de conclusión del diagnóstico sobre la situación de los docentes con respecto a las TIC, se puede decir que en general se manifiestan motivados para recibir capacitación, pero su principal restricción está dada por el tiempo y la falta de espacios laborales adecuados a estas iniciativas. Las TIC son ampliamente aceptadas, sin embargo, se observa como dificultad, la restricción económica para su acceso y la escasa disponibilidad tecnológica de las escuelas.

La importancia de las conclusiones obtenidas, a partir de las opiniones de los docentes, permiten contextualizar y enmarcar propuestas de formación adecuadas a las expectativas, realidades y necesidades de los profesores. En el momento que se llevó a cabo la investigación, también sirvió para proveer de datos que ayudaron a fijar inicialmente las categorías e indicadores dentro del modelo que se propone para la enseñanza de las ciencias en línea. Fundamentalmente brindó información sobre las condiciones necesarias para aplicar un modelo con requisitos diferentes a la práctica habitual de capacitación, como es el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

ANEXO 6.1

CUESTIONARIO PARA CONOCER EL SISTEMA DE APOYO TECNOLÓGICO QUE POSEEN LOS DOCENTES

1. Señale con una cruz el título académico que posee:

- Universitario
- Terciario
- Otro (complete)

2. ¿Qué edad tiene?

3. Complete el siguiente cuadro con la/s asignatura/s que dicta actualmente, señalando el curso y el nivel educativo.

Asignatura	Curso	Nivel educativo

4. ¿Cuáles de los siguientes recursos utiliza principalmente en el aula?

Marque con una cruz los tres (3) de uso más frecuente

- Tiza y pizarrón
- Libros de texto
- Afiches
- Guías de trabajo
- Diapositivas
- Videos
- Computadora
- Power Point

5. ¿Utiliza habitualmente la computadora para uso personal, laboral, recreativo, etc.?

- Sí
- No

SI RESPONDIÓ AFIRMATIVAMENTE A LA PREGUNTA ANTERIOR

6. Marque con una cruz qué tipos de programas usa	Momento de utilización	
	Planificación de las clases	Con los alumnos
Procesador de texto (Ej. Word)		
Presentaciones (Ej. Power Point)		
Planilla de cálculo (Ej. Excel)		
Base de datos (Ej. Access)		
Navegadores (Ej. Explorer, Netscape)		
CD interactivos		
Enciclopedias virtuales		
Otros:		

7. ¿Desde dónde accede a la computadora? ¿Y a Internet?	Marque con una cruz todas las respuestas que aplican	¿Tiene conexión a Internet?
La tiene en su casa	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No
La usa en un cibercafé o locutorio	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No
Se la presta algún amigo o familiar	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No
Concurre a bibliotecas o centros comunitarios	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No
Utiliza la sala de computación de la escuela	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No
Otro:	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí - <input type="checkbox"/> No

8. Señale las siguientes actividades relacionadas con la computadora	Con qué frecuencia las realiza				
	Todos los días	Una vez por semana	Una vez al mes	Alguna vez	Nunca
Utiliza procesadores de texto (Word)					
Baja programas de Internet					
Interviene en chat o foros de discusión					
Juegos electrónicos					
Toma cursos a distancia donde se usa el computador					
Busca información en la Web					
Procesar imágenes					
Usa el correo electrónico					
Consulta enciclopedias o diccionarios electrónicos					
Lee libros digitales					
Ve videos digitales					
Escucha música (MP3, CDs u otros)					

14. Las siguientes son características que pueden describir a los cursos de capacitación. Indique el nivel de importancia que tiene para usted cada uno de estos aspectos.

Características	<i>Es imprescindible: "Si no se cumple, no hago el curso"</i>	<i>Es muy importante que se cumpla</i>	<i>Sería deseable, pero no es crítico</i>	<i>No es importante. No me fijo en eso</i>
El reconocimiento o la trayectoria de/del los disertante/s				
El puntaje que otorga la certificación				
Que sea gratuito				
La seriedad de la institución que lo respalda				
Las recomendaciones de colegas				
La aplicabilidad de los temas y métodos desarrollados				
La novedad en la forma de trabajo				
La actualidad de los temas				
La accesibilidad de los horarios				
El interés personal por el tema				
Otro:				

15. ¿Ha realizado cursos de capacitación para trabajar con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación? Marque con una cruz.

- Sí (actualmente)
 Sí (en el pasado)
 No

16. ¿Le interesaría capacitarse o perfeccionarse en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación?

- Sí, mucho
 Sí, solo si me queda cómodo y accesible
 No me interesa en absoluto

17. ¿Cree que la informática le facilitará su desempeño como docente?

<input type="checkbox"/> Sí ¿Por qué?	<input type="checkbox"/> No ¿Por qué?
---------------------------------------	---------------------------------------

18. Describa tres o más beneficios que le brinda a sus alumnos el uso de la computadora.

Capítulo 7

SEGUNDA INVESTIGACION DIAGNÓSTICA: CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE PÁGINAS WEB SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Entre los diversos productos educativos generados mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se encuentran las páginas Web, las cuales introducen nuevas formas de interacción y de comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estos materiales brindan la oportunidad de ser consultados en cualquier momento y lugar, permitiendo establecer distintos tipos de vínculos con otros textos y desarrollos constituyendo hipertextos. Aprovechando esta condición y el hecho de que existe una gran cantidad de información sobre cualquier tema determinado, las páginas Web se constituyen en materiales fácilmente accesibles que pueden ser usados dentro de los desarrollos de la enseñanza en línea.

En el modelo que estamos formulando, las páginas Web constituyen un material de apoyo importante por lo cual deben ser seleccionadas y analizadas para garantizar su pertinencia y cierta calidad, antes de ser incluidas como materiales de estudio. El tema elegido para llevar a cabo el desarrollo que vamos a realizar aplicando el MoCEL, es la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Un motivo importante para elegir este tema es que no hay materiales constructivistas para la enseñanza de este tema en línea, tal

como lo anticipáramos en el capítulo tercero de esta tesis. Otra ventaja que reporta este estudio es que permite presentar la problemática de los RSU desde el punto de vista científico, incluyendo debates y controversias sociotécnicas, tal cual la posición sostenida por Désautels y Larochelle (2003), por lo que admite un análisis integrado y complejo del material. Esto permite un enfoque bio-socio-cultural, relacionando la ciencia y la tecnología con cuestiones de la vida cotidiana.

De acuerdo con Mayer (1998), los temas ambientales se ven en la actualidad como parte de la enseñanza de las ciencias. Específicamente, este autor señala que *“los enseñantes de disciplinas científicas, han decidido dedicar al medio ambiente y a la educación ambiental una parte de su labor didáctica”*. Dentro de la problemática ambiental, el tema de RSU elegido para este trabajo responde a uno de los principales problemas de las ciudades contemporáneas, y está claramente cerca de las vivencias de estudiantes y docentes en instituciones educativas urbanas.

La investigación que se presenta en este capítulo tiene por objetivo, analizar y caracterizar el discurso virtual que tienen algunas páginas Web dedicadas a los RSU, con el fin de definir dimensiones e indicadores de análisis más generales para este tipo de material que puedan ser usados en este y otros temas de Enseñanza de las Ciencias. Específicamente el análisis vincula el estudio del lenguaje científico con los fenómenos de la comunicación que se establecen a través de las TIC.

7.1 INTRODUCCIÓN

Las páginas Web son percibidas en general por los docentes y estudiantes con “un atractivo muy especial” que propicia su uso en el aula (Gisbert, 1992; Hernández Fierro, 2000). A pesar de esto, existe una fuerte creencia que muchas páginas Web, aunque facilitan el acceso de los alumnos a determinadas informaciones, contienen deficiencias y suelen ser poco consistentes, debido principalmente a que en muchos casos no han sido sometidas a evaluación alguna. Por ello, surge la necesidad de establecer criterios y procedimientos para identificar si una página Web de contenido científico tiene información confiable y cuáles son los criterios que permiten

analizar las fuentes de información para luego seleccionar estos materiales que se encuentran en Internet, con fines didácticos.

Uno de los aspectos de interés actual en investigaciones de la Enseñanza de las Ciencias, son los estudios acerca de la naturaleza y el desarrollo del discurso y los problemas derivados de la comprensión del material escrito (Caamaño, 1997). Otros aspectos importantes que se investigan son los referidos al empleo de indicadores para determinar la calidad lingüística de los materiales curriculares, y también los procesos cognitivos que se desarrollan mediante el lenguaje y la comunicación. Como observamos, son múltiples los campos de aplicación de esta área de estudio, que cobra especial importancia con la generación de materiales escritos desarrollados a través de las tecnologías.

Como base para el estudio hemos elegido el modelo de discurso propuesto por van Dijk (1997a, b), adaptando las tres dimensiones que propone este autor. Además hemos agregado aspectos específicos del lenguaje científico a través de antecedentes que provienen de la Enseñanza de las Ciencias y cuestiones de diseño y procedencia de las páginas Web derivados de los marcos conceptuales de las TIC.

Se espera que esta investigación permita evaluar a partir de criterios bien definidos y de manera integrada, las características que tienen las páginas Web sobre RSU, para poder seleccionarlas como materiales de uso didáctico en el módulo que vamos a desarrollar para aplicar al MoCEL.

A continuación profundizamos sobre algunos de los supuestos teóricos que dan sostén a esta investigación.

7.2 ENUNCIADOS TEÓRICOS Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se desenvuelve dentro de un marco constructivista apoyado en la perspectiva histórico-cultural, en la que se reconoce la naturaleza central de la mediación instrumental en el desarrollo cognoscitivo (Vygotsky, 1979; Rodríguez Arocho, 1998, 1999). Desde este punto de vista, las nuevas tecnologías son herramientas mediadoras que actúan como agentes externos

para propiciar los procesos de construcción del conocimiento. Se aprende en el marco de las interacciones sociales viabilizadas por la comunicación, lo que coloca a las TIC más allá de ser un fin en sí mismas (Tedesco, 2000). El discurso escrito es una herramienta mediadora por excelencia y en el caso de las TIC el texto virtual juega un papel dominante en la transferencia de la información.

Este planteamiento nos impone distinguir y analizar dos vertientes teóricas diferenciadas pero íntimamente relacionadas entre sí que dan sustento a nuestra investigación. Por un lado, el amplio campo de estudio de la comunicación integrado por el análisis del discurso, brindando las bases, los fundamentos y los puntos de referencia para analizar la lógica de la construcción del texto escrito; como también las representaciones que se explicitan, las posiciones que se asumen y los contextos en los cuales se interacciona. Por el otro, los desarrollos correspondientes a las TIC, que como ya señaláramos, se presentan como herramientas mediadoras pudiendo facilitar a través de sus materiales una demanda de procesos cognitivos profundos, reconociendo el contexto sociocultural como parte de la mediación instrumental en el desarrollo cognoscitivo.

A continuación discutiremos cada una de las vertientes señaladas. Comenzaremos con una breve ubicación histórica respecto al estudio del lenguaje, para centrarnos en el modelo propuesto por van Dijk. En un segundo momento, introduciremos cuestiones referidas al lenguaje científico, concentrándonos en el texto escrito y presentando algunos antecedentes referidos a estos estudios en la enseñanza de las ciencias. Por último, haremos referencia a la importancia de las TIC como fuente de información que posibilitan otro tipo de comunicación, mostrando antecedentes en relación a la producción de materiales escritos.

7.2.1 Estudio del lenguaje en la obra de van Dijk

En la actualidad, muchos análisis del discurso tradicionales están centrados en el estudio de la estructura de la oración, pero Van Dijk (1984) propone en su obra *“Texto y contexto”* superar la gramática generativa sin desvincularse totalmente de sus principios, rechaza la limitación artificial impuesta en la oración extendiéndose a las estructuras del texto. Las tendencias

contemporáneas, nos alertan sobre la gran cantidad de fenómenos que se vinculan a la lingüística, como son *“el discurso y la comunicación en sus contextos sociales, políticos y culturales”* (Van Dijk, 1997a). Desde el punto de vista de este autor, incorporar los contextos al discurso, significa generar un campo transdisciplinario que trasciende al del uso de la lengua, lo que necesariamente integra aspectos referidos a la lingüística, psicología, sociología y filosofía.

Van Dijk (1997b) plantea el discurso como *“una forma de uso lingüístico”* y lo define como *“un suceso de comunicación... una interacción verbal”* que presenta tres dimensiones: *el uso del lenguaje, la cognición y la interacción social*.

En la dimensión **“uso del lenguaje”** se distingue diferentes estructuras, sonidos e imágenes, que responden a un orden específico y no arbitrario, ni independiente del resto del discurso. Estos aspectos son estudiados por la sintaxis o gramática del discurso que, si bien pueden analizarse por separado, deben integrarse en las dimensiones contextuales y cognitivas. Se destaca también la semántica como el sentido o la asignación de significados del discurso. El análisis de estos significados no lo otorgan las oraciones individuales o fragmentos de considerable longitud, sino se considera al discurso como un todo, lo que se denomina macroestructuras semánticas. Son las que dan cuenta del contenido global del discurso, el tratamiento de un tema o asunto, *“es el significado global que impregna y da sentido al texto”* (Sánchez, 1993). Dentro de la macroestructura puede haber varios niveles determinados por tratamientos superficiales y profundos del discurso. Por otra parte, se encuentra la microestructura del discurso, referida a la estructura de las oraciones y la relación de coherencia y cohesión entre ellas, que permiten derivar la comprensión de la macroestructura. Por encima de estas se encuentra la superestructura del texto, que es la forma de organización, la intención de la comunicación.

Siguiendo con las propiedades de un texto, *el estilo* se refiere a un conjunto de características distintas de un mismo discurso. Hay variaciones funcionales, como el orden de las palabras y oraciones, el léxico y el contexto que marcan un estilo. Los escritos científicos poseen un estilo acordado que proviene de las convenciones consensuadas y aceptadas por las comunidades científicas en

un tiempo determinado. Por ejemplo, reconocemos un estilo diferente de la comunicación científica en los textos de divulgación o en la presentación del mismo tema en una revista científica.

Una faceta más del discurso es la *retórica*, término reconocido desde la antigüedad como estructuras que hacen a la persuasión. Se la asocia al estilo, pero si bien todo discurso tendrá un estilo no necesariamente poseerá una retórica. La persuasión depende de la retórica, pero también del estilo, sentido y coherencia del discurso. La retórica contemporánea se preocupa ya no sólo en cómo crear un discurso retórico eficaz sino “*en la interacción dinámica existente entre el texto retórico y su contexto*” (Gill y Whedbee, 1997). Es así como surgen los “Críticos Retóricos”, que proponen y estudian no sólo las concepciones clásicas de la retórica sino los marcos de referencia. Asociada a la retórica se encuentra la *argumentación* muy utilizada por los textos científicos, razón por la cual la analizaremos en el siguiente apartado.

La dimensión “**cognición**” tiene que ver aspectos relativos a la comprensión. Trata de responder a las preguntas: ¿cómo entendemos?, ¿qué se almacena?, ¿cómo se organiza? y ¿cómo se recupera la información? Son los procesos que permiten dar significado al discurso, posibilitando las reinterpretaciones que provienen de las variaciones personales y subjetivas. Esta comprensión depende no sólo de la cognición individual sino de las creencias socioculturales compartidas, o sea se puede diferenciar la cognición en social e individual.

La tercera dimensión del discurso, la **interacción social**, se asocia a las acciones que llevan a cabo los que hablan cuando se comunican entre sí en un contexto y cultura determinada. No se trata de decir de qué se habla, sino que el discurso está integrado por “*el contexto situacional del hablante, es decir sus intenciones, sus conocimientos, o sus opiniones*” (van Dijk, 1997a). Las actitudes e ideologías, representan conflictos, competencias o poderes entre los grupos sociales o los individuos. El contexto de un discurso se refiere a la estructura de las propiedades sociales, dentro del cual los participantes realizan activamente una conversación. Por ejemplo el género, la clase social, la edad, la comunidad científica, etc. A modo de síntesis, de las tres dimensiones del discurso, van Dijk propone la función de *interfase mediadora* para llevar a cabo la cognición con el contexto y la sociedad.

En el apartado siguiente profundizaremos sobre el lenguaje científico, en especial sobre los aspectos referidos al discurso escrito. Es importante para esta investigación los marcos de referencia estrictamente vinculados al lenguaje de la ciencia, ya que el enfoque que damos a esta propuesta es su aplicación en el campo de la enseñanza de las ciencias.

7.2.2 El lenguaje de la ciencia

La ciencia utiliza un lenguaje particular que expresa lo que los científicos hacen; enuncia los conocimientos, creencias y valores que comparten los miembros de la comunidad científica. El lenguaje nos permite comunicarnos y, en el caso de la ciencia, comprender o aprehender este lenguaje significa pertenecer al conjunto de las personas que *“hablan ciencia”* (Lemke, 1997). Estas ideas implican tácitamente que hay una diferencia entre el discurso vulgar y el científico. En el lenguaje científico se requiere que los supuestos sean explicitados y que se definan todos los conceptos; se estructura el contenido de forma tal que su significado sea lo menos equívoco posible; conserva los pensamientos a través del tiempo y del espacio y facilita la construcción del conocimiento (Hernández Fierro, 2000). En todo proceso de comunicación el texto escrito es un material imprescindible y, para aprender contenidos de ciencia se requiere apropiarse de este lenguaje específico que se transmite de diferentes formas, siendo el texto escrito el medio de comunicación por excelencia para las explicaciones e interpretaciones del mundo.

En las clases de ciencia se observa un predominio de la lengua oral sobre la escrita; sin embargo, resulta difícil imaginar cómo se podría enseñar o aprender sin textos escritos. Dentro de estos, los libros de texto se usan en las clases y extraescolarmente, como principal recurso, tanto por el alumno como por el docente (García da Silva 2002). Los libros de textos requieren de una serie de características, como: objetividad, precisión en el uso del lenguaje, terminología adecuada al objeto de estudio y, sobre todo, utilizar razones y argumentos que provienen de la ciencia de referencia.

El conocimiento científico se despersonaliza a partir de su presentación en los libros. El énfasis está puesto en las descripciones de hechos acabados, sin presentar los debates y controversias que se generan por ejemplo, ante la

aparición de un nuevo término científico, concepto o teoría. De esta forma, *“la ciencia se convierte en información para ser recibida, más que en ideas para ser discutidas”* (Sutton 1997). Sutton propone distinguir dos concepciones de lenguaje: como “sistema de etiquetaje” y como “sistema interpretativo”. El primero se refiere a la transmisión, se remarca la descripción e información, con definiciones fijas, precisas y claras. En el segundo, los significados son discutibles y se presentan argumentos para explorar y representar. Estas concepciones del lenguaje nos sirven como antecedentes para fijar los indicadores que se tendrán en cuenta para analizar las páginas Web, en especial los aspectos referidos a los estilos de lenguajes.

7.2.3 Tipos de discurso

Otro aspecto a considerar, cuando se indagan los textos escritos, son los tipos de discurso que se pueden encontrar, siendo los más destacados los *narrativos* y los *argumentativos*. La **narración** representa sucesos y posee un gran espectro de formas discursivas, modos y géneros. Una característica importante de la narración es que *“adquiere significación respecto de alguna propiedad de la cultura local”* de la que proviene (Osch, 1997). Los informes científicos utilizan en mayor o menor medida la narración, desde una simple crónica de los sucesos acaecidos hasta una explicación profunda y contextualizada sobre el objeto de estudio.

En nuestro trabajo hemos tomado, como principal antecedente de la narrativa, el trabajo de Jiménez Valladares y Perales (2001), el cual analiza este tipo de discurso desde la descripción, al igual que lo hace Sanmartí (1997). No nos detendremos en una exploración más profunda de este discurso, si bien lo consideraremos como un indicador a ser observado cuando se trate de examinar las páginas Web.

El segundo tipo enunciado de figura del discurso es la **argumentación**. Van Eemeren et al. (1997) definen la argumentación como la utilidad del lenguaje que permite *“justificar o refutar un punto de vista con el propósito de asegurar un acuerdo en las ideas”*. La argumentación posee características globales, como son las premisas y conclusiones, y la condición de la argumentación que tiene que ver con las ventajas, los inconvenientes o la comparación de situaciones.

Circunscribiendo el análisis de las referencias al campo de la enseñanza de las ciencias, destacamos el trabajo de Sardá y Sanmartí (2000), quienes proponen tres elementos argumentativos que aparecen en los textos científicos: los *datos*, la *justificación* y la *conclusión*. Los datos se definen como hechos o como un fenómeno a partir del cual se construye el texto; y la justificación es la razón que permite llegar a las conclusiones. Esta clasificación nos servirá de antecedentes directos para nuestra investigación y, como referente adicional, también consideramos el trabajo, de del Carmen y Jiménez Aleixandre (1997), sobre el análisis de libros de texto. Todas estas aportaciones nos han ayudado a fijar categorías de análisis y determinar indicadores de textos argumentativos.

Otro aspecto a tener en cuenta para el análisis de las páginas Web es la **metáfora**, debido al uso frecuente que se hace de ellas en el discurso de la enseñanza de las ciencias. El valor de la metáfora radica en el esfuerzo que se hace para explicar un concepto o contenido, acercándolo a elementos con los que supuestamente está familiarizado el usuario de la página Web. Algunas metáforas que ayudan a comprender temas de gran complejidad y que son ampliamente utilizadas en textos de enseñanza de las ciencias son: el sistema solar para explicar el átomo, la máquina para el cuerpo humano, la computadora para la mente. Este uso de metáforas debe hacerse con cautela; debemos explicitar si se trata de ejemplos figurativos, destacando la diferencia entre metáfora y ciencia. En las obras literarias la metáfora constituye una ornamentación, pero si analizamos su relación con los procesos del pensamiento, estudios recientes proponen al proceso metafórico como una forma que tiene el ser humano de entender algo en términos de lo que ya conoce. Las metáforas contribuyen a “*concretizar y simplificar fenómenos abstractos y complejos relacionándolos*” con otros ya conocidos (Salomon, 1992).

Otra forma de asimilar lo nuevo en términos de cosas conocidas es usando **analogías**, ya que pueden proveer una explicación a algo que no se comprende bien. Aquí también hay que tener especial cuidado, debiendo analizar en profundidad los dos contextos relacionados en la analogía, ya que de otra manera se pueden mezclar las limitaciones del caso original con el nuevo e incurrir en errores. Los aspectos aquí reseñados servirán de base para

analizar las metáforas y analogías presentadas en los textos virtuales y explicar algunos de los resultados hallados.

En esta investigación también se van a considerar las innumerables creencias, valores e ideologías que transmiten los textos escritos. Estos son mediadores entre los hechos y las representaciones, son los “observables” del proceso y requieren categorías para su análisis, que serán analizadas dentro de la dimensión cognitiva propuesta por van Dijk.

Como señaláramos al comienzo de este apartado, sobre los enunciados y antecedentes teóricos que dan sostén a esta investigación, el presente trabajo tiene dos vertientes, la que proviene del discurso que acabamos de concluir y la segunda referida a las TIC, que expondremos a continuación.

7.2.4 Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación

Las nuevas tecnologías organizadas en torno a la computadora permiten aplicaciones educativas multimediales interactivas y abren un nuevo paradigma para la educación en todos sus niveles (Morán, 2000; Lowy, 1999). La amplia gama de recursos que ofrece Internet posibilita nuevas formas de comunicación y de relaciones de aprendizaje (Barthes, 1993; Collins, 1998; Dede, 2000). Esto modifica sustancialmente las formas de enseñanza, los métodos pedagógicos, los ritmos de asimilación, la autonomía del alumno y las características de la apropiación/percepción del conocimiento. Las nuevas tecnologías posibilitan una mayor interacción entre aprendices e instructores, abriendo nuevas vías de comunicación. Las páginas Web se constituyen en soportes y canales para registrar, almacenar y difundir contenidos. El discurso empleado en las páginas Web, implica el establecimiento de un acto de comunicación en el que se expresan ideas, creencias y emociones (Cabero Almenara, 1996).

En este contexto surge el hipertexto electrónico como una nueva forma de texto cuya organización de la información permite un acceso no secuencial e interactivo, posibilitando que la información pueda ser organizada y reorganizada de múltiples formas. Esta particular forma de construir el texto, a partir de establecer una no secuencia, deja abiertas las posibilidades para ejecutar una lectura soslayando las limitaciones impuestas por los sistemas

tradicionales de lectura y escritura que permiten crear cadenas o recorridos en un texto abierto e inacabado que propicia la comprensión y reconstrucción de representaciones frente a un conocimiento específico (Bufi y Lemos, 2001; León, 1998; Waldegg, 2002).

Además del hipertexto, las TIC incorporan otros signos de información, como el sonido, imágenes visuales y animación; a todo esto, genéricamente, se le denomina hipermedia. La idea central que caracteriza el hipertexto son las posibilidades de establecer relaciones, enlaces y conexiones entre las diferentes informaciones y partes de un texto. Resultan importantes las asociaciones que se pueden hacer de estas innovaciones con la ciencia cognitiva. Nelson y Palumbo (1992) le atribuyen valores “*a las representaciones del hipertexto, similares a las representaciones mentales internas que realizan los lectores*”. La metáfora de la mente como un computador intentaría establecer la equivalencia entre el hipertexto y la memoria humana. Son muchas las hipótesis que se generan al respecto, pero no nos detendremos en ellas porque no son específicamente parte del estudio fijado para esta investigación. Sin embargo, señalamos que esta área del conocimiento ha generado un número importante de interrogantes que pueden ser investigados. Específicamente la línea de investigación referida al estudio de los hipertextos abarca varias áreas del conocimiento y resulta interesante incorporarla a la enseñanza de las ciencias.

Como herramienta didáctica, el hipertexto ofrece el ambiente propicio para generar nuevos modelos de comprensión y participación activa del estudiante en la interacción con la información, en la medida que se le asignan mayores responsabilidades en cuanto a la exploración, el establecimiento de nuevos nexos, la secuencia y, en especial, la reelaboración de significados en un proceso formativo-constructivo (Landow, 1992; Calle Guerra, 2000).

El peligro de la utilización del hipertexto como dispositivo pedagógico reside en que se le pueda conferir la responsabilidad total de la enseñanza en la práctica educativa, olvidando que, ante todo, es una herramienta de aprendizaje. En este sentido, debe reafirmarse el rol docente como guía, afianzador y evaluador del conjunto de actividades diseñadas en la aplicación del modelo informático. De esta forma el papel del profesor, como mediador del uso de las páginas Web, es fundamental e influye tanto con las actitudes que tenga hacia estos

medios, como con los usos y propuestas que haga con ellos en el aula (Cabero Almenara, 1996; González, 1999). Por lo tanto, quienes ejercen la función docente, deben clarificar si el objetivo es formar a los estudiantes como usuarios convenientemente cualificados para ejercer su función de consumidores de la información que estas páginas Web proveen, o por el contrario, proporcionar un conjunto de conocimientos y elementos de juicio que permitan pensar sobre el proceso de aprendizaje y tener una visión crítica de las herramientas que se utilizan en este proceso. Sin embargo, para que esto ocurra resulta imprescindible que sea el docente el primero en formarse en estas cuestiones, para así poder asegurar en alguna medida la explotación educativa de estos recursos. Para ello, la revisión previa por parte del profesor de las páginas a utilizar resulta ineludible, como una forma de garantizar la calidad educativa que provee este medio.

Para definir los criterios generales de evaluación de páginas Web hemos encontrado, en la propuesta de Bufi y Lemos (2001), aspectos referidos a las credenciales de las páginas, haciendo referencia a productores y autores de la misma. Colle (2000) aporta pautas generales de evaluación sobre la base de criterios de autoridad, exactitud, objetividad, actualidad y cobertura de las páginas Web. Marques (2001) y presenta una plantilla para la catalogación, evaluación y uso contextualizado de espacios Web de interés educativo. Considera criterios de funcionalidad y utilidad, aspectos técnicos y estéticos; intentando una valoración global de las páginas Web.

El trabajo de Juni et al. (2001) resulta un antecedente importante, ya que se refiere al área específica de Ciencias Naturales; sin embargo, las categorías de análisis que propone son preliminares. Como un antecedente sustancial de nuestra investigación se encuentra el trabajo de Valeiras, et al. (2003) sobre el discurso escrito que considera un grupo de páginas Web sobre "Origen de la vida y Evolución". Allí se define una planilla, que aquí se adapta en esta nueva investigación tratando de superar las limitaciones encontradas.

Esta investigación nos servirá de diagnóstico de los textos virtuales, permitiendo reconocer ciertas características de los hipertextos y de los textos, valorando las propuestas y observando sus dificultades y limitaciones. El material analizado luego podrá ser seleccionado para una propuesta de aplicación didáctica en el diseño de materiales para su uso en las TIC.

7.3 MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo la presente investigación se ha realizado una búsqueda en cuatro clases de páginas: las de Educación Ambiental, las de ecología general, las páginas gubernamentales y las empresariales. Se seleccionaron 21 páginas Web dedicadas a los RSU a partir de un conjunto de 51 páginas (anexo 7.1). Como criterio de inclusión sólo se consideran las páginas Web en idioma español, ya que en Argentina, tanto los alumnos como los docentes tienen preferentemente la tendencia a consultar los textos en este idioma.

Se ha utilizado una metodología descriptiva, con técnicas cualitativas de análisis textual y contextual (Vallés, 1999) que hacen referencia a las “*descripciones de las dimensiones cognitivas, sociales y culturales del uso del lenguaje*”. Para la evaluación de las páginas Web se ha diseñado un instrumento de análisis con indicadores específicos (anexo 7.2). Algunos indicadores registran la presencia o ausencia de una característica determinada; mientras que otros evalúan el nivel de las propiedades, considerando los valores nada (0), poco (1), medio (2) o mucho (3). Se ha tomado como base para estructurar el análisis las tres dimensiones propuestas por Van Dijk y agregando una cuarta referida a la procedencia del discurso presente en las páginas

La primera dimensión de análisis, denominada “**de procedencia**”, ofrece una visión global acerca de la confiabilidad y validez de los contenidos desarrollados, en cuanto a la autoría, actualización y verificabilidad de la información brindada.

La segunda dimensión tiene que ver con la propuesta realizada por van Dijk respecto a la micro, macro y superestructura del lenguaje; nosotros la hemos llamado dimensión **lingüística**. Ésta permite realizar una apreciación global sobre el *contenido* del discurso (la macroestructura), cuyos aspectos relevantes son la presentación del contenido de forma interdisciplinaria, desde el sentido que plantea la Educación Ambiental, la cual propone que “*en función de las necesidades inherentes del proyecto, las disciplinas juntan sus esfuerzos para estudiar un mismo fenómeno por acercamientos diferentes y complementarios*” (UNESCO, 1985). De esta manera se propone la inclusión de contenidos

procedimentales y actitudinales, además de los conceptuales, y si el texto posee errores de contenidos o de presentación gramatical. Se observa especialmente si queda explícita de alguna forma su estructura, su coherencia y cohesión para la microestructura, por ejemplo a través de diagramas, mapas conceptuales o de navegación.

El *estilo* del discurso es otra característica de análisis, que contempla las diferencias que existen entre el lenguaje científico y el de divulgación científica. Estos distintos estilos se definen por la presencia predominante de argumentaciones sólidas sujetas a verificación, de metáforas que no sean confusas y triviales, y para el estilo divulgativo, se trata de intenciones meramente informativas a partir de la traducción de un lenguaje científico restringido a uno más accesible y cotidiano.

Resulta importante hacer una distinción entre los textos que usan la descripción y aquellos donde la argumentación es propuesta como una estructura “para convencer”. Para establecer los indicadores que identifican los textos descriptivos se ha considerado lo propuesto por Jiménez Valladares y Perales (2001) “*como hechos y sucesos, conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al núcleo conceptual*” y el trabajo de Sanmartí (1997), que hace referencia específicamente a las descripciones científicas. Con respecto a la argumentación, hemos tenido en cuenta los indicadores que usan Sardá y Sanmartí (2000) y la presencia o no de metáforas, según las define Salomon (1992).

Para la forma de *organización* (la superestructura de van Dijk) hemos considerado los siguientes tipos de diseño: lineal, ramificado, paralelo, jerárquico e hipertextual. Como indican sus nombres, se trata de formatos que sirven para organizar el contenido. El hipertexto se diferencia del resto por ser un ordenamiento que se combina para formar construcciones mayores que le confieran un sentido y un estilo propio del usuario.

La tercera dimensión se refiere a la **cognición**, desde la cual es posible visualizar los procesos mentales que se ponen en juego en la lectura de un escrito, en este caso, de una página Web. Para este análisis nos basamos en los indicadores de calidad del discurso propuestos por Calvet (1997), específicamente para las actividades experimentales, y por Llorens (1997) para

los programas de actividades de aprendizaje. Observamos si están presentes actividades o propuestas que incentiven procesos propios del pensamiento científico, como son las inferencias, comparaciones, comprobaciones, etc.

La cuarta y última dimensión considerada es la **contextual** del discurso, para identificar las intenciones, opiniones, que lleva el texto escrito como “hablante”. Para van Dijk, esta dimensión sólo corresponde a los discursos del texto en su contexto. En esta investigación no se puede identificar directamente esta dimensión; sin embargo, se hará a través de los presupuestos implícitos y de las ideologías que transmiten, como lo señalan González Gaudio y de Alba Ceballos (1994): *“los discursos que subyacen en los proyectos... develan sus intenciones latentes”*. En el caso de los RSU, nos referimos a cuestiones que tienen que ver con creencias e ideologías personales para la gestión de este tema. Estas valoraciones implícitas se pueden presentar de manera única, radical o de forma que se incluyan y acepten diferentes alternativas, como son las posiciones proteccionistas más flexibles en acuerdo la sustentabilidad ambiental, que soporten los diferentes modelos económicos y de desarrollo (Durán de la Fuente, 1997).

Para evaluar la fiabilidad del instrumento, tres expertos lo utilizaron para analizar una misma página Web, mostrando los resultados obtenidos una total coincidencia.

7.4 RESULTADOS

En este apartado se presentan y comentan los resultados obtenidos en el análisis de las veintiuna páginas Web, siguiendo las cuatro dimensiones que contempla el instrumento de medida diseñado.

7.4.1 Dimensión de procedencia

De las 21 páginas Web evaluadas, 17 presentan el nombre o entidad responsable de su creación y en 12 páginas se describe los objetivos de la organización lo que es verificable en 13 sitios, a través de algún dato como la dirección postal o teléfono. En diez páginas aparece el autor perteneciendo a la organización y en sólo cinco páginas se puede inferir si el autor está calificado

en el tema a través del currículo o publicaciones; en el resto no se sabe de su experiencia. En ningún caso se señala la aprobación oficial del material, pero se infiere que si está allí es porque cuenta de manera implícita, con la conformidad institucional. Estos datos de procedencia proporcionan una visión clara sobre la fiabilidad de las páginas analizadas, siendo coincidente una mejor validez de la información en las páginas que provienen de universidades o son gubernamentales.

En cuanto a la actualización de las páginas, en general es difícilmente corroborable, ya que a la fecha de instalación aparece solamente en seis de las páginas y en cuatro de ellas se indica si el contenido se actualiza con regularidad. Sólo en una página los contenidos son revisados por el responsable. Por último, menos de la mitad de las páginas evaluadas (10), señalan las fuentes de información para poder verificar los contenidos.

7.4.2 Dimensión lingüística

Con respecto a los encabezamientos de las páginas, en todos los casos éstos ilustran de forma clara el contenido, pero sólo cinco de las páginas presentan un mapa de navegación y ninguna tiene diagramas conceptuales. Ambos aspectos resultan elementos trascendentales del discurso, ya que en cierto sentido “resumen” las ideas centrales y definen su coherencia global, facilitando la comprensión requerida para lograr el aprendizaje.

En relación a los *contenidos*, todas las páginas presentan contenidos conceptuales prácticamente sin errores gramaticales y nueve de ellas lo hacen de forma interdisciplinaria, pero hay una tendencia reduccionista, tal cual lo plantean Bonil et al. (2004), que se manifiesta a través de la tensión y desbalances entre las relaciones de las distintas disciplinas y sus contenidos que plantean estas páginas Web analizadas.

Son muy escasos los contenidos procedimentales ya que sólo aparecen en tres páginas, pero 12 incluyen elementos referidos a las actitudes que tienen que ver con cuestiones puramente proteccionistas sobre el medio ambiente más que con actitudes propias del pensamiento científico. Esto nos muestra que la interacción que se produce al utilizar la mayoría de las páginas promueve únicamente el conocimiento o la comprensión limitada de hechos y conceptos,

minimizando que el estudiante pueda adquirir destrezas procedimentales propias de la metodología de investigación o actitudes científicas. Es decir, que la mayoría de las páginas están destinadas más a una descripción, que a profundizar en otros aspectos característicos de la ciencia.

Todas las páginas evaluadas presentan el *estilo* que es característico de los textos de divulgación de la ciencia. Si bien unas pocas presentan argumentaciones (5) y/o metáforas (1), éstas son en general triviales. Ninguna página presenta un estilo metafórico o argumentativo bien definido. A pesar de las diferencias señaladas con relación a los aspectos ya mencionados, en todas las páginas se observa el empleo de la terminología científica y no se han identificado errores. De este análisis se evidencia que ninguna de las páginas evaluadas responde al género científico típico, caracterizado no sólo por el empleo de terminología científica sino por un tratamiento hipotético deductivo de los temas, sobre la base sólida de la argumentación y el empleo de elementos que permitan hacer inferencias para ayudar con la explicación de un hecho.

En cuanto a la *estructura de las páginas* se observa que la mayoría (16) poseen una distribución lineal de contenidos y cinco páginas muestran una estructura ramificada. En el caso de las dos páginas con animación, combinan una presentación lineal del texto con una estructura ramificada concéntrica para el espacio destinado a la animación gráfica. En las otras tres páginas su ramificación es paralela. Siete páginas poseen hipertextos, de las cuales en cuatro es escaso este tipo de escrito y en dos es medio; mostrando en ambas situaciones una estructura mixta. Sólo en un caso hay una elevada relevancia del hipertexto en toda la presentación.

Con relación a *la imagen*, en 13 páginas sólo hay texto y en las nueve restantes existen imágenes con texto. En general prima el texto sobre las imágenes que son escasas y representan de forma real y fija, algún aspecto que se destaca en el contenido. Se puede distinguir una tipología de página diferente a las que presentan imágenes animadas creadas por el ordenador que en el caso de nuestro análisis también van acompañadas de sonido que se adecua al ritmo de las imágenes, pero no necesariamente esta relacionado con el texto. En estas páginas se considera que hay un verdadero concepto de

hipermedia ya que exhiben una conjunción de texto, gráficos, animación y audio.

7.4.3 Dimensión cognitiva

De la totalidad de las 21 páginas analizadas, 19 permiten únicamente retener o recuperar contenidos e información. Solamente las dos páginas que están centradas en animación creada por el ordenador, ponen énfasis en relacionar y comparar las distintas situaciones presentadas. Cuatro páginas plantean con claridad problemas ambientales y sus posibles soluciones y sólo dos proponen situaciones experimentales. El bajo número encontrado en ambas cuestiones es llamativo debido que la mayoría de las páginas muestran contenidos relacionados con adelantos tecnológicos propios de la experimentación pero no propician los procesos de plantear/resolver problemas, experimentar y decidir asuntos. En general se presentan situaciones conceptuales que tienen que ver con la transferencia y aplicación del contenido pero se lo formula de una manera cerrada, como una estructura que no facilita realizar estos procesos cognitivos en el estudiante. Sintetizando, un número significativo de páginas promueve procesos mentales vinculados con la información, pero no se fomenta la comprensión y significación del discurso.

7.4.4 Dimensión contextual

Todas las páginas evaluadas evidencian sostener alguna *ideología* o creencia personal con relación a una determinada posición respecto del medio ambiente. Para este análisis hemos considerado las ideas proteccionistas y de sustentabilidad ambiental vinculadas a diferentes modelos económicos y de desarrollo, tal como lo señala eco2site.com:

“Las creencias, las religiones, los sistemas económicos, las formas de organización social, el nivel de educación de la gente son variables que modelan las relaciones naturaleza-sociedad y que deben tenerse en cuenta al abordar un problema o cuestión ambiental”.

La diferencia de posiciones que encontramos se presenta en una postura muy radical respecto a la problemática del medio ambiente como *“entender que el problema de los residuos sólidos urbanos no es sólo la inhumana tarea de los cartoneros sino las peleas entre las empresas recolectoras y el municipio....”* o

posiciones menos radicales expuestas de forma implícita en el texto tales como: *“acciones dentro del marco propuesto por la Ley 10/1998, de Residuos, y demás normativa nacional y comunitaria sobre residuos, con el fin de proteger el medio ambiente y la salud de las personas”*.

Todas páginas presentan a la ciencia en relación con las aplicaciones tecnológicas, observando fuertemente el impacto de las tecnologías ya sea tanto para la reducción de los residuos, como para su producción. Sin embargo, sólo en la mitad del material analizado se situó a la ciencia en el contexto social. Por otra parte, cuatro páginas explicitan algunas consideraciones de la ciencia como producto del esfuerzo humano, pero en la mayoría no se hace mención a esta cuestión o se presenta el contenido apoyado en aspectos referidos a las ideologías.

Estos resultados permiten inferir que, en general, existe un desequilibrio entre teoría y práctica en cuanto al carácter científico que se pretende conferir a las páginas Web, ya que si bien en la mayoría de los casos los autores describen a priori un modelo cercano a las ideas sociales de la ciencia, se evidencia sin embargo una incoherencia interna entre lo que “se dice que se piensa” y lo que realmente se transmite a través del discurso que ofrecen las páginas. Como ejemplo de esto encontramos páginas que enmarcan el tema de los RSU dentro de un sitio de Educación Ambiental que tiene fuertes connotaciones sociales, pero a la hora de presentar el tema hacen una mera descripción de datos.

Este trabajo tiene algunas limitaciones, en el sentido que no se intentó obtener una muestra significativa de páginas sobre la temática de interés, sino que se analizó un número pequeño de páginas seleccionadas en base a la temática que se deseaba estudiar. Tampoco se han cruzado las variables propuestas en la planilla, ya que la escasa presencia de algunos elementos importantes hizo que no resulte tan útil llevar a cabo cruzamientos de la información.

7.5 CONCLUSIONES

Este capítulo provee una metodología de análisis de páginas Web que se aplica a un conjunto de páginas referidas a la temática de los “Residuos

Sólidos Urbanos”. El análisis de las páginas Web se hace a través de cuatro dimensiones (procedencia, lingüística, cognitiva y contextual) y varios indicadores dentro de cada dimensión, para establecer conexiones entre ciertas características estructurales del discurso y del contexto social y cultural, así como las relaciones existentes entre ambos y los procesos cognitivos que se promueven.

La óptica específica con la que se han analizado estas páginas está orientada a su uso como material didáctico, de manera que aunque ésa no haya sido la intención de quien desarrolló el material, lo que se estudia aquí es su aplicabilidad a un contexto educativo específico.

La dimensión de procedencia de las páginas analizadas tiende a reforzar una cierta desconfianza en la confiabilidad del material presentado, debido a la falta de respaldo de autoría y de fuentes científicas, a pesar que no se encontraron errores significativos en ninguna de las páginas analizadas. La dimensión lingüística revela un estilo que es propio de los textos de divulgación, en los cuales no hay argumentaciones sino que abundan las descripciones y enunciados no justificados o especulaciones. Los contenidos son de tipo conceptual y se encontraron contenidos procedimentales o actitudinales, pero es muy difícil que el estudiante pueda adquirir esas destrezas “leyendo” la página, requiriéndose de materiales que permitan las interacciones.

En una situación didáctica interesa el nivel de participación activa del estudiante en interacción con la información, pero del análisis realizado en este trabajo surge que la mayoría de las páginas consideradas no crean condiciones favorables para el alcance de un aprendizaje constructivista, ya que tienden a anular dicha interactividad, convirtiendo al alumno en un simple conocedor de un conjunto de datos. No creemos que provoquen una dinámica que active simultáneamente el “pensar”, el “hacer” y el “conversar” en los estudiantes sobre los hechos y fenómenos del mundo natural (Pujol, 2003), condición importante para potenciar un aprendizaje significativo.

Finalmente, las páginas analizadas si bien ayudan a percibir la ciencia en un contexto social, no se preocupan por presentar su dimensión histórica.

La utilización de páginas Web como herramientas didácticas debería favorecer la activación de múltiples procesos mentales que conduzcan a los estudiantes a establecer diversas relaciones significativas entre la información recibida y el entorno. Los resultados de este trabajo ratifican la necesidad de contar con el docente como mediador en el uso de las páginas Web, especialmente a través de una revisión previa de las mismas, en lugar de reforzar las posibilidades de implementación de estas tecnologías de manera automatizada en el proceso de aprendizaje.

La importancia de la presente investigación reside en que la definición de criterios de evaluación de páginas Web de contenido científico, que concuerdan con la actual enseñanza de las ciencias, y su subsiguiente análisis, proporcionan herramientas teóricas y metodológicas necesarias para poder seleccionar este material de uso didáctico en desarrollos de formación permanente de docentes por medio de las TIC.

ANEXO 7.1

PÁGINAS WEB EVALUADAS

PÁGINA EN ESPAÑOL	NOMBRE DE LA PÁGINA
http://www.internatura.uji.es/educa.html	Educación Ambiental.
http://www.biomercado.org/eco/Residuos_Reciclado/residuos.htm	EcoArgentina.
http://www.vidasilvestre.org.ar/serveduca/index.asp	Fundación Vida Silvestre.
http://www.ecoembes.com/	ECOEMBES.
http://www.cepis.ops-oms.org/index.html	CEPIS.
http://www.ecovidrio.es/app/GeneraPaginas.asp?seccion=QueEsEcovidrio.asp	Ecovidrio.
http://www.mma.es/educ/ceneam/	CENAM.
http://www.eco2site.com/	Ecosite.
http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=797	Ingeniero Ambiental.
http://tematico.princast.es/mediambi/siapa/web/residuos/gestion/index.php	SIAPA.
http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html#RESIDUOS%20SOLIDOS%20	Ingeniería Ambiental.
http://www.ecoportel.net/content/view/full/29904	ECOPortal
http://www.buenosaires.gov.ar/	Cuidad de Buenos Aires.
http://www.uned.es/biblioteca/rsu/panel_1.htm	UNED. España
http://www.conama.cl/portal/1255/propertyvalue-10576.html	CONAMA.
http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2002/083_03.2002/083_Investigacion_Cepis.php3	Ambiente Ecológico.
http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/Residuos/Index.asp	Estrucplan.
http://lauca.usach.cl/ima/%20	Sustentabilidad y Medio Ambiente.
http://www.funam.org.ar/	FUNAM.
http://www.uca.es/cit/reciclado2/porque.php	Reciclado Electrónico.
http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/	Ministerio Agricultura.

ANEXO 7.2

PLANILLA DE CATALOGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE PÁGINAS WEB DE CONTENIDO CIENTÍFICO

DIRECCIÓN:						
TITULO DEL ESPACIO WEB:						
AUTORES/ PRODUCTORES:						
CIUDAD / PAÍS:						
1. DIMENSIÓN DE PROCEDENCIA						
1A. Autoría y actualización			SI	NO		
¿Se señala el nombre de la entidad o el responsable de la página?						
¿El autor o responsable aparece como perteneciendo a alguna organización o empresa?						
¿La página contiene un link hacia una página que describe los objetivos de la organización?						
¿Aparece algún medio para verificar la legitimidad de ésta mención: número de teléfono o dirección postal para contactar la organización?						
¿Se señala si la información cuenta con algún tipo de evaluación?						
¿Se señalan antecedentes del autor que permitan su calificación para abordar el tema?						
¿El contenido es revisado u aprobado por el responsable de la página?						
¿Se señalan las fuentes de la información de tal modo que se pueda verificar con otras fuentes?						
¿Aparece la fecha de instalación o de actualización en Web?						
¿Se indica si el contenido se actualiza con regularidad?						
2. DIMENSIÓN LINGÜÍSTICA						
2A. Contenido			SI	NO		
¿Presenta mapa de navegación (índice, principales secciones)?						
¿Presenta el contenido de forma clara?						
¿Está el texto exento de errores?						
¿Se presenta el contenido de forma interdisciplinaria?						
¿Presenta contenidos conceptuales?						
¿Presenta contenidos procedimentales?						
¿Presenta contenidos actitudinales?						
2B. Estilos			SI	NO		
Divulgativo						
Científico						
Metafórico						
Argumentativo						
Narrativo						
2C. Estructura			NADA	POCO	MEDIO	MUCHO
Lineal						
Ramificado	Ramificado- lineal					
	Paralelo					
	Concéntrico					
	Jerárquico					
Hipertextual						
Mixto						

2.D. Imagen	NADA	POCO	MEDIO	MUCHO
Esquemática: gráfico, mapa, tabla				
Sólo texto				
Texto e imagen				
Imagen real- fija				
Imagen animada- real				
Imagen animada- creada por el ordenador				
¿La imagen está en relación con el texto?				
2E. Audio	NADA	POCO	MEDIO	MUCHO
¿Hay sonido?				
¿El sonido está relacionado con el texto?				
Adecuación de banda sonora al ritmo de las imágenes				
Reproducciones naturales, sonido ambiente				
Ecos, voces manipuladas artificialmente				
Banda musical				
3. DIMENSIÓN COGNITIVA				
3A. Operaciones Cognitivas	SI		NO	
Observar				
Interpretar				
Inferir				
Transferir/ Aplicar				
Relacionar				
Sintetizar				
Informar				
Plantear/ Resolver problemas				
Experimentar				
Decidir				
4. DIMENSIÓN CONTEXTUAL				
4A. Ideología/ Creencia	SI		NO	
Creencia o ideología personal con relación a un determinado tema o teoría*				
Se presenta como única o radical				
Se presenta no radical, de forma implícita				
* Posturas que se reflejan: proteccionistas, sustentabilidad ambiental				
4B. Tipo de ciencia				
¿Se considera una ciencia objetiva, no mediatizada por las ideas u otras características de las personas?				
¿Se presenta a la ciencia como actividad social, producto del esfuerzo humano?				
¿Se presenta a la ciencia en relación con las aplicaciones tecnológicas?				
¿Se sitúa a la ciencia en un contexto social?				
¿Muestra un enfoque de ciencia como un elemento que mejora la calidad de vida de los seres humanos?				

Capítulo 8

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN E-MÓDULO EN LÍNEA SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Una de las áreas de la educación científica para la cual se detecta una escasa producción de materiales para la enseñanza en línea es aquella que implica un enfoque multidisciplinario que proviene de la Educación Ambiental. Por otra parte, los desarrollos disponibles parecen haber sido generados desde la perspectiva de los sujetos de aprendizaje y no destinados a la formación de los docentes. Esta situación se mostró en el capítulo 3 de la tesis, mediante una revisión de la literatura sobre los desarrollos disponibles con TIC.

Como una forma de superar este problema, nuestra propuesta contribuye en el capítulo 4 al desarrollo de un modelo constructivista de enseñanza en línea, denominado MoCEL. En el presente capítulo se describe cómo se ha operativizado el modelo propuesto a través de un desarrollo tecnológico específico. El módulo desarrollado se denomina: “cómo enseñar para comprender los problemas generados por los Residuos Sólidos Urbanos y las distintas alternativas de solución”

Este trabajo tiene un doble objetivo: por una parte, ilustrar la metodología usada para el desarrollo del e-módulo, resaltando cómo el MoCEL facilita la

definición de los aspectos que deben considerarse para cada una de las dimensiones propuestas. Por otra parte, presenta los detalles del e-módulo que será usado como elemento de trabajo con los docentes de Ciencias. Se espera que esta presentación sirva además para facilitar futuros desarrollos en otras temáticas diferentes de la abordada en esta tesis.

Comenzamos el estudio con la descripción de las etapas de diseño y ejecución del e-módulo (sección 8.1), considerando las dimensiones multimedia, pedagógico-didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional. A continuación (secciones 8.2 y 8.3) se presentan dos instrumentos que utilizan estrategias especiales: un video y una simulación computacional, finalizando con una descripción exhaustiva del desarrollo computacional denominado “Simulación de la Gestión de los Residuos Sólidos” (SiGReS). Sin embargo somos concientes que una descripción mediante palabras de la forma como opera un desarrollo que emplea TIC es necesariamente un recorte significativo de la complejidad que implica este desarrollo, por lo que se adjuntan en la contratapa versiones electrónicas de estos módulos para uso de los lectores de la tesis⁹.

8.1 ETAPA DE DISEÑO Y DESARROLLO

Como punto de partida para orientar el diseño, planificar y definir las características básicas del e-módulo de Residuos Sólidos Urbanos se consideraron dos perspectivas concurrentes.

En primer lugar, se tienen en cuenta los fundamentos constructivistas tomados como base teórica para formular el modelo. Particularmente se destacan los aspectos que tienen que ver con el aprendizaje significativo, la enseñanza para la comprensión, las interacciones sociales y los principios actuales de la Enseñanza de las Ciencias. De acuerdo con ello se propone:

⁹ Para la lectura del programa SiGRES hay que desinstalar los macro que provee Excel en la computadora que se este utilizando. En SiGRES es conveniente abrir dos ventanas para facilitar la lectura de las instrucciones y problemas y la simulación propiamente dicha.

- Conocer las ideas previas que poseen los estudiantes sobre el tema a desarrollar, para poder anclar los nuevos conocimientos de forma adecuada.
- Plantear un formato tecnológico que facilite ensamblar diferentes estructuras multimediales para la construcción del conocimiento con TIC.
- Desarrollar una concepción de ciencia centrada en la construcción social del conocimiento.
- Ofrecer materiales, actividades y estrategias de aprendizaje que propicien los procesos cognitivos centrados en la comprensión, a través de facilitar la aplicación de conocimientos.
- Desarrollar tópicos generativos, metas y desempeños de comprensión, y formas de evaluación para la enseñanza en línea, que permitan abarcar una mayor cantidad de estilos de comprensión.
- Formular contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que posibiliten el desenvolvimiento de los procesos cognitivos involucrados.
- Reconocer al contexto como un entorno que determina condiciones para diseñar el ambiente de aprendizaje.
- Viabilizar diferentes espacios de comunicación, que permitan establecer relaciones entre los distintos actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, conformando una comunidad de aprendizaje.

En segundo lugar, para el diseño del e-módulo sobre RSU se presta atención a los resultados obtenidos a través de las investigaciones diagnósticas desarrolladas en los capítulos precedentes. Específicamente una parte de la investigación desarrollada en el capítulo 6, mostró resultados referidos al concepto de comprensión que poseen los participantes. La mayoría de ellos conocían el significado de este constructo en los términos de transferencia y aplicación que postula el MoCEL. Esta condición favorable brinda la posibilidad de desarrollar en el e-módulo diversas actividades y estrategias de aprendizaje centradas en la EpC, lo que es fundamental ya que la comprensión es uno de los pilares básicos en el cual se apoya el MoCEL.

Otro aspecto que ponen en evidencia los resultados hallados, es que, si bien los participantes mostraron un alto interés por trabajar con TIC y usar estas nuevas herramientas para la enseñanza, tuvieron limitaciones importantes al respecto. Una de ellas es que poseen escasas habilidades y destrezas para el uso de la computadora. Por ello, nuestra propuesta ha tomado en cuenta la

exigua familiarización que tienen los participantes en el uso de plataformas como Moodle, y también las dudas sobre los mecanismos de comunicación que se establecen en un foro. Como una estrategia que ayuda a solucionar estas situaciones, se propone establecer un sistema conocido como aprendizaje distribuido (“blending”) (Dede, 2000), que consiste en plantear algunas actividades presenciales y la mayoría del proceso de enseñanza y aprendizaje se establece de forma no presencial. Al comienzo del Curso se lleva a cabo una de las jornadas presenciales para familiarizar a los participantes con las herramientas computacionales y el material desarrollado en el CD. También este encuentro brinda la oportunidad a los participantes de ejercitarse en un foro usando la plataforma seleccionada.

Otra manera como se ayuda a los participantes ante las posibles dificultades que puedan surgirles durante el Curso, es ofrecerles tutorías a distancia llevadas a cabo a través del correo electrónico o mediante consulta telefónica.

Por otra parte, los participantes tienen restricciones de recursos computacionales, sobre todo escasa disponibilidad de ordenadores y software, y deficiente calidad (memoria y velocidad) de las computadoras que usan. Esta restricción computacional de los participantes incidió en la elección del programa con el que se llevó a cabo el desarrollo principal del módulo en CD-ROM. Para ello, se seleccionó un software denominado Macromedia Flash (Macromedia, 2004), que permite un diseño amigable para el usuario, lo que facilita su uso, y se ejecuta usando un navegador común de Internet (como Microsoft Explorer). Esta última condición es importante, ya que los usuarios por lo general están familiarizados con navegadores y no necesitan instalar y aprender un nuevo programa. El programa Flash elegido tiene las ventajas señaladas, pero obliga a disponer de una cierta capacidad avanzada de programación para llevar a cabo el desarrollo. Debido a esta complejidad, es necesaria la presencia de un técnico experto consustanciado con diseños educativos para programar la propuesta y llevar a cabo el mantenimiento requerido durante todo el proceso. El hecho de que la persona que realiza la propuesta conceptual del módulo no sea la misma que la que programa, hace más lento el proceso de elaboración del material que si todo fuera hecho por la misma persona. Otro tanto sucedió para la elaboración del programa de simulación SiGReS (que se describe en la sección 8.3 de este capítulo), en el que se usó Microsoft Excel con una interfase de Visual Basic acoplada a la

planilla de cálculo, para permitir una visualización de la simulación de manera más amigable para el usuario. Nuevamente, el diseño de la simulación requiere no solamente contar con información y conocimiento detallado de los contenidos del tema tratado, sino también ciertas habilidades de programación.

La dificultad de los participantes para conectarse a Internet es una de las situaciones que condicionó el diseño del Curso, de modo que la mayor parte del material se preparó usando un CD-ROM como soporte, en lugar de colocar todo el Curso en la plataforma Moodle, lo que demandaría un mayor tiempo de conexión. Otra ventaja de proveer la información en un CD es que permite al usuario hacer una lectura del material en todo momento sin depender del andamiaje tecnológico. En el CD se desarrollan los tópicos del Curso, el conjunto de actividades secuenciadas con las recomendaciones para su ejecución y los materiales de lectura. Se utilizan estrategias instruccionales centradas en favorecer las habilidades y procedimientos básicos de la Enseñanza de las Ciencias.

El CD-ROM incluye un video que debió ser digitalizado previamente para integrar toda la propuesta en un solo recurso, en lugar de presentarlo analógicamente. Esta situación hubiera requerido contar con un reproductor de video y la duración de unos pocos minutos de imágenes no justifica la complicada operatoria de montar y usar otro aparato electrónico. Se hace la salvedad que se debe considerar la velocidad de grabación del video en el CD, de manera tal que pueda ser visto mediante computadoras que no necesariamente tengan una gran memoria de ejecución y la configuración hecha con los programas más recientes.

Se ha combinado el CD-ROM con el uso de una plataforma de código abierto llamada Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, 2004) y un sistema independiente de correo electrónico que es usado para establecer la comunicación directa entre los tutores y los participantes del Curso. Los participantes envían por este medio las respuestas a las actividades solicitadas, como también consultan sus dudas y dificultades. La plataforma Moodle se usa para inscribir y administrar a los alumnos, eligiendo el formato preparado por temas, en la cual semanalmente se incluyen directivas, novedades, tareas y foros. Es fundamentalmente un espacio de comunicación, en donde se puede compartir experiencias e impresiones, que permite

fácilmente llevar a cabo las interacciones entre los alumnos y los tutores mediante los foros de discusión. Todo esto potencia la interactividad, estableciendo la posibilidad de crear una comunidad de aprendizaje.

Este diseño de tipo mixto del Curso minimiza no sólo el tiempo de conexión a Internet que tienen los usuarios, sino que atenúa las propias dificultades del oferente del Curso derivadas de limitaciones tecnológicas del servidor donde está alojada la plataforma. Por la misma limitación expuesta, los foros se definen de tipo asíncrono sin un horario fijo, lo que evita una posible congestión en el tráfico de la información. A pesar de esto, es necesario que los foros se lleven a cabo en un tiempo determinado para poder cumplir con el calendario establecido y lograr los objetivos del Curso.

Otro factor que impacta directamente contra el avance en el uso de las tecnologías es el escaso tiempo disponible de los docentes para realizar cursos o participar en programas de formación. La investigación diagnóstica realizada señala que los participantes tienen esta dificultad, ya que la mayoría de ellos sobrepasa con creces el dictado de 30 horas de clases semanales. Nuestra propuesta contempla esta situación, estableciendo una duración total del Curso en no más de 40 horas a lo largo de dos meses de trabajo. Los temas son distribuidos por semanas y en esta organización se incluyen los fines de semana como parte del tiempo que los docentes pueden usar para el estudio. Una forma de ayudar a los docentes con este problema es darles flexibilidad en los plazos de entrega de las actividades.

La estrategia de diseño propuesta permite sortear las deficiencias mencionadas, pero en el caso de que se contara con mejores recursos tecnológicos se podría replantear el uso del CD-ROM ubicando en una plataforma de Internet el desarrollo elaborado. A continuación enfocaremos el análisis de la etapa de diseño en cada una de las dimensiones que propone el MoCEL.

8.1.1 Dimensión de multimedia

La dimensión multimedia se corresponde con los aspectos computacionales de la propuesta. En la figura 8.1 presentamos la pantalla principal del e-módulo de RSU con los vínculos del menú sobre la izquierda.

En esta pantalla se da la bienvenida al Curso, se colocan iconos, barras y vínculos en el menú desplegable. El MoCEL agrupa estos componentes en una categoría de análisis denominada **elementos de pantalla**, cuyos indicadores son presencia/ausencia de los mismos y su adecuada distribución espacial. Los botones son importantes dentro de esta categoría, porque definen algunas de las características impuestas por el modelo.

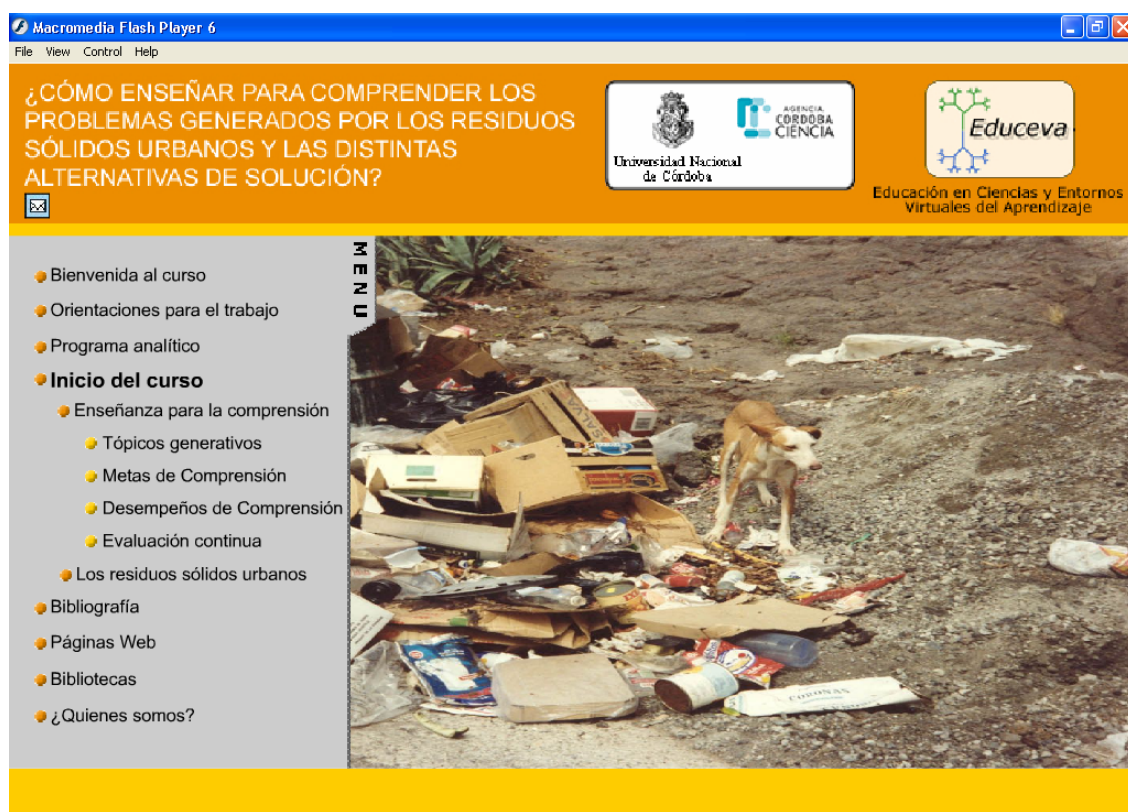


Figura 8.1: Pantalla principal del e-módulo de Residuos Sólidos Urbanos.

El siguiente vínculo contiene orientaciones para el trabajo; en esa pantalla se dan las indicaciones acerca de cómo están organizadas las dos herramientas de aprendizaje (el CD y la plataforma). También se incluye la forma de navegación, que puede ser hecha en dos sentidos: por una parte, a través de los contenidos del módulo, cliqueando en cada uno de los rectángulos que componen el mapa de conceptos que aparece en la síntesis temática de la figura 8.2. Por otra parte, se puede navegar de modo secuencial, cliqueando en el icono que aparece en la parte inferior derecha de las sucesivas pantallas (ver, por ejemplo, las figuras 8.4 y 8.5).

Esta estructura de navegación permite flexibilidad en el diseño propuesto por el MoCEL. También se informa aquí acerca de los recursos tecnológicos necesarios para utilizar el material, en esta propuesta Windows 98, Internet Explorer 5, Microsoft PowerPoint, Microsoft Excel y conexión a Internet. Por último se aclara la función de los tutores que guían el proceso de enseñanza y aprendizaje: ayudar a sistematizar la información, participar en los foros de discusión y realizar un monitoreo de las respuestas de manera individual. Esto es importante porque, si bien el MoCEL se apoya en la comunicación grupal, considera que el seguimiento del aprendizaje es individual.

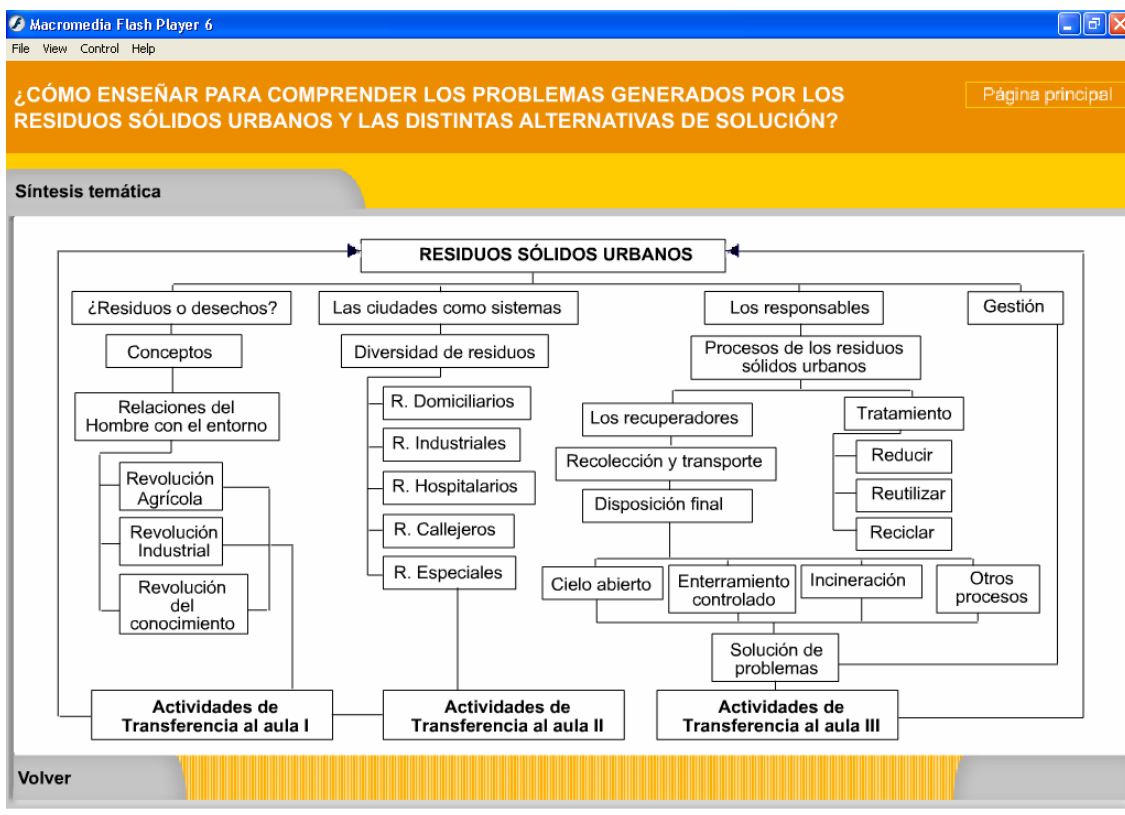


Figura 8.2: Pantalla de síntesis temática.

Una de las condiciones impuesta por el MoCEL es la **forma de presentación** de los supuestos de aprendizaje de la propuesta. Es por ello que el tercer vínculo de la pantalla principal, corresponde al marco teórico del e-módulo, en el que se exponen de manera explícita las ideas fundamentales de la EpC, explicando el significado de cada uno de sus elementos para que los usuarios puedan entender esta nomenclatura. De esta manera se fijan los tópicos

generativos, las metas de comprensión, los desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua.

Otro vínculo da acceso al programa del e-módulo de manera tradicional, ya que es un requisito administrativo para la aprobación de estos cursos por parte de los organismos estatales en Argentina que regulan la formación de los docentes. Y, el último vínculo presenta varias páginas con la bibliografía utilizada, información sobre sitios en Internet donde se encuentra parte del material que se incluye en el CD, direcciones de bibliotecas para consulta y la caracterización del equipo docente.

Siguiendo con este análisis, corresponde profundizar sobre la segunda categoría formulada para la dimensión multimedia, que es la **estructura de navegación** utilizada en el diseño del e-módulo. El indicador propuesto por el modelo para esta variable es la forma de navegación por el CD-ROM, que se relaciona con la estructura interna de la programación usada. Esta forma puede ser lineal, paralela, ramificada o una combinación entre ellas.

En el MoCEL se propone una estructura de navegación en correspondencia con el **mapa de navegación** que refleja la estructura conceptual y la secuencia lógica de aprendizaje enunciada por los números colocados en cada concepto. Para ello, se ha elaborado un mapa o red de conceptos (figura 8.3) para ubicar las relaciones y jerarquías de los contenidos de enseñanza. Este mapa ha sido incorporado como síntesis temática al e-módulo como un menú desplegable (figura 8.2) al que se tiene acceso directo desde cualquier pantalla. Le sirve al usuario para ubicarse en un lugar determinado y para seleccionar el próximo paso que quiera seguir en el trabajo.

En el caso particular del e-módulo de RSU que se está presentando, se podría brindar a los usuarios la posibilidad de estructurar la navegación de forma más libre de acuerdo a sus requisitos y necesidades. Sin embargo, esto tiene alguna limitación debido a que se ha establecido una secuencia de actividades e interacciones grupales que se completan en una secuencia cronológica, que está definida por los plazos de entrega del material y por las discusiones de los foros.

Si se usara este desarrollo para un Curso estructurado de totalmente autónoma, el usuario podría evitar esta restricción y navegar con mayor libertad. Sin embargo, esto no quiere decir que en estos cursos la estructura de navegación sea necesariamente flexible, sino que depende de cómo se presenten y combinen las formas lineales, paralelas o ramificadas de su estructura.

En el módulo de RSU se ha combinado una navegación que permite cierta flexibilidad tratando de evitar la “linealidad” del diseño, como lo propone el modelo. En algunos casos se puede seleccionar el camino propuesto, como en la unidad tercera que presenta más de un camino para abordar distintos contenidos (desde los procesos de tratamiento de RSU a la solución de este problema). A pesar de esto, se aconseja a los usuarios del Curso seguir la secuencia establecida a través de las actividades que tienen que llevar a cabo, para cumplir con los tiempos propuestos para el trabajo.

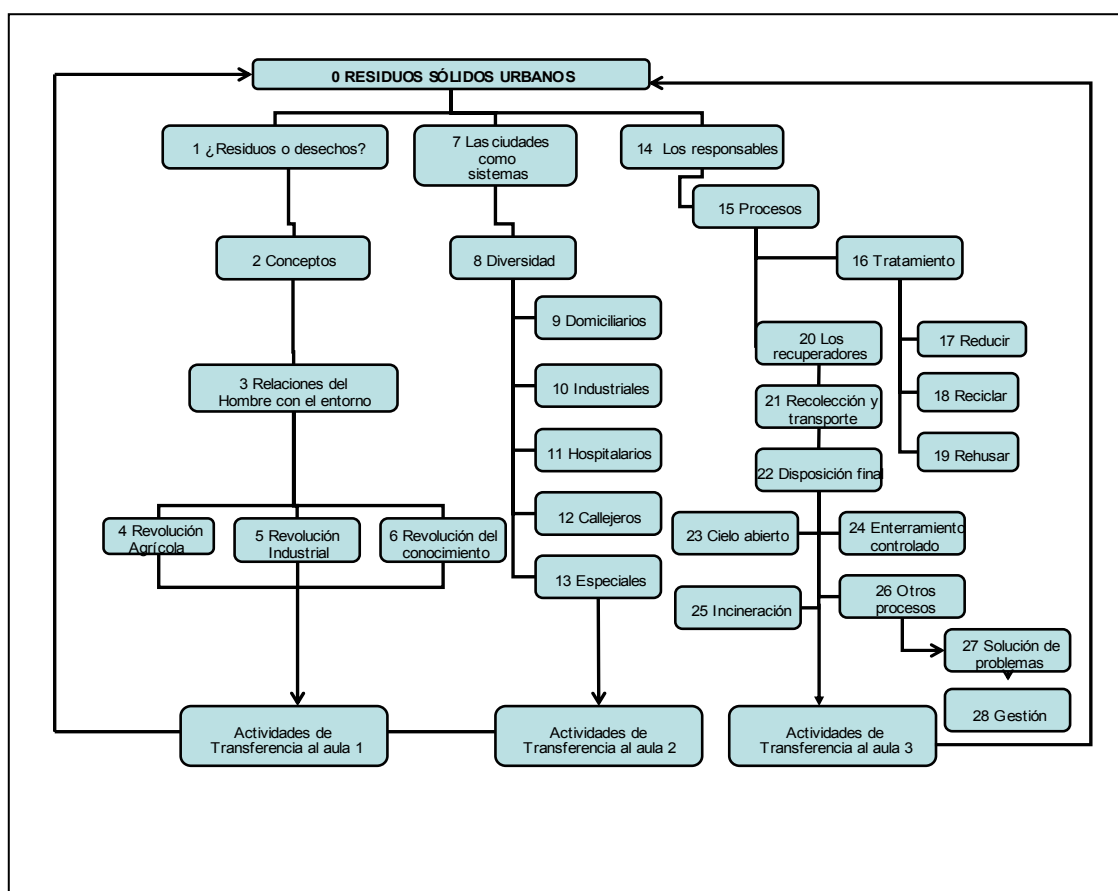


Figura 8.3: Mapa de navegación del módulo.

Otra forma de facilitar la flexibilidad es proveer al usuario de más de una opción para la navegación. Por ejemplo, en el módulo de los RSU se estructura un esquema de conceptos que son cliqueables y de esta manera se puede ir a cada concepto independiente del resto. Como otra manera de lograr la flexibilidad, se creó una ventana adicional dentro de la pantalla correspondiente (en la parte inferior izquierda), de manera que se accede al “nodo” de navegación desde esta pantalla, en lugar de por la barra de navegación o por el esquema conceptual. Se muestra el ejemplo en la pantalla en la figura 8.4.

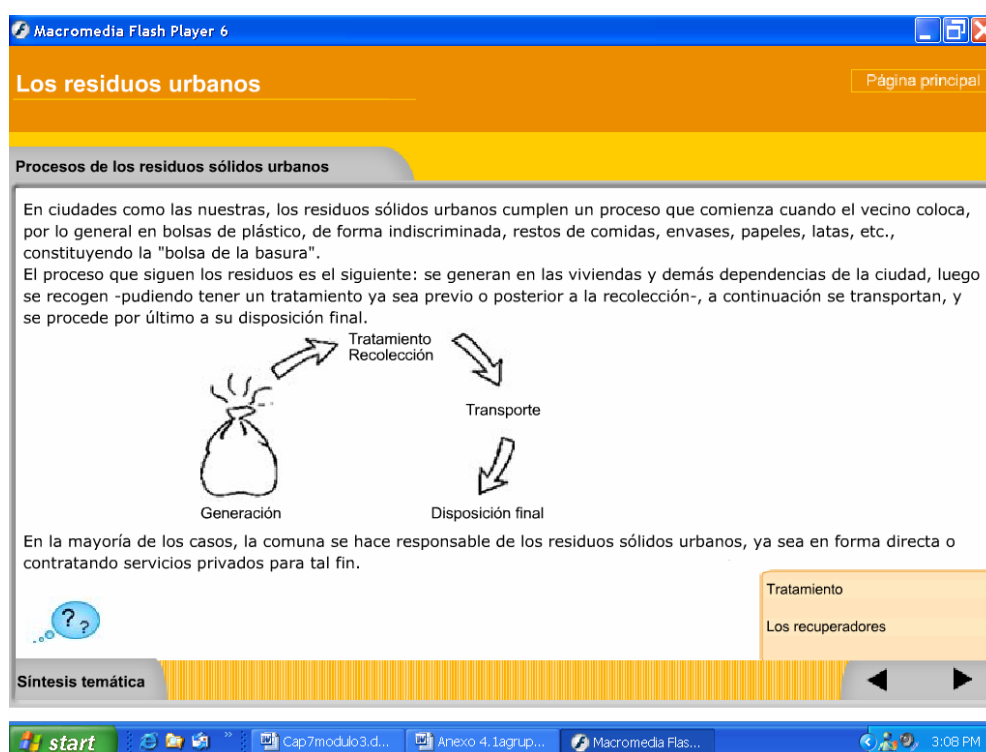


Figura 8.4: Ejemplo de ventana que permite establecer dos nuevos vínculos en la parte inferior derecha (“Tratamiento” y “Los recuperadores”).

La última categoría de la dimensión multimedial se refiere a las distintas maneras como se puede **representar la información**. En los desarrollos con TIC la información se puede ofrecer por medio de texto, audio y de forma gráfica. Esta puede presentarse de forma lineal e hipertextual. En el primer caso se trata de una lectura y escritura secuencial, mientras que en el hipertexto la información puede organizarse de diferentes maneras. Para la construcción de los hipertextos se utilizan artículos, libros o investigaciones que se relacionan con el texto central a través de hipervínculos (“links”) o por medio

de ventanas (“pop-up”) dispuestas como lecturas, preguntas y comentarios dentro de las pantallas, para de esta manera constituir un texto inserto en otro texto. En el módulo de RSU se han establecido alrededor de 40 vínculos, que conducen aproximadamente a 50 páginas Web, que hemos seleccionado atendiendo a los criterios de calidad fundamentados y expuestos en el capítulo 7 de esta tesis.

La presencia de hipertextos tiene la ventaja adicional de restringir la distribución del espacio en cada pantalla, lo que facilita presentar una parte de la información en cada una de ellas. Para lograr un acceso fluido a los hipertextos se los coloca dentro del material central, con la finalidad de independizar a los participantes de la conexión en línea para la navegación de estas lecturas. Esta manera de presentar los hipervínculos es restrictiva en cuanto a la riqueza de la información brindada, pero para minimizar esta situación se ha citado la fuente y dejado el link activo de manera tal que el usuario, si lo desea, pueda ampliar estos datos en Internet.

Nuestro modelo hace hincapié en el aprendizaje usando hipertextos ya que compartimos la perspectiva teórica de que esta herramienta favorece la capacidad asociativa de la memoria, la relación de conceptos, y mejora el desarrollo de nuevas inferencias (León, 1998).

Otra forma de representación en la propuesta son los elementos gráficos para facilitar la comprensión de procesos. Se propone utilizar programas que permitan colocar imágenes y si fuera posibles animaciones ya que éstas facilitan en los participantes la comprensión de fenómenos complejos, mostrándolos mediante elementos concretos y simplificados, por ejemplo el gráfico de incineración que se observa en la pantalla de la Figura 8.5.

La incorporación de animaciones y de audio depende de la capacidad técnica operativa que posean las personas que programan y de su costo operativo. En el video denominado “costumbres” dentro del módulo de los RSU se han incluido ambos elementos multimediales. El MoCEL estimula su uso, considerándolas como herramientas visuales y auditivas que permiten mejorar la propuesta, aunque no resulten imprescindibles.

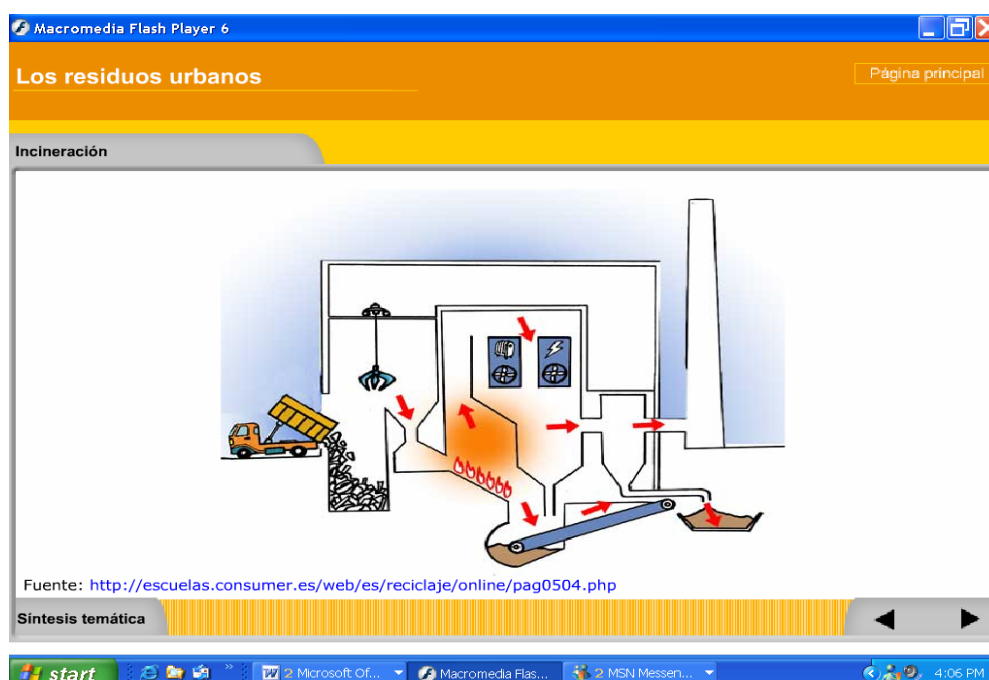


Figura 8.5: Ejemplo de ventana que incluye gráficos. Se ilustra el proceso de incineración.

8.1.2 Dimensión pedagógica-didáctica

La dimensión pedagógica-didáctica se estructura en base a los cuatro elementos que componen el marco conceptual de la EpC, que son tomados como categorías de análisis de esta dimensión: los tópicos generativos, las metas de comprensión, los desempeños de comprensión y la evaluación diagnóstica continua.

Los tópicos generativos

De acuerdo a la propuesta hecha por el MoCEL, los contenidos que se van a desarrollar en el e-módulo se constituyen en **tópicos generativos**, con una determinada *selección* y *organización*, que son las subcategorías de análisis propuestas. Para la *selección* de los contenidos se ha considerado, por una parte, las opiniones vertidas por un grupo de docentes con experiencia, para lo cual se utilizaron mapas conceptuales y una técnica grupal probada en el desarrollo de un e-módulo anterior, ya que disponemos de resultados que se pueden transferir a esta propuesta (Valeiras et al., 2005). Por otra parte, se ha recurrido a consultar y analizar distintos documentos sobre la temática

específica: los contenidos mínimos curriculares, libros de texto, opiniones de los expertos, las recomendaciones que provienen de los marcos teóricos de la educación ambiental (para el caso de los RSU) y los resultados de estudios de investigación en la Enseñanza de las Ciencias. El proceso finaliza, comparando las propuestas hechas por los docentes con las procedentes de estas fuentes de información, identificando las coincidencias y diferencias, para luego tomar decisiones acerca de la selección definitiva de los tópicos generativos.

Sintetizando, el MoCEL propone para la selección de los tópicos generativos la participación de los docentes y el análisis de diversos materiales. Esta posición compatibiliza lo que postula la EpC, en la cual los docentes son los que intervienen para concretar la selección de los contenidos, y lo que se hace habitualmente cuando se diseña una unidad didáctica, que consiste en tomar los currícula o los estándares delineados por equipos técnicos y de allí extraer los contenidos.

Una vez llevada a cabo la selección de los tópicos generativos se procede a su *organización*, para lo cual se tiene en cuenta que abarquen conceptos, procedimientos y actitudes, que los contenidos estén actualizados, que estén adecuados a la lógica conceptual del tema y al nivel de los participantes, así como que faciliten una variedad de estrategias para su enseñanza. Un aspecto que se destaca cuando se procede a la selección de los tópicos es considerar el enfoque con el que se trabajan los contenidos, que en el caso de los RSU es interdisciplinario.

Para el desarrollo de los contenidos del e-módulo de RSU se han adoptado los siguientes tópicos generativos, formulados como preguntas.

1. ¿Cuál es el origen del problema de los residuos y por qué continúa en la actualidad? Se estructura el contenido desde la relación del Hombre con su entorno, a partir de un enfoque histórico, los principios y valores de la sustentabilidad y los objetivos de la Educación Ambiental. Contiene conceptos de Ecología relacionados con los residuos, vinculando de esta manera la capacidad o incapacidad de un sistema para la absorción de los residuos.

2. El segundo tópico generativo está centrado en la pregunta, ¿de dónde proceden los residuos y cómo podemos clasificarlos? Hace referencia a las ciudades como grandes sistemas que consumen o generan residuos, se vincula el consumo con la basura, incluyendo aspectos legislativos. Analiza el origen, tipo y clasificación de los residuos, planteando tratamientos, medidas prevenidas de actuación y reflexiones acerca de estos temas.
3. El tercer tópico gira alrededor del interrogante, ¿cómo solucionar los problemas que plantean los Residuos Sólidos Urbanos? Introduce la recolección, tratamiento, transporte y disposición de los residuos, conjuntamente con su reciclado. Considera la implicación social de los residuos en los países del subdesarrollo y posibles propuestas de solución a los problemas presentados.
4. En el cuarto tópico se plantea la cuestión: ¿de qué manera se puede llevar a cabo una buena gestión de los residuos? Para este tópico se ha desarrollado una simulación computacional de la gestión de residuos, que permite visualizar las consecuencias de las acciones que toman cada uno de los actores de un sistema de administración de residuos urbanos en situaciones hipotéticas. Fundamentalmente se centra en el manejo de una base de datos que puede ser modificada de acuerdo a las suposiciones que hagan los participantes.
5. Por último, se trata de responder a la pregunta: ¿qué actividades se pueden realizar con los alumnos en relación con este tema? Se trata de presentar actividades que permitan a los docentes aplicar y transferir los conocimientos adquiridos a sus aulas.

El listado anterior pone en evidencia la interdisciplinariedad de la propuesta, la organización de los contenidos y que se han considerado aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Para finalizar con la selección y organización del e-módulo de RSU, se elabora un mapa conceptual con los conectores establecidos entre los conceptos, tal como se presenta en la figura 8.6

La metodología de nuestra propuesta permite operativizar los tópicos generativos en un diseño para ser usado con TIC. En primer lugar se transforman los tópicos generativos en un mapa de conceptos y a partir de éste se elabora un mapa de navegación. Cada uno de los conceptos del mapa se corresponden con una pantalla y se les asigna un número que indica el lugar que ocupa en la secuencia recomendada para el desarrollo de los contenidos y sus respectivas actividades. Cabe señalar que para llevar a cabo la secuencia se tienen en cuenta los prerrequisitos de aprendizaje y, por otra parte, que el espacio en las pantallas es limitado. Un buen diseño con TIC exige que el contenido comience y finalice en cada pantalla, motivo por lo cual hay que realizar una selección detallada de los contenidos más importantes que se quieran exponer y el resto del material se puede incorporar por medio de hiperlinks o de “pop up”.

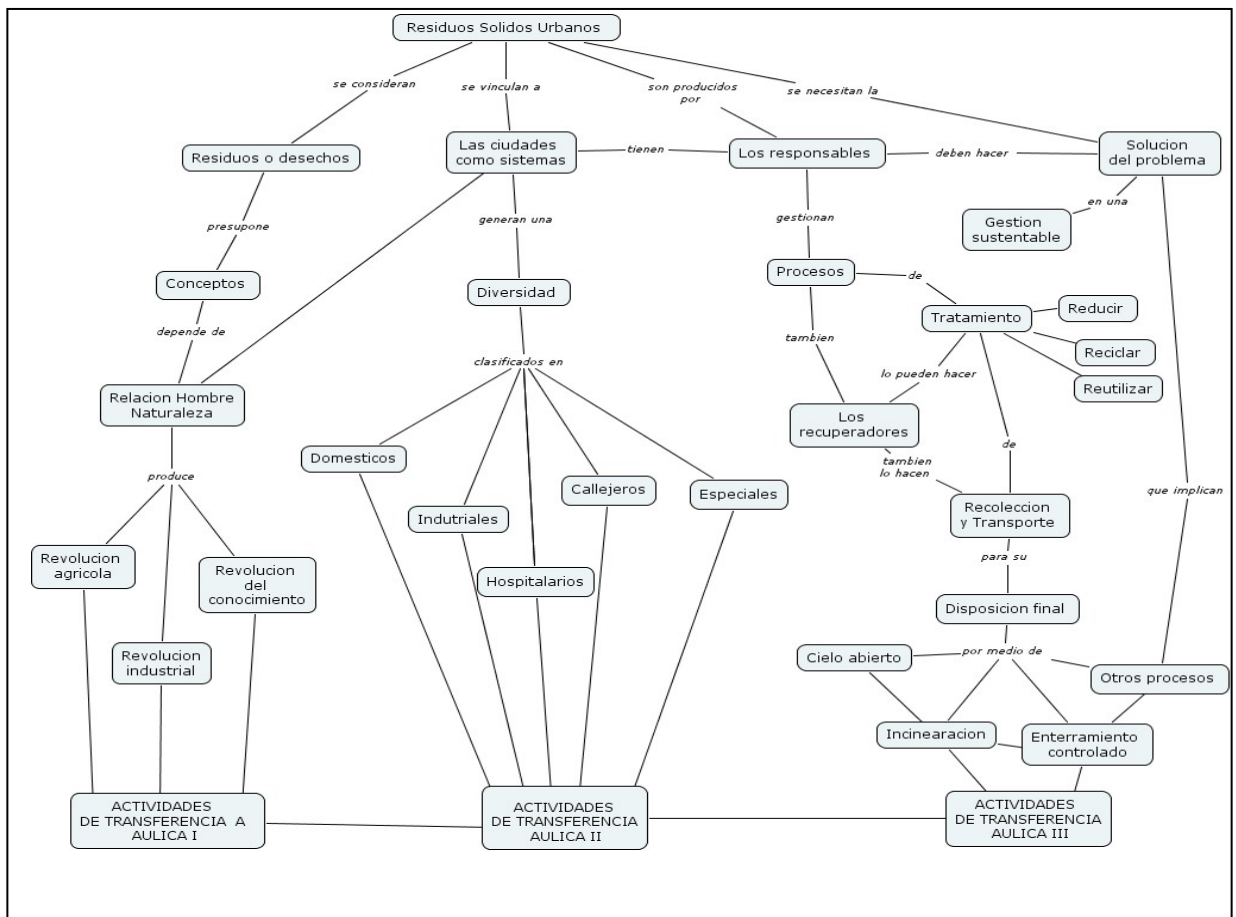


Figura 8.6: Mapa conceptual de los tópicos generativos sobre RSU. Elaborado por la autora sobre la base de aportes de docentes más la estructura de conocimientos del campo de estudio.

Metas de comprensión

Las metas de comprensión es la segunda idea fundamental de la EpC. Se caracterizan como los hilos conductores que guían el proceso de enseñanza y aprendizaje y se refieren a lo que se espera que los alumnos lleguen a comprender. El MoCEL propone cuatro categorías para analizar las metas, la primera se refiere a que éstas deben estar *claramente determinadas* dentro de la propuesta y no pueden quedar de manera implícita sino *expuesta*. En el menú principal del e-módulo de RSU se coloca un botón que conduce a las metas y de esta forma se cumple con esta condición.

La segunda categoría de análisis del modelo se refiere a los *tres dominios* clásicos de la enseñanza, que se corresponden con conceptos, actitudes y procedimientos; abarcar estos tres tipos de contenidos define esta categoría. En el e-módulo de los RSU, los contenidos conceptuales son importantes, pero el desarrollo de actitudes son un eje de trabajo para lograr la concienciación ambiental, por lo que se hace hincapié en este aspecto a través de las actividades de reflexión que se colocan en el e-módulo. Los procedimientos se trabajan en cada una de las unidades temáticas y son reforzadas por medio del programa de simulación de la gestión de los residuos.

Por otra parte, es lógico que las metas estén *adaptadas* al nivel del desarrollo de los alumnos, en este caso se han tomado las propuestas hechas por los docentes y la experiencia de la autora. La última categoría que considera el modelo para las metas de comprensión es su *coherencia*, no sólo entre las metas propuestas, sino que también deben ser coherentes con los tópicos generativos y los desempeños de comprensión que se detallan en la sección siguiente. Para ejemplificar esta categoría se presenta el cuadro 8.1.

Desempeños de comprensión

El tercer concepto de la EpC son los desempeños de comprensión, definidos como las acciones que hacen los alumnos para desarrollar y mostrar la comprensión. El MoCEL considera que los desempeños se logran a través de la realización de actividades y éstas a su vez facilitan la comprensión y

potencian diferentes procesos mentales. La teoría de las inteligencias múltiples, base de la EpC, propone utilizar diversas estrategias de aprendizaje y en ese sentido, nuestro modelo presenta como categoría de análisis la variedad de actividades, tales como el planteo y solución de problemas, análisis, indagación, reflexión, entre otras.

METAS DE COMPRENSIÓN	TÓPICOS GENERATIVOS	DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN
•Incorporar una visión bio-socio-cultural al analizar la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos.	•¿Cuál es el origen y por qué continúa el problema de los residuos?	•Identificación y reflexión de problemas.
•Comprender los principales conceptos sobre la temática presentada, a través del análisis crítico de situaciones reales.	•¿De dónde proceden los residuos y cómo podemos clasificarlos?	•Observación, clasificación e inferencias.
•Desarrollar la toma de conciencia ambiental como eje para establecer cambios de actitudes hacia el ambiente.	•¿Cómo solucionar los problemas que plantean los residuos sólidos urbanos?	•Comparación de conceptos.
•Resolver problemas para establecer una gestión ambientalmente sustentable a través de una simulación.	•¿De qué manera se puede llevar a cabo una buena gestión de los residuos?	•Obtención de datos.
•Transferir y aplicar los conocimientos a las nuevas situaciones áulicas.	•¿Cuáles son las actividades que se pueden realizar con los alumnos en relación con este tema?	•Elaboración de hipótesis y argumentación.
•Establecer una comunidad de aprendizaje a través de la participación en foros y correo electrónico.		•Establecimiento de categorías de análisis.
		•Selección de variables.
		•Reflexión y concienciación ambiental.
		•Emisión de juicios.
		•Aplicación y de los conocimientos.
		•Transferencia al aula.

Cuadro 8.1: Coherencia entre metas, tópicos generativos y desempeños de comprensión.

En el e-módulo de los RSU, se ha cuidado que los ejes de los desempeños de comprensión se establezcan de acuerdo a los asuntos que se detallan a continuación:

- Desarrollar el análisis crítico y el autoaprendizaje, prestando especial atención a los contenidos que son de difícil comprensión para los estudiantes.

- Tener en cuenta las cuestiones emotivas e incluir actividades de reflexión y metacognición del aprendizaje.
- Buscar aplicaciones del conocimiento de la vida real, incentivando la toma de decisiones en los alumnos.
- Posibilitar el acceso a fuentes universales de información y del conocimiento científico.
- Incorporar una visión bio-socio-cultural al problema de los residuos sólidos urbanos.
- Desarrollar la concienciación ambiental como el eje para establecer cambios de actitudes hacia el ambiente.

En el e-módulo se han secuenciado las actividades en aquellas que corresponden a una etapa *introdutoria* para elicitar ideas alternativas, las siguientes de *desarrollo* e *integración*, y por último las de *consolidación*, *transferencia* y *aplicación*. Estas actividades están centradas en los siguientes desempeños que fortalecen las habilidades de comprensión:

- Identificación y reflexión de problemas.
- Observación, clasificación e inferencias.
- Comparación de conceptos.
- Obtención de datos.
- Elaboración de hipótesis y argumentación.
- Establecimiento de categoría de análisis.
- Selección de variables.
- Reflexión y concienciación ambiental.
- Emisión de juicios.
- Aplicación de conocimientos.
- Transferencia al aula.

En el cuadro 8.2 presentamos las actividades programadas que potencian los desempeños de comprensión atendiendo a las fases que propone el MoCEL.

Secuencia de actividades	Actividades que potencian los desempeños de comprensión
<i>Elicitación de ideas</i>	Plantear problemas y soluciones sobre RSU.
	Analizar el video.
<i>Desarrollo</i>	Caracterizar los problemas ocasionados por los RSU
	Realizar un cuadro comparativo sobre distintas fuentes de energías.
	Definir la relación hombre-medio ambiente.
	Profundizar el análisis por medio de lecturas .
	Indagar a través de lecturas complementarias.
	Observar y comparar resultados de la producción de RSU.
	Identificar el contenido de los RSU.
	Reconocer los procedimientos de tratamiento de los residuos.
	Desarrollar una investigación guiada.
<i>Transferencia Sensibilización</i>	Definir y caracterizar los residuos patógenos.
	Proponer acciones para reducir los RSU.
	Discutir sobre el contenido de un texto.
	Redactar documentos e informes.
	Proponer una eficaz disposición final de RSU.
	Sintetizar en principios lo expuesto en un texto.
<i>Aplicación Afianzamiento</i>	Reconocer casos de la realidad.
	Simular distintos casos de gestión de RSU.

Cuadro 8.2. Secuencia de actividades que potencian los desempeños de comprensión que propone el módulo desarrollado.

Una categoría adicional que se considera en el e-modelo es poder transferir los contenidos a nuevas situaciones o poder aplicarlos a la realidad. Para este desarrollo, cuyos destinatarios son los docentes, la transferencia a la que nos referimos es la que pueden hacer con sus alumnos, pero en otros casos, puede ser adecuado llevar a cabo la transferencia a otras necesidades de los

usuarios. Para lograr este objetivo, en el e-módulo de RSU se ha finalizado cada una de las unidades propuestas con una serie de actividades para su posible transferencia al aula.

En el diseño del e-módulo, las actividades se presentan en una secuencia numérica ordenada y de forma destacada por un icono y por el color de la letra, de manera tal que sean claras y llamativas, porque las actividades son las estructuras que guían el aprendizaje.

Evaluación diagnóstica continua

El último componente de la EpC es la Evaluación Diagnóstica Continua, definida en el MoCEL como una evaluación del proceso de aprendizaje. En el e-módulo sobre RSU la mayoría de las actividades propuestas se consideran de evaluación porque permiten retroalimentar el proceso, dado que los tutores del Curso las analizan al ser presentadas, comentando a los docentes las debilidades y aspectos positivos encontrados.

Se han seleccionado los siguientes criterios para el evaluar las actividades:

- Argumentaciones basadas en fundamentos teóricos.
- Inclusión de conceptos y procedimientos claros y pertinentes
- Secuencia lógica en la presentación.
- Profundidad en el análisis que se lleva a cabo.
- Grado de aplicabilidad a la realidad del entorno.
- Coherencia de la respuesta con la pregunta
- Claridad en la presentación.
- Entrega dentro del plazo establecido.

Algunas de las actividades no se evalúan y sirven para autorregulación del aprendizaje, por ejemplo aquellas que resultan de la lectura de hipervínculos. La segunda categoría establecida en esta dimensión es la *evaluación de producto*, que se lleva a cabo a través de un cuestionario final (ver anexo 9.10), dirigido a evaluar no sólo los conceptos aprendidos sino también la capacidad de tomar decisiones respecto a la problemática de los RSU.

8.1.3 Dimensión cognitiva

En la dimensión cognitiva del modelo se tiene en cuenta el enfoque constructivista que promueve el *aprendizaje significativo*, definido por Ausubel (1978) como un proceso a través del cual la tarea de aprendizaje puede relacionarse de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende. Entonces creemos crucial tener en cuenta los conocimientos previos de los participantes y posibilitar que se relacionen los nuevos conocimientos con los anteriores por medio de los materiales incluidos en el e-módulo.

Uno de los aspectos iniciales que se ha considerado es el significado del concepto de basura, que puede ser tomado de maneras diferentes. Por una parte, puede considerarse como un desecho imposible de aprovechar y cuya producción y tratamiento no es un problema individual, sino que corresponde solucionar a los municipios. Por otra parte, se puede considerar como un residuo utilizable (como en este desarrollo), sobre el cual cada persona tiene algún grado de responsabilidad en su gestión. Estas dos concepciones respecto de la basura determinan formas diferentes de anclar los conocimientos y distintos comportamientos frente a los problemas que implican para el ambiente la producción de residuos.

Se ha incorporado un video con actividades que ponen de manifiesto cuestiones afectivas y actitudinales, que son las que determinan en última instancia la sensibilidad hacia estos problemas y las respuestas acordes a estas posturas.

Por otra parte, conjuntamente con la noción de aprendizaje significativo, Ausubel postula la necesidad de que los estudiantes estén *predispuestos a aprender*, por lo cual hemos considerado este aspecto como otra categoría a tener en cuenta en el desarrollo del e-módulo aplicando el MoCEL. Se ha considerado como elementos motivadores incluir conceptos vinculados con la vida cotidiana y actividades que faciliten la transferencia de conocimientos al aula.

Una segunda categoría de análisis de esta dimensión son los procesos cognitivos directamente relacionados con los *procedimientos de las ciencias*.

Se trata de favorecer en todo momento el desarrollo de diversas competencias intelectuales mediante el planteamiento de problemas y la búsqueda de soluciones, de tal manera que la expresión externa de la comprensión se manifiesta mediante la demostración de un desempeño. Estos desempeños exigen crear algo nuevo, reconfigurando el conocimiento, empleando actividades como la observación y exploración, elaborando resultados y conclusiones, actividades de debates y reflexiones. También se enfoca el trabajo en los procedimientos usados para el logro de una situación simulada, donde básicamente hay que realizar predicciones y manipular datos.

Hemos pretendido estructurar el módulo de tal manera que desarrolle los procesos cognitivos que están implicados en la comprensión de la ciencia. Hemos tomado esta categoría desde la perspectiva cognitiva y no didáctica como se hizo en la dimensión anterior. En el cuadro 8.3 incorporamos los procesos cognitivos que creemos están implicados en los desempeños de comprensión que se pretenden fomentar con la realización de las actividades programadas.

Secuencia de actividades	Actividades que potencian los desempeños de comprensión	Procesos Cognitivos
Introductorias	Plantear problemas y soluciones sobre RSU.	Identificar, reflexionar.
	Analizar el video.	Observar, inferir.
Desarrollo	Caracterizar los problemas ocasionados por los RSU	Describir, aplicar conocimientos previos.
	Realizar un cuadro comparativo sobre distintas fuentes de energías.	Comparar conceptos y sintetizar.
	Definir la relación hombre-medio ambiente.	Definir conceptos.
	Profundizar el análisis por medio de lecturas.	Inferir.
	Indagar a través de lecturas complementarias.	Indagar.
	Observar y comparar resultados de la producción de RSU.	Obtener de datos. Establecer categorías.
	Identificar el contenido de los RSU.	Clasificar e inferir.
	Reconocer los procedimientos de tratamiento de los residuos.	Describir, analizar.
	Desarrollar una investigación guiada.	Observar, emitir hipótesis, aplicar propuestas, redactar conclusiones.

Secuencia de actividades	Actividades que potencian los desempeños de comprensión	Procesos Cognitivos
Consolidación Sensibilización	Definir y caracterizar los residuos patógenos.	Definir , caracterizar
	Discutir sobre el contenido de un texto.	Argumentar.
	Proponer acciones para reducir los RSU.	Sintetizar.
	Redactar documentos e informes.	Sintetizar, describir, argumentar.
	Sintetizar en principios lo expuesto en un texto.	Síntetizar y tomar conciencia ambiental.
	Proponer una eficaz disposición final de RSU.	Seleccionar variables.
Aplicación Transferencia	Reconocer casos de la realidad.	Emitir juicios.
	Aplicación de lo estudiado a las clases.	Transferir al aula. Clasificar.
	Simular distintos casos de gestión de RSU.	Análizar, emitir hipótesis y resolver problemas, Manipular variables.

Cuadro 8.3: Secuencia de actividades, desempeños de comprensión y procesos cognitivos que propone el módulo desarrollado.

8.1.4 La dimensión epistemológica

La enseñanza de las ciencias contemporáneas incluye en los modelos de enseñanza y aprendizaje la dimensión epistemológica y el MoCEL lo hace a través de dos variables de análisis. La primera es la *naturaleza de la ciencia* que se enseña, observada a través de indicadores como el tipo de ciencia que lleva implícita la propuesta, la presencia/ausencia de ideologías y creencias, la introducción a la dimensión histórica de los conocimientos y las características sociales.

El enfoque dado a un contenido, condiciona la introducción de ciertas perspectivas que hacen mayor o menor hincapié en la dimensión epistemológica presentada en el MoCEL. Seguramente no tendrá las mismas perspectivas una propuesta hecha con el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) -como es el e-módulo sobre los RSU desarrollado con fuertes componentes interdisciplinarios (que ayudan a incluir la visión histórica) y cuestiones ideológicas acorde con la naturaleza de estos contenidos-, que otras propuestas centradas en conceptos o núcleos duros del tema, por ejemplo, el desarrollo de ecuaciones constitutivas para modelar el

comportamiento mecánico de la basura o reacciones químicas que permitan obtener energía a partir de la basura. Nuestra propuesta posee un fuerte componente interdisciplinario, que se pone en evidencia a través de los siguientes indicadores: visión histórica, social, educativa, biológica y legal. Por otra parte, este enfoque interdisciplinario tiene como consecuencia ampliar la gama de contenidos y favorece la inclusión no sólo de conceptos sino también de procedimientos y actitudes, que se incluyen en el MoCEL como indicadores de la categoría de análisis denominada *abarcativa*.

La segunda categoría tiene que ver con la *construcción de teorías*, que implica una lógica conceptual que sostiene los contenidos presentados, la corrección de los mismos, su actualización y profundidad. La importancia de la construcción de teorías está asociada a la temática específica de un módulo, de modo que en algunos casos es más fuerte que en otros. Para la temática de RSU no existe una fuerte carga de teoría en los contenidos presentados, pero en el caso que el MoCEL fuera usado en un desarrollo donde una teoría sea el núcleo del material de estudio, habría que profundizar en nuevos indicadores que revelen en mayores detalles los aspectos epistemológicos referidos a esta dimensión. Por ejemplo, cuando se trata de establecer si los contenidos son correctos, se tendrían que usar criterios de verdad y en el tratamiento histórico habría que profundizar sobre el sentido de progreso de la ciencia, todo ello basado en las recientes aportaciones de la filosofía de la ciencia.

8.1.5 La dimensión comunicacional

La dimensión comunicacional se fundamenta en Vygotsky (1973) y se operativiza a través de las actividades compartidas por el grupo de participantes y sus tutores en los foros, estableciéndose como categoría de análisis del modelo un *sistema de interacciones* que comprende distintos tipos de participación de los usuarios, tales como roles centrados en dirigir, ayudar o imponer sus opiniones.

Para observar las interacciones se han propuesto en el e-módulo seis foros que se llevan a cabo en determinados momentos del proceso de aprendizaje, de tal manera que los participantes puedan analizar, reflexionar y discutir sobre los contenidos que se están estudiando.

Se diseña un foro inicial introductorio o de presentación para ser ejecutado en la primera clase presencial. Esta actividad brinda la posibilidad de acercamiento entre los docentes y los participantes y además da la oportunidad de familiarizar a los docentes con los recursos tecnológicos. El material de difusión puesto en el foro se usa para indagar ideas previas de los participantes acerca de la comprensión de los residuos sólidos urbanos. Durante el proceso de aprendizaje se planean cinco foros más, con el fin de incentivar la comunicación de los participantes tal como lo propone nuestro modelo.

El segundo foro propicia la discusión de diferentes puntos de vista sobre el problema planteado en un video. Trata de reflexionar sobre diferentes posturas con respecto a los RSU y da elementos para un diagnóstico de las ideas previas de los docentes sobre el tema, desde un enfoque actitudinal.

En el tercer foro los estudiantes exponen sus ideas a través de un escrito centrado en las siguientes preguntas: ¿cree que el Hombre se está acercando al entorno natural?, ¿cómo se ve usted mismo en este aspecto?, ¿es posible lograr un desarrollo sustentable?, ¿cómo afectaría a la producción de residuos?

En los foros cuatro -centrado en informes realizados por los estudiantes sobre distintas indagaciones sobre los RSU- y cinco -orientado a la discusión que plantea un artículo acerca de la tendencia de empaquetado o “packing”- se han dejado las discusiones de forma abierta para adecuar las preguntas a las características e intereses del grupo. El último foro trata sobre la toma de decisiones y la elaboración de hipótesis para tratar de solucionar los problemas generados por los RSU. En este foro también se discute acerca de la actividad de simulación (SiGRES).

Por último, el MoCEL propone tener en cuenta el *lenguaje de la ciencia* como categoría de análisis dentro del desarrollo con TIC. Puede haber distintos tipos de lenguaje, como son el divulgativo, científico, metafórico, argumentativo y narrativo. En el módulo que hemos desarrollado se ha trabajado con un lenguaje científico, pero adaptado al nivel de los participantes.

Con lo expuesto hasta el momento damos por finalizado el análisis del e-módulo sobre RSU y la aplicación de las dimensiones del MoCEL. En las secciones siguientes describiremos dos estrategias de enseñanza que

consideramos especiales dentro del e-módulo. Estas son, un video de corta duración dirigido a sensibilizar acerca de la problemática de los residuos y una simulación computacional denominada “simulación de la Gestión de Residuos Sólidos” (SiGReS).

8.2 EL VIDEO COMO UNA ESTRATEGIA ESPECIAL

En el desarrollo del e-módulo de RSU se ha incluido un video denominado “costumbres”, con el objetivo específico de indagar en algunas ideas y actitudes que los participantes tienen sobre las basuras, utilizando para ello un cuestionario con preguntas abiertas referidas a la temática que presenta el video. El guión y diseño de esta película están centrados en el desarrollo de contenidos actitudinales dirigidos a producir un impacto afectivo en los participantes, para que a través de una reflexión posterior, se puedan identificar actitudes de aceptación o rechazo y enunciar conceptos sobre el problema de los RSU. Su título “costumbres” alude a los hábitos que generan los residuos y muestra el tema de manera indirecta e implícita.

A continuación mostramos una síntesis del contenido del video.

- Comienza la proyección con imágenes que tienen que ver con la historia del hombre y la creación de objetos de la cultura.
- Presenta el vínculo entre el hombre y la naturaleza, previo al progreso industrial.
- Como resultado del progreso industrial y tecnológico, introduce el tema de los residuos y contextualiza el problema en una ciudad de Argentina.
- Relaciona los residuos con el consumo, presenta la disposición informal de la basura, la recolección, la presencia de recolectores informales, los “cirujas”, y las principales fuentes de producción de residuos.
- Finaliza con los riesgos sanitarios del problema tratando de generar un “climax” sobre este problema para impactar a la audiencia.

La inclusión del video permite incorporar una dimensión afectiva del problema, distinta a la presentación del resto del e-módulo, en el que se hace mayor

hincapié en cuestiones conceptuales ligadas con la razón. De esta forma, se ayuda a través de los afectos a promover el desarrollo de la conciencia ambiental, ya que es una de las metas centrales de este trabajo.

8.3 UNA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Dentro de la temática de los RSU se destacan los problemas derivados de la generación y tratamiento de los residuos. Para completar y reforzar este estudio hemos considerado necesario integrar en el e-módulo el diseño y la implementación de una simulación computacional para la gestión de los residuos sólidos, denominada SiGReS.

El principal argumento para utilizar este tipo de herramienta computacional está centrado en lo que señalan De Jong y Van Joolingen (1998) acerca de las dificultades que tienen los estudiantes para establecer hipótesis con claridad e interpretar datos. Es por ello que se propone representar un sistema simulado para solucionar estas deficiencias, integrado en un entorno de aprendizaje que proporcione a los docentes directivas e instrucciones para ayudarlos a que puedan transferir a sus alumnos estos procedimientos. El objetivo central de SiGReS es desarrollar en los usuarios procedimientos de las ciencias, manipulando variables que les permita comprender las consecuencias de las acciones que toman cada uno de los actores de un sistema de administración de residuos urbanos en situaciones hipotéticas.

Consideramos que esta simulación es una herramienta innovadora, que permite a los participantes emular aspectos de la gestión de los residuos, analizado a la luz de un determinado modelo, de manera tal que les permita manipular datos para comprobar sus conjeturas (Sierra Fernández, 2000).

Llevando la simulación al contexto del MoCEL, ésta contribuye significativamente a reforzar las dimensiones cognitiva y epistemológica. Con respecto a la dimensión cognitiva, SiGReS busca que el participante trabaje sobre la variable “procedimientos de la ciencia”. A través de diferentes actividades se puede analizar y reflexionar sobre los resultados obtenidos, lo

que seguramente ayudará a mejorar las actitudes hacia los problemas de los residuos, por ejemplo, con respecto al consumo y al reciclado.

Con respecto a la dimensión epistemológica, SiGReS opera en las variables “estructura de conocimientos” y específicamente apunta a reforzar la “lógica conceptual”. En realidad, los enfoques sistémicos como el presente apuntan a generar una estructura de sistema que permita plasmar las relaciones que se establecen dentro del mismo. Es importante aquí considerar el manejo de los residuos sólidos como un sistema integrado (Solway, 1990) que cubre varias etapas, desde la generación hasta su disposición final. Este sistema se relaciona con otros, como el sistema económico y la salud pública, pero esta simulación se restringe a los elementos propios de la gestión de los residuos, definidos en la siguiente sección.

8.3.1 Sistema propuesto para la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos

Es frecuente agrupar las actividades asociadas al manejo de RSU, desde la generación a la disposición final, en seis elementos funcionales (Tchobanoglous *et al.*, 1993):

- Generación de RSU.
- Manejo y separación de RSU, almacenaje y procesamiento en la fuente.
- Recolección.
- Separación, procesado y transformación de RSU.
- Transferencia y transporte.
- Disposición.

Sin embargo, estos elementos no son universales, sino que dependen del contexto cultural y económico considerado. En muchos países de América Latina aparece un elemento entre el manejo y la recolección, que es la separación en la calle por personas de bajos recursos que recuperan algunos componentes de los residuos que tienen valor inmediato de venta; en distintos países, esas personas se denominan cirujas, cartoneros, recicladores urbanos, pepenadores (White, 1983). En segundo lugar, la etapa de “separación, procesado y transformación” puede no existir, con lo que la “recolección” se

unifica a la “transferencia y transporte” y es el propio camión recolector domiciliario el que transporta los residuos hasta su disposición final.

En esta simulación se representan cuatro de los seis elementos mencionados, dejando de lado la recolección y transporte, porque se considera que ellas no modifican la composición de los RSU, sino que los compactan y los cambian de lugar. De modo que los elementos del sistema que se modela son:

- Generación de residuos domiciliarios.
- Separación y procesamiento en la fuente.
- Separación y procesamiento después de dejar la fuente (por cirujeo o por separación en plantas municipales o privadas).
- Disposición final.

De acuerdo con esto, en la simulación desarrollada en este trabajo se han considerado como variables del modelo las siguientes:

- El tamaño de la población.
- Los días anuales de producción de RSU.
- La cantidad de residuos generados.
- El patrón de composición de los residuos generados.
- El patrón de separación en origen.
- El patrón de separación fuera de origen.
- Los tipos y porcentajes de disposición final.

Estos elementos se relacionan directamente con los actores sociales que intervienen en el sistema.

8.3.2 Definición de la población en la simulación

El grupo principal de actores en el sistema de simulación de RSU se denomina “vecinos productores” y son los que generan residuos en el nivel familiar con una composición determinada; adicionalmente, el vecino-productor puede hacer separación de RSU en origen. No todos los vecinos en una población actúan con los mismos patrones de conducta, por lo que es adecuado separarlos en varios tipos característicos, dependiendo de sus patrones de

generación de residuos y de su patrón de separación de residuos en su propia casa.

Para caracterizar un tipo de vecino es necesario especificar la cantidad de residuos que genera por día, la composición de los residuos que genera, la proporción de cada componente que separa de los residuos que ha generado, para reciclado. Cada patrón se caracteriza y se especifica en una base de datos. La simulación contiene algunos tipos de vecinos ya especificados, pero el usuario de la simulación puede incrementar esos tipos introduciendo la información que tenga disponible para una determinada población. En definitiva, el vecino saca a la calle una cantidad de RSU con una composición determinada.

En algunas ciudades (especialmente en América Latina) existen otros actores (llamados aquí “cirujas”), que son personas que circulan por la ciudad tratando de rescatar elementos de su interés de las bolsas de residuos domiciliarios. La cantidad y tipo de elementos que toman de la basura se encuentra definida en una base de datos, pero puede ser modificada por el usuario de la simulación para aportar datos locales que conozca. Para caracterizar la acción de estos individuos se considera la parte proporcional que toman de los residuos que diariamente sacan a la calle los vecinos, para que sean recogidos por el servicio municipal.

Pero en muchas ciudades no se da el fenómeno de los “cirujas”, de modo que esta etapa no debería activarse en la simulación. Sin embargo, existen localidades donde los RSU son trasladados a un Centro, gestionado por el municipio, donde se separan distintos componentes de los residuos. Para modelar este tipo de situaciones, en la simulación se deberá usar esta “separación municipal organizada” en los casilleros reservados para “separación fuera de origen”, aportando las proporciones de RSU que se separan de cada componente de residuos.

Una población determinada tendrá varios tipos de “vecinos” y un tipo de separación fuera de origen (por cirujas o por un sistema de separación organizado por el municipio). El usuario de la simulación debe estimar el tamaño de la población que se considera por cada tipo de “vecinos” y sus características, mediante los parámetros que definen su comportamiento.

La simulación admite que se delimiten hasta diez tipos diferentes de vecinos-productores en una población, cada uno con características diferentes definidas por dos aspectos: el de generación de residuos y el de separación domiciliaria. La simulación permite emplear las siguientes variables:

- El número de tipos de vecinos-productores considerados en una simulación (T). Por ejemplo, la ciudad de Resistencia en Argentina tiene dos tipos ($T = 2$) claramente diferenciados de vecinos, unos viven en la zona del centro de la ciudad y tienen una alta producción debida al elevado consumo (Tipo 1); otros viven en el resto de la ciudad, con capacidad de generación de residuos mucho menor (y además, las propias componentes del residuo cambian, predominando la materia orgánica), son del tipo 2.
- El número total de individuos que responden al patrón de tipo i (NT_i). Por ejemplo, para el Tipo 1 puede haber $NT_1 = 4.500$ personas, mientras que para el Tipo 2 puede haber $NT_2 = 70.000$ personas. La conducta de los ciudadanos con respecto al manejo de RSU depende de muchos factores; uno importante es la una presión social que se ejerce a través de los medios de comunicación para incrementar el consumo y de esta forma mejorar la calidad de vida; además se potencian las mercancías con muchos envases y embalajes para facilitar el transporte y la conservación de los productos; todo ello ha producido un aumento considerable de residuos. En Estados Unidos, los embalajes suman la tercera parte del total de RSU generado. El desafío es cambiar hábitos de consumo enraizados por años, que asocian un cierto estatus social al consumo.
- La cantidad de basura por habitante y por día que genera el tipo de consumidor i , en [Kg] (B_i). Por ejemplo, puede ser que $B_1 = 1,2$ Kg/día, mientras que $B_2 = 0,7$ Kg/día. La disposición promedio diario por persona puede tener variaciones significativas entre lugares diferentes. En Argentina puede ser de 0,6 Kg/día; en España se estima un promedio de 1,2 Kg/día; en Estados Unidos se estima en 1,43 Kg/día; mientras que en Puerto Rico es mayor, alcanzando 1,78 Kg/día.

8.3.3 Componentes de los RSU

Los elementos componentes de RSU son de gran interés para establecer políticas de gestión de los residuos y usualmente se dan como porcentajes en peso, no en volumen. La caracterización de los RSU es una tarea difícil porque hay un número demasiado grande de fuentes de generación, con variaciones geográficas, sociales y culturales; por otra parte, el número de muestras que se toman para llevar a cabo una caracterización es pequeño, de modo que sólo se trata de estimaciones aproximadas.

Para complicar el panorama, la composición de los RSU de una población determinada no permanece constante en el tiempo, sino que varía de acuerdo a los hábitos de consumo de la población, la introducción de nuevos productos y empaques en el mercado, la participación ciudadana en programas de separación y reciclaje, la infraestructura de reciclado y la existencia de mercados para productos reciclados.

Siguiendo a Tchobanoglous et al. (1993), se supone aquí que los residuos están compuestos por quince componentes. Esta metodología es la recomendada por la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA, que establece la generación per capita considerando dentro de los RSU los desechos de jardinería, y separándolos de los escombros de construcción y demolición, automóviles y artefactos eléctricos. Para facilitar el manejo dentro del programa, esas componentes se agrupan formando un vector. La posición de cada uno de los quince componentes es la siguiente:

- Desperdicios de alimentos.
- Papeles (periódicos, salidas de computadora, etc.).
- Cartones (empaques).
- Plásticos (botellas, trozos de plásticos).
- Textiles (telas, ropa, etc.).
- Gomas.
- Cueros.
- Pastos y desperdicios del jardín.
- Maderas.
- Misceláneos orgánicos.
- Vidrios (botellas, trozos de vidrios).

- Latas metálicas (latas de conservas, aceite, etc. No incluye latas de bebidas).
- Aluminio (típicamente latas de refrescos o de cerveza).
- Otros metales.
- Polvo, tierra, cenizas, etc.

Esta composición desglosada en quince componentes se emplea en varios lugares de la simulación:

- Para definir cuál es la composición de los residuos que se genera inicialmente. Este es el “patrón de residuos domiciliarios” (proporciones de cada componente de basura), que se guarda en un Vector x_i .
- Para definir qué elementos se separan en origen, y en qué proporciones, se usa el “patrón de separación familiar” (que contiene las proporciones del residuo generado por componente que separa la familia para ser tratado), y se guarda en un Vector y_i . Los materiales recuperados por reciclaje en Estados Unidos se han tomado de la Tabla 6-7 de Tchobanoglous et al. (1993).
- Para definir los elementos que se separan fuera del domicilio de las familias, se usa el “patrón de separación fuera de origen”. Esto se guarda en un Vector u .

La composición inicial de residuos se ha obtenido de datos de la literatura obtenidos de textos y de información disponible en Internet. Por el momento, se encuentran datos para Argentina, España, Puerto Rico y Estados Unidos. El usuario puede agregar a su base de datos otras cantidades, en la medida que las conozca y quiera experimentar con ellas.

8.3.4 Definición de la disposición final de los RSU

Hay diferencias significativas entre los RSU per capita generados por los vecinos y los finalmente depositados en rellenos sanitarios. La presente simulación supone que una fracción de esos residuos se lleva a la incineración, otra va a al relleno sanitario, y una última parte queda a cielo abierto. Las proporciones por defecto que supone la simulación son 5%, 75% y 20% respectivamente. El usuario puede cambiar las proporciones de cada destino final como dato de entrada.

El porcentaje que se incinera se almacena en una variable P_{inc} . Las tecnologías asociadas a la incineración han mejorado notablemente en las últimas dos décadas, pero la política pública de muchos países (ADS, 2004) rechaza la incineración como tratamiento para los RSU, y no permite invertir fondos públicos para investigación, desarrollo o construcción de tecnologías que conlleven incineración.

El porcentaje que va a relleno sanitario se almacena en una variable P_{rell} . En países desarrollados hay estudios acerca de los RSU que se disponen en rellenos sanitarios, llevados a cabo con técnicas de extracción de muestras a diferentes profundidades (Rathje, 1991). La parte que va al relleno sanitario, se supone que tiene una compactación; la compactación supuesta por el sistema genera un peso específico del material compactado de 474 Kg/m^3 .

El porcentaje que va a cielo abierto se almacena en una variable P_{cielo} . Hay ciudades (como Resistencia, en Argentina) en las que ésta es la única opción, lo cual genera condiciones sanitaria críticas.

8.3.5 Ingreso de datos y ejecución de la simulación

Para la implementación de SiGReS se ha usado el programa Microsoft Excel para llevar a cabo los cálculos y Visual Basic for Applications para la interfase con el usuario. Además de permitir el manejo virtual del sistema de gestión, esta simulación permite tomar conciencia de cómo optimizar la gestión.

El inicio a la simulación se hace por la pantalla de la figura 8.7, que permite acceder a una información general o a introducir los datos de una simulación. La segunda pantalla (figura 8.8) da paso a distintos patrones o a agregar datos adicionales. En la figura 8.9 se presentan dos pantallas que contienen los datos usados en una simulación. Finalmente, los resultados se muestran en la figura 8.11.



Figura 8.7: Pantalla inicial de la simulación.

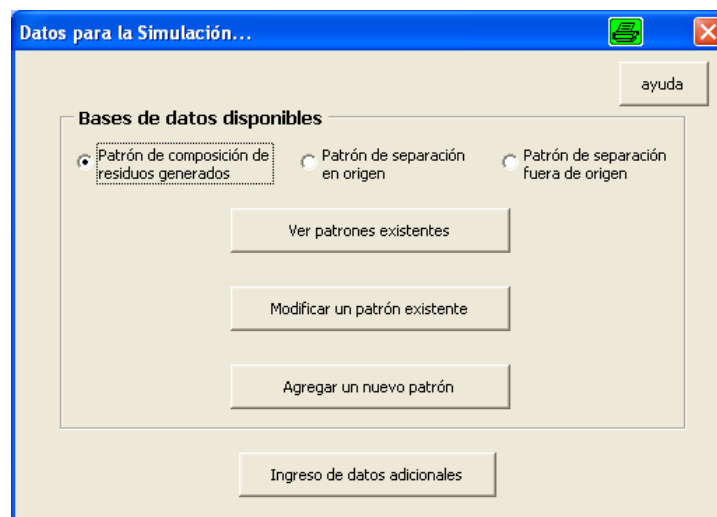


Figura 8.8: Pantalla de bases de datos disponibles.

El usuario puede ver, modificar o agregar patrones de composición de residuos en las etapas de generación en origen, separación en origen o separación fuera de origen, según las necesidades de la simulación. Esto se muestra en la Figura 8.8.

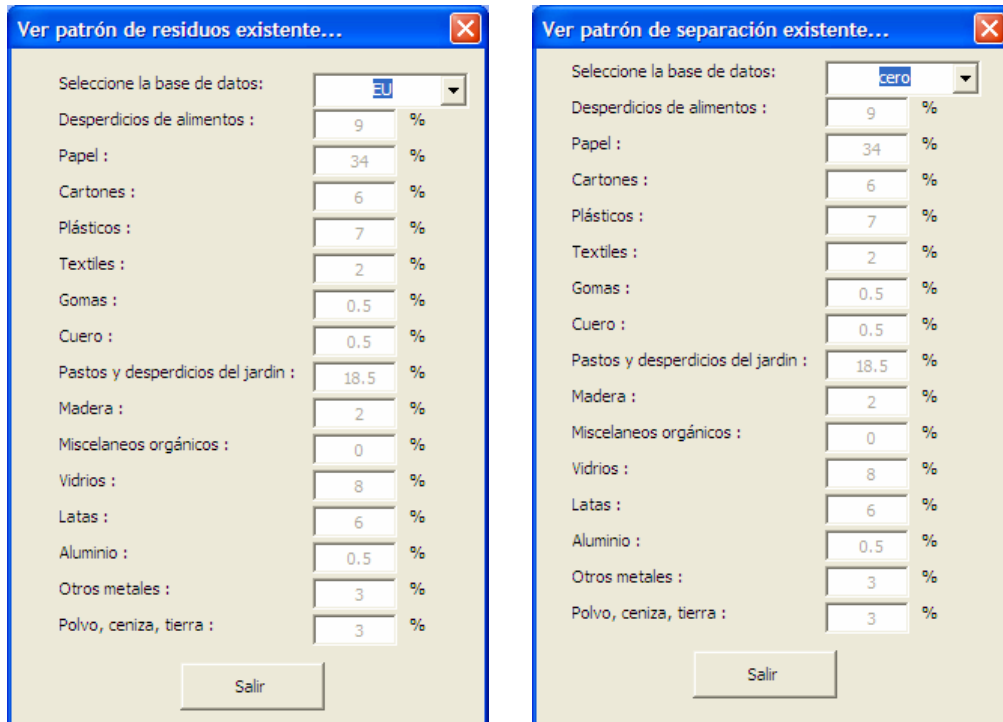


Figura 8.9: Pantalla de visualización de los datos de las bases.

En las pantallas de la figura 8.9 se muestran las componentes de RSU generados y separados en origen. Las opciones para la generación en origen están dadas por países; las de separación están dadas por el número de contenedores usados. Otras posibilidades las debe definir el usuario.

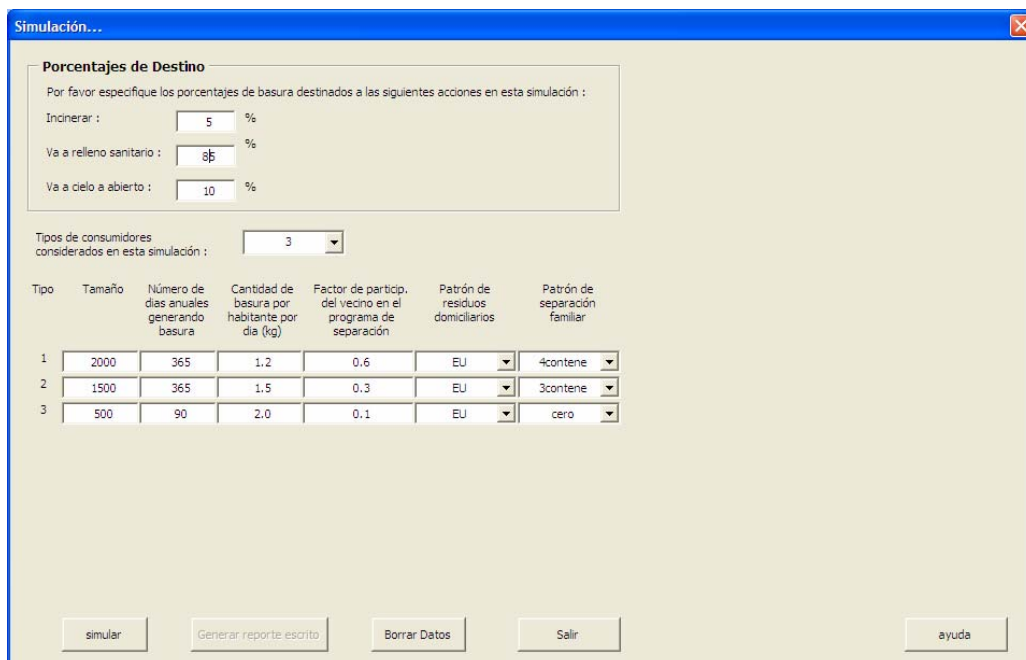


Figura 8.10: Pantalla de datos de la simulación.

Se muestra en la pantalla 8.10 un ejemplo en el que $T = 3$, y para cada tipo se definen sus características, tamaño de la población y cantidad de personas de ese tipo que adoptan la separación señalada.

8.3.6 Resultados del proceso de simulación

El programa opera sobre los datos provistos por el usuario y sobre la información de la base de datos, y arroja como resultados las cantidades de residuos que van a cada destino final, y su composición. Se dan así los valores de RSU para cada destino final. La pantalla no muestra las composiciones de cada parte de RSU que van a cada destino final (figura 8.11), pero esa información se ha calculado y está disponible si quiere usarse.

La pantalla tiene la opción de generar un reporte de esa simulación; si el usuario elige esa opción, el sistema le entrega la información total en una planilla de cálculo Excel. Allí encontrará las composiciones de la basura mediante los vectores:

- **inc:** composición de la cantidad incinerada,
- **rell:** composición de la cantidad a relleno sanitario, y
- **cielo:** composición de la cantidad a cielo abierto.

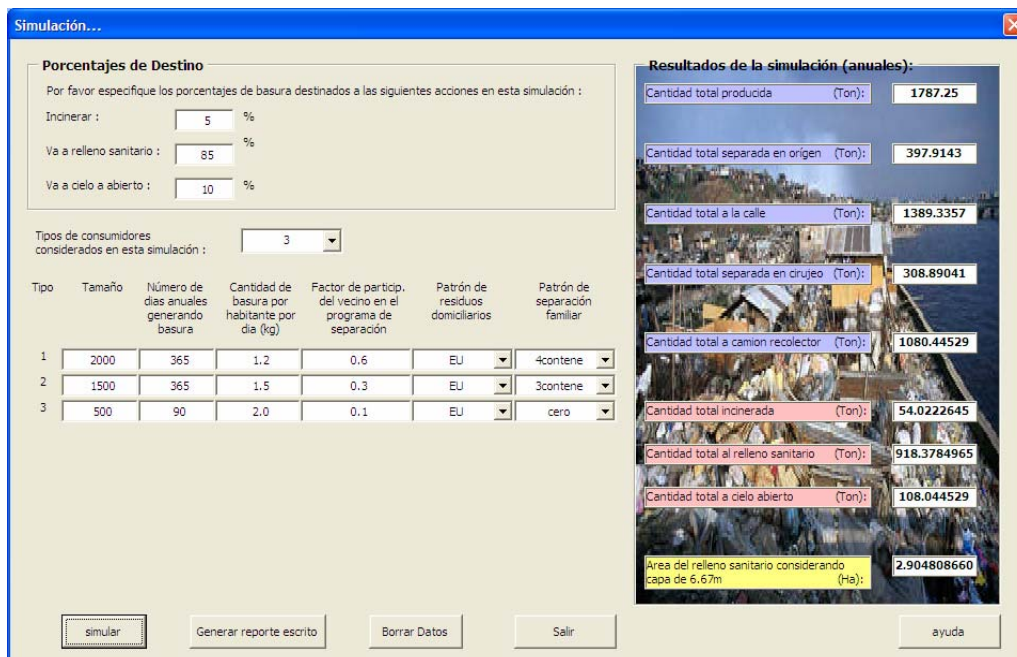


Figura 8.11: Pantalla final de la simulación.

8.3.7 Uso de la simulación

El programa SiGReS se presenta en un CD-ROM, en el que se integran dos partes, una (elaborada en lenguaje HTML) describe SiGReS y plantea problemas al usuario; y la otra contiene la simulación SiGReS propiamente dicha. Desde el punto de vista pedagógico es importante estructurar un espacio amigable a través de la interfase para que el usuario vea e interactúe de manera simplificada con la base de datos.

Otro tanto sucedió para la elaboración del programa de simulación SiGReS, en el que se busca visualizar la simulación de manera amigable para el usuario. Nuevamente, el diseño de la simulación requiere no solamente contar con información y conocimiento destallado de los contenidos del tema tratado, sino también ciertas habilidades de programación.

En la parte de HTML se encuentran los siguientes botones con sus correspondientes pantallas:

- Un instructivo para usar el programa de simulación. Contiene cuatro pantallas, en la primera se presenta un esquema organizador del uso de la base de datos y en las restantes se colocan síntesis de las ayudas que serán ampliadas en la simulación. Esto se hace de manera global con la finalidad de mostrar una anticipación de las ayudas que son ampliadas en SiGReS.
- Problemas sobre gestión de los Residuos Sólidos Urbanos. Son casos prácticos en los que será aplicada la simulación. Los problemas que se presentan necesitan de conceptos y búsqueda de datos que se han colocado como lecturas complementarias. Se han agrupado los problemas en tres niveles. Uno de nivel de complejidad bajo, que incluye tres problemas secuenciados, con datos extraídos de la realidad. El segundo nivel corresponde a un grado de complejidad intermedia, en donde los usuarios pueden manipular las bases de datos y se recomienda que sus resultados se discutan en grupo, ya sea de manera presencial o a distancia a través de un foro electrónico. Por último se presenta un problema complejo de un nivel alto, con datos anexos de una investigación que se encuentran estructurada como un hipervínculo dentro del texto del

problema. Para resolver este problema los usuarios deberán emitir una serie de hipótesis e inferencias, probando y modificando los datos para ver si alcanzan los resultados esperados de acuerdo a una meta propuesta. Estos problemas pueden verse en el CD-ROM SiGReS que se presenta como apéndice de esta tesis.

- Las referencias con material para ampliar o profundizar sobre los conceptos utilizados.
- El programa de simulación propiamente dicho, SiGReS, que sirve para llevar a cabo la simulación.

El tipo de trabajo que se puede llevar a cabo con la simulación puede ser de dos formas. En una etapa inicial, cuando los usuarios no poseen las destrezas necesarias para el uso de la simulación, se los puede guiar a través de la resolución de problemas que se plantean graduados por niveles de dificultad. Cuando ya alcanzan un nivel alto de manejo de las variables, se puede plantear distintas investigaciones en las que, para una población determinada, se estudien las consecuencias de cambios en los parámetros que define el sistema. Por ejemplo, investigar cómo incide la participación de la ciudadanía en programas orientados a reducir los RSU o sobre la cantidad de residuos que van a parar al relleno sanitario. En esta participación, algunos sectores de la población (que los define el usuario) asumen responsabilidades y participan en programas para reducir la cantidad de RSU que irán a disposición final en rellenos sanitarios.

En este capítulo se ha descrito el desarrollo llevado a cabo para implementar un Curso sobre “la problemática de los residuos” en el ambiente contemplado por el MoCEL. Se han presentado los elementos que contemplan el e-módulo, relacionándolos en todo momento con las dimensiones y variables del modelo. El desarrollo didáctico se ha llevado al aula virtual con un grupo de profesores de Argentina. Los resultados obtenidos se discuten en el capítulo siguiente.

Capítulo 9

EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA

Un aspecto central de esta tesis es examinar si el modelo constructivista propuesto para la Enseñanza de las Ciencias en línea satisface las dimensiones impuestas en su formulación y si favorece el aprendizaje en los estudiantes. En el capítulo 5 de esta tesis, se presentó la metodología para la evaluación del MoCEL, aplicada a la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos. Se propuso un modelo de investigación evaluativo, basados en los aportes de Stufflebeam (1987), denominado CIPP (que son las iniciales en inglés de contexto, entrada o input, proceso y producto).

En los capítulos 6 y 7 de esta tesis se llevaron a cabo diferentes estudios correspondientes a la **evaluación contextual**, incluida en la primera fase del modelo CIPP. El objetivo principal de esas investigaciones fue identificar algunas particularidades de la cultura de la organización docente, del sistema de apoyo tecnológico y de materiales educativos generados con TIC (páginas Web), que consideramos imprescindibles para adecuar el modelo a la realidad de los docentes y a su contexto tecnológico.

El presente capítulo se divide básicamente en tres partes. En la primera se muestran los resultados correspondientes a la **evaluación de entrada** del CIPP, que se corresponde con las etapas de diseño y desarrollo del e-módulo y el primer momento de la etapa de implementación de la propuesta didáctica elaborada. La segunda parte describe los resultados de la **evaluación del proceso** de enseñanza y aprendizaje del Curso sobre RSU, que utiliza el e-módulo diseñado según el MoCEL. Y en la tercera parte, se abordan los principales logros con respecto a la **evaluación de producto**. Adicionalmente se realizó una evaluación de la “simulación computacional para la gestión de los residuos sólidos” (SiGRES) con el objetivo de detectar fortalezas y debilidades de este desarrollo tecnológico, así como las posibilidades de su aplicación en el aula.

Para la obtención y análisis de los datos se han utilizado diferentes técnicas que se explicitan para cada investigación en particular. Esto ha permitido analizar un amplio número de variables, así como fundamentar con más argumentos las valoraciones realizadas, integrando de este modo una riqueza mayor de matices en los distintos hechos presentados.

Los resultados obtenidos, si bien no pueden generalizarse de manera contundente a otros desarrollos, proporcionan apreciaciones que ayudarán a mejorar el modelo didáctico propuesto y comprender cómo se produce el aprendizaje a través de los medios tecnológicos utilizados. Todo ello facilitará futuras propuestas utilizando el MoCEL, tanto en RSU como en otras temáticas diferentes de las abordadas en esta tesis.

9.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE ENTRADA

La *evaluación de entrada* (o input) se corresponde con el segundo momento de investigación evaluativa propuesta por el CIPP. En este trabajo se aplica esta evaluación en la segunda etapa del MoCEL y principio de la tercera.

En primer lugar, durante la etapa de diseño y desarrollo del e-módulo sobre RSU se evalúa su primera versión mediante una *consulta realizada a expertos*. En segundo lugar, y ya en la primera fase de su implementación, se lleva a

cabo una evaluación sobre distintos aspectos particulares que tienen los participantes del grupo en el cual se pone a prueba el modelo. Por una parte, se exploran las *motivaciones* del grupo, estableciendo para tal fin un diálogo informal con los participantes. Por otra, se detecta la importancia que tienen los distintos temas o contenidos sobre RSU, tanto para los participantes del Curso como para sus alumnos, y se realizan *esquemas conceptuales* con estos contenidos. Finalmente, se detectan las ideas y *conocimientos previos* de los participantes sobre *contenidos conceptuales* y *actitudinales* de la temática abordada.

Para aclarar esta evaluación de entrada hemos realizado el esquema que aparece en la Figura 9.1., colocando en rectángulos las variables que se pretenden analizar y en elipses el tipo de instrumento que se utiliza para indagar en esas variables.

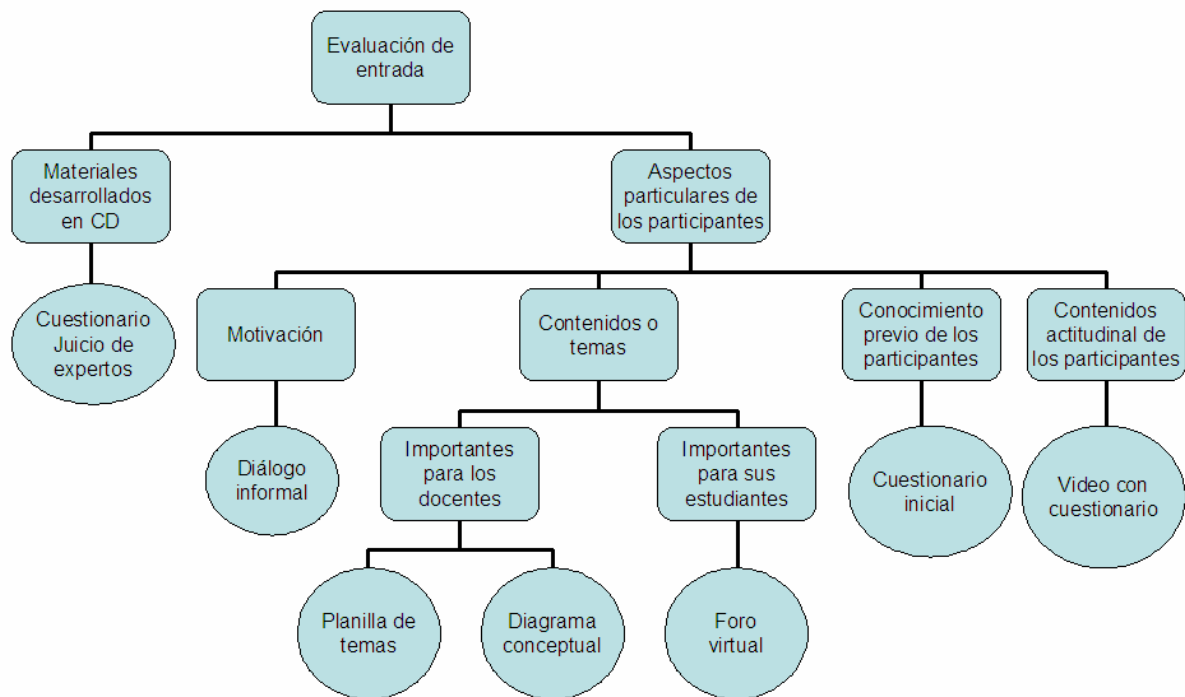


Figura 9.1: Esquema de la evaluación de entrada.

9.1.1 Evaluación del CD-ROM a través del juicio de expertos

Comenzaremos con la evaluación de los materiales sobre RSU desarrollados en el CD-ROM. En la etapa de diseño del e-módulo (apartado 8.1) se planificó y se definieron las características especiales que tendrían los materiales sobre RSU, necesarios para aplicar el MoCEL en un desarrollo tecnológico concreto. Se dispuso desarrollar el tema de RSU en un CD-ROM por las ventajas que esto significa, ya mencionadas en el capítulo anterior. Una vez que se completó este material se envió a evaluar a expertos. Esta técnica de evaluación, se designa con el nombre de “evaluación por medio de juicio de expertos” (Sarramona, 2001) y tiene por finalidad valorar la viabilidad y calidad del e-módulo a través de las opiniones de estas personas. Partiendo de este referente, la evaluación realizada por los expertos garantiza de alguna manera que el e-módulo esté adaptado a los usuarios, promueva un aprendizaje constructivista y sus contenidos estén adecuadamente relacionados, a la vez que pone de manifiesto si integra las seis dimensiones que se proponen en el MoCEL.

Para realizar esta evaluación, se contó con la colaboración de tres expertos externos, con buena formación disciplinar y amplia experiencia en la formación de docentes, lo que certifica una “mirada” adaptada a este perfil de usuarios. Uno de los expertos tiene el grado de Doctor en Biología, es especialista en los contenidos disciplinares de Ecología y en temas de impacto ambiental (por ejemplo, el producido por los RSU). Un segundo experto tiene el título de Magíster en Educación y experiencia en desarrollo de materiales con TIC para la educación en Biología. Y el tercer experto tiene el Magíster en Enseñanza de las Ciencias, con formación específica en Educación Ambiental.

Para facilitar y enfocar la tarea de los expertos, se puso a su disposición el “cuestionario de opinión de expertos sobre el CD-ROM de RSU” (ver anexo 9.1). Este instrumento de evaluación se presenta de forma semiestructurada, con preguntas abiertas agrupadas de acuerdo a las dimensiones propuestas en el MoCEL, pero restringidas a aquellas que pueden ser observadas en el e-módulo. La dimensión comunicacional no pudo ser evaluada totalmente en esta instancia ya que necesita de una observación en la acción, o sea, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, se solicitó a los

expertos que emitieran una opinión de tipo cualitativa, siguiendo el instrumento señalado, que está estructurado de la siguiente forma:

- Diez preguntas se refieren al sistema multimedial.
- Once cuestiones está relacionadas con los aspectos pedagógico-didácticos.
- Seis items abordan los procesos cognitivos, y las
- Ocho preguntas restantes están destinadas a reflexionar sobre la construcción y el lenguaje de las ciencias.

En total el cuestionario consta de 39 preguntas, 35 elaboradas siguiendo específicamente las dimensiones del MoCEL y cuatro preguntas finales de opinión general sobre si se considera que el e-módulo va a conseguir los logros establecidos y promueve una perspectiva constructivista, sobre la calificación global que se otorga a distintos aspectos del mismo y, por último se solicita modificaciones para mejorarlo. A continuación de obtener las respuestas se aclararon las dudas y posibles interpretaciones del investigador con entrevistas realizadas a los expertos.

Para la validación de este instrumento se consultó a una especialista en educación a distancia con el grado de Doctor en Educación, que tenía conocimiento del modelo y actuó como referente externo. Se le solicitó que corroborara si las preguntas del cuestionario reflejaban las dimensiones propuestas por el MoCEL, como también si eran claras las consignas señaladas en las preguntas. Este especialista sugirió algunos cambios en la primera parte del instrumento, principalmente para que se profundizara más en la dimensión multimedial.

Considerando las observaciones que este experto se modificó el cuestionario produciendo una segunda versión, que fue nuevamente evaluada también de manera cualitativa por uno de los expertos que actuó en la primera evaluación y esta se complementó a través de una entrevista en profundidad, la cual se concentró en dialogar sobre los fundamentos del modelo, la forma de controlar las dimensiones propuestas y el modo de llevar a cabo el Curso.

Las principales observaciones valoradas por los expertos en la primera evaluación las sintetizamos a continuación, agrupándolas de acuerdo a las dimensiones del MoCEL.

Dimensión multimedial

Los expertos manifestaron que la presentación del CD-ROM es clara en cuanto al diseño, imágenes, links y extensión de los textos, siendo estos de fácil lectura. En general afirmaron que no presenta dificultades en la navegación, sin embargo uno de los expertos necesitó de ayuda complementaria para pasar de un grupo de pantallas al siguiente, por lo que se decidió incluir una instrucción específica al respecto de la navegación en las instrucciones del CD-ROM. Dos de los evaluadores hicieron referencia a la posibilidad de incluir fotos e imágenes, ya que el tema tratado se presta a esta inclusión, pero uno de ellos, observó que *“quizás sean suficientes con las que muestra el video”*. A partir de esta información se incluyeron dos nuevas imágenes, una referida al proceso de enterramiento controlado y otra a un corte transversal del vertedero. Uno de ellos opinó que convenía profundizar en las orientaciones destinadas al trabajo de los participantes, para aclarar más el marco teórico usado y los aspectos prácticos del uso del CD-ROM y de la plataforma; estas cuestiones fueron incorporadas en la versión final. También se encontraron algunos errores de sintaxis y ortográficos, que fueron corregidos. Para finalizar, los expertos coincidieron en que el sistema multimedial presentado es apropiado, sencillo y de fácil acceso para los usuarios, como se puede observar por las siguientes apreciaciones:

Experto1: En general, los aspectos técnicos me parecen apropiados, sencillos y fáciles de manejar. No tengo aporte que hacer para mejorar el multimedia.

Experto 2: En cuanto al sistema multimedial, resulta sencillo su acceso y la lectura de los textos apropiada. Me parece adecuado y tiene mucha claridad el diseño, los link y la extensión de los textos.

Experto 3: Me gusta el menú en el costado, igual que la “síntesis temática”, es novedosa. Está bien la propuesta desde este punto de vista.

Dimensión pedagógica-didáctica

Un segundo aspecto que se consideró en la evaluación de los expertos se refiere a la dimensión **pedagógica-didáctica**, específicamente se trata de los contenidos científicos seleccionados y de la secuenciación de las actividades propuestas. En general, opinan que en los contenidos “*se contemplan casi todos los aspectos vinculados al tema*”, presentan una “*secuencia lógica y son correctos*” (...) “*remarcando lo social, educativo e histórico*”. Proponen profundizar en dos cuestiones: en los aspectos biológicos y en los culturales que tienen que ver con el compromiso del Hombre hacia el medio ambiente. Los dos expertos señalan al respecto:

Experto 1: Los contenidos que están son correctos, pero incompletos. Falta el sustento biológico, en el sentido de interpretar la basura dentro de las alteraciones de los ciclos biogeoquímicos; sin esto se hace difícil interpretar el reciclado o la reutilización de materiales. Se trabaja con lo social, educativo e histórico.

Experto 2: En general los contenidos son adecuados, se contemplan casi todos los aspectos vinculados al tema. Sin embargo podría profundizarse en más aspectos sociales y culturales. Los últimos temas generan discusión que siempre es conveniente en situaciones de interacción, para tomar una postura personal y confrontar o generar argumentaciones entre los participantes.

En la versión final del CD-ROM se añadió información para trabajar el concepto de ecosistema, con la finalidad de relacionar el medio ambiente con los RSU. También se incluyó el desarrollo sustentable y el manifiesto de compromiso por una educación para un futuro sostenible, con el objetivo de que los usuarios pudieran visualizar una posición que refuerce la toma de conciencia ambiental.

El tercer experto hizo una detallada y exhaustiva corrección de la propuesta, que fue de gran utilidad porque permitió llevar a cabo estas modificaciones y replantear otras. Señaló aspectos del lenguaje, de la utilidad de las actividades, sugirió cambios en algunas secuencias y planteó interrogantes que principalmente tenían que ver con la concepción de aprendizaje. En este último aspecto se centró la entrevista realizada a este experto, tratando de consensuar criterios y tomar decisiones acerca de la inclusión de algunas de sus sugerencias.

Adicionalmente, uno de los expertos hizo una recomendación que tiene que ver con una nueva aplicación del CD-ROM. Considera que si este material es usado por maestros del nivel primario alguno de los aspectos tratados probablemente no los entenderían, *“porque les falta conocimiento básico de Ecología y Medio Ambiente”*. Para solucionar este inconveniente, sugiere introducir un apartado previo a la presentación de los RSU, en el que se aborden conceptos básicos especialmente biológicos y físico-químicos, para de esta manera *brindar a los maestros los conceptos básicos especialmente ecológicos*. Esta propuesta nos parece adecuada y se puede abordar más detenidamente en un futuro trabajo a realizar a partir de esta tesis.

En cuanto a la bibliografía, los expertos no mencionan ninguna debilidad, sólo señalan la inclusión de unas citas menores sobre el tema, por lo cual se considera adecuada la selección establecida.

En general coinciden los tres expertos en la apreciación de las actividades, entienden que son *“creativas y son estrechamente transferibles”*, además señalan que pueden *“ser usadas con facilidad en las clases”*. Uno de ellos indica que *“hay un fuerte componente de reflexión en las actividades que es importante para la activación de los procesos mentales”*, de lo que se infiere que las actividades podrían ayudar a desarrollar la comprensión de los aprendizajes en este tema. También recomiendan algunos cambios en la forma de presentar las actividades, como por ejemplo incluir el objetivo de las actividades complementarias, cuestiones que fueron atendidas puntualmente.

Dimensión cognitiva

Para evaluar la **dimensión cognitiva** del CD-ROM se pregunta a los expertos si en la propuesta hay indicios, por ejemplo en las actividades, que les haga pensar que el material desarrollado implica activar procesos mentales que apunten a la construcción del conocimiento, y si se trabaja con las ideas previas y motivaciones que puedan tener los usuarios de este e-módulo. Al respecto uno de los expertos dice:

Experto 2: *En relación a las actividades, considero que son creativas y estrechamente transferibles. Tienen un carácter constructivista, aunque quizás se*

podrían plantear más actividades previas para disparar preconcepciones y de forma permanente, durante la secuencia del módulo, ir volviendo sobre las mismas.

Ante esta sugerencia se amplió la primera actividad del e-módulo tratando de detectar ideas acerca de los problemas que plantean los residuos. Situación que se repite en varias partes del e-módulo; por ejemplo, a través de la discusión de documentos, o en el foro nº 2 donde intercambian opiniones sobre los problemas ocasionados por los RSU, o en la evaluación final de los aprendizajes donde se pregunta sobre “las medidas que tomaría para solucionar problemas generados por los RSU”.

Otro comentario que se destaca, se refiere a los procesos de reflexión que han sido incluidos en el e-módulo. Un experto enfatiza este proceso como una estrategia movilizadora importante y coincidimos con esta finalidad, que ha sido el principal motivo de hacer hincapié en este tipo de procedimiento, tal como plantea Gardner, (1997) acerca de las ventajas comprensivas de reflexionar sobre las propias suposiciones.

Experto 3: Creo que hay un fuerte componente de reflexión en las actividades que es importante para la activación de procesos mentales...

Todos los expertos consideran que la propuesta presentada es motivadora por lo “*novedoso de trabajar con la computadora*”. También uno de los expertos señala que el tema de los RSU es motivador en sí mismo, por “*la fuerte connotación social que tiene*”.

Con respecto al tratamiento de procesos típicos de la ciencia, consideran necesario profundizar en más actividades centradas en la elaboración de hipótesis. Esto es tenido en cuenta para reforzar la actividad nº 7, en la que se solicita elaborar una investigación acotada a la producción de residuos industriales “familiares” que tendrían la misma recolección y disposición que los residuos domésticos, para lo cual se solicita un supuesto o hipótesis que guíe el trabajo. También se propone emitir y verificar hipótesis en uno de los problemas presentados en el programa SiGRES destinado a la simulación de los RSU.

Dimensión epistemológica

Respecto al tipo de ciencia que presenta el CD-ROM se puede inferir a través de sus comentarios que se transmite una ciencia contextualizada. Por ejemplo, cuando dicen que *“la visión sociocultural está presente en las actividades”*, o al señalar que *“se trabaja con lo social, educativo e histórico”*, o cuando reconocen *“algunos aspectos relacionados con la ideología, pero de forma implícita”*. En lo que se refiere al lenguaje científico presentado en los materiales, es considerado *“de fácil acceso y simple, si bien se podría ampliar la terminología científica”*. Para esta observación se ha mantenido el lenguaje propuesto, ya que estamos de acuerdo con lo que dice otro de los evaluadores, al señalar que se trata de *“un estilo lingüístico sencillo y que facilita el aprendizaje”*.

Para finalizar, los expertos opinan que es una *“excelente propuesta”*, *“que los propósitos se logran ampliamente”* y que *“se promueve una perspectiva constructivista del aprendizaje”*.

Resumiendo, este proceso evaluativo del CD-ROM permitió modificar varios aspectos considerados débiles por los expertos, averiguar sucintamente la estructura y secuencia de las actividades del e-módulo y poner en evidencia cada una de las dimensiones del modelo, todo lo cual se consideró como altamente positivo.

9.1.2 Evaluación de aspectos particulares de los docentes-alumnos

Para probar el MoCEL, se implementó un Curso denominado *“Cómo enseñar para comprender los problemas generados por los Residuos Sólidos Urbanos y las distintas alternativas de solución”* destinado a la formación continua de docentes en Ciencias, en el que se utilizó el e-módulo de RSU desarrollado según la metodología propuesta en esta tesis. Para la comunicación con los participantes se empleó la plataforma virtual Moodle de código abierto y el correo electrónico. Las características elegidas en el diseño del Curso responden a los requisitos impuestos por el contexto, tal como se enunciaron en la sección 8.1 del capítulo anterior.

Los participantes¹⁰ de este Curso fueron veinte docentes de Ciencias en ejercicio, que dictan clases desde los primeros años de la educación básica obligatoria hasta los últimos años del ciclo Polimodal¹¹, con orientación de Ciencias Naturales.

La mayoría de ellos no habían realizado cursos con TIC y ésta era su primera experiencia utilizando una plataforma destinada a un Curso de contenidos, ya que el contacto que alguno de ellos tuvo con las TIC se refería sólo al aprendizaje de estas tecnologías y del software básico. El número de sujetos con los que se ha llevado a cabo la totalidad del estudio han sido diez profesores; y no se hizo una selección al azar de los individuos, sino que se tomaron todos los participantes que terminaron y aprobaron el Curso. Del resto de los inscriptos, cuatro finalizaron y realizaron la mayoría de las actividades del Curso, pero por motivos personales y de desplazamiento no hicieron la evaluación final, por lo cual no se han incluido en estos análisis. Los otros seis participantes dejaron inconclusa la tarea en distintos momentos del cursado; dos de ellos lo hicieron por razones de salud, otros dos por dificultades tecnológicas y dos abandonaron sin dar referencia de sus motivos. La deserción en cursos como el que se ha propuesto, donde los docentes participan de manera voluntaria, es frecuente en Argentina. De acuerdo a experiencias anteriores de la unidad académica de la UNC en la que se llevó a cabo este curso, se produce una deserción de docentes entre el 30% y el 50%, tanto se trate cursos presenciales como de cursos a distancia. Por ello, consideramos que los abandonos no son debidos a causas específicas y derivadas de este Curso.

Este Curso se llevó a cabo durante un período de nueve semanas, en el que se distribuyeron dos actividades de forma presencial, una inicial y otra al finalizar el Curso, y el resto se realizó a distancia. El primer encuentro presencial tuvo una duración de cuatro horas y estuvo dirigido por los tutores del Curso. Su objetivo principal era evaluar los siguientes *aspectos particulares de los participantes* (detallados en el figura 9.1).

¹⁰ Se utiliza de manera indistinta el término docente-alumno o participante, para referirse a los alumnos del curso.

¹¹ El ciclo Polimodal constituye el último tramo de la educación secundaria en Argentina.

Motivaciones, actitudes y destrezas hacia las TIC

En primer lugar, se trató de conocer las **motivaciones** de los participantes sobre el Curso y propiciar la relación personal entre los participantes y los tutores, como una manera de consolidar la comunidad de aprendizaje.

Para ello, se realizó una actividad de presentación informal de ambos estamentos, haciendo referencia a las expectativas de cada uno de ellos con respecto al Curso, a sus experiencias sobre el tema y a los encuentros que han tenido con las TIC. Para recoger los datos se utilizó una “conversación informal”, a través de la cual se conocieron aspectos motivacionales de los participantes, en especial relativos a la modalidad que caracteriza la propuesta del Curso, por ejemplo su sentir respecto a la virtualidad de las actividades. La motivación de los docentes se recabó a través del inter-diálogo, incentivado por preguntas informales. En la conversación, los participantes expresaron estar entusiasmados por la temática y por el entorno tecnológico en el cual se inserta la propuesta.

De las expresiones señaladas inferimos buena predisposición de los participantes para aprender, siendo la combinación e integración de la temática presentada con la propuesta tecnológica la principal motivación para estos docentes. Manifiestan que el problema de los residuos se ha agudizado en los últimos tiempos y que hay alumnos de escuelas marginales que *“viven con la basura”* y otros *“que consumen sin importarles las consecuencias que tiene la acumulación de la basura... son desaprensivos con el medio ambiente, no cuidan, no colaboran...”*; ante esta situación *“necesitamos conocer bien el tema para poder incluirlo en nuestras clases...muchas veces no sabemos que hacer... el entorno nos supera”*. Otro aspecto que se rescata de este diálogo es la *“novedad tecnológica”*, *“nuestros alumnos saben más que nosotros...”*, *“quiero ponerme al día y estoy entusiasmada”*. Se hace la acotación de que el Curso no les otorgará un puntaje para su calificación dentro de la formación permanente como docentes, ya que la jurisdicción provincial no acepta cursos que se realicen en más del 40% a distancia. Eliminando esta condición, y si se consideran los resultados hallados en la sección 6.4.4 de esta tesis, se podría afirmar que el interés de los docentes por hacer este Curso, estaría centrado en el reconocimiento y la trayectoria de los docentes a cargo del mismo, su accesibilidad y el tema propuesto.

En segundo lugar, el objetivo de esta investigación se concentró en conocer las **destrezas** y la relación que los participantes tienen con el entorno tecnológico, y observar sus actitudes frente a la computadora.

Se realizó una actividad que permitió familiarizar a los docentes por una parte con la plataforma Moodle, analizando sus componentes y ejercitando un foro con este andamiaje y, por otra, hacerles una demostración del material desarrollado en el CD. Destacamos el hecho de que al principio algunos participantes se mostraron reticentes hacia las TIC (en el sentido de “¿podré?”) y como en el transcurso del encuentro, a través de las actividades que realizaron con la computadora, fueron afianzando su satisfacción. Así mismo, se configuró un ambiente colaborativo entre los que poseían algún conocimiento de la plataforma y aquellos recién iniciados, aportando un clima de trabajo distendido y a su vez concentrado.

Aunque los materiales y la secuenciación de las actividades en el CD-ROM ya está definida para cuando se realiza esta evaluación, resulta de utilidad para ajustar en función de las características de los participantes las estrategias didácticas planteadas en el e-módulo y obtener datos iniciales de los docentes, para compararlos con los que se obtengan al finalizar el Curso. No se pretende con esto hacer mediciones que correspondan a diseños de investigación de tipo experimental o cuasi-experimental, sino que nos proporcionará otra base para poder analizar e interpretar el modelo.

Contenidos elegidos por los participantes

El tercer aspecto a explorar es necesario realizarlo siempre que se elabore cualquier material didáctico; consiste en preguntar a los interesados sobre los contenidos a tratar de la temática o tópico científico seleccionado. En nuestro caso formulamos la siguiente pregunta a los profesores que participan en el Curso: ¿qué contenidos sobre los RSU les interesa abordar?

Para responder a este interrogante se solicitó a los participantes que completarán la “planilla sobre temas o contenidos para ser tratados en el e-módulo” (ver anexo 9.2) en la que debían detallar un listado de temas o contenidos que creen necesario desarrollar en este Curso, ordenándolos según

su importancia. Los datos (contenidos) obtenidos, tras complementar la planilla, fueron procesados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (anexo 9.3) poniendo en ella cada uno de los temas que proponen los docentes, jerarquizados de acuerdo a la escala establecida. De esta manera se obtuvo un listado de 111 respuestas, que se agruparon atendiendo a características comunes, en las siguientes seis categorías:

- **Origen y composición de los residuos:** se refiere a los distintos elementos constitutivos de la basura -tales como plásticos, pilas, papeles, hogareños-, sus fuentes de origen, producción, composición y cantidad. Los conceptos aquí agrupados son 38, de los cuales 36 los ubican como 'muy importantes', siendo esta cantidad la más alta dentro de las categorías establecidas.
- **Tratamiento de los residuos:** implica conocer los diferentes procesos de tratamiento de los residuos, como reciclado, reutilización, descarte, disposición. El número de temas hallados son veintinueve, distribuidos en su mayoría (23) como "muy importantes".
- **Contenidos procedimentales y actitudinales:** se refieren a contenidos que tienen implicación directa con procedimientos, como son comprender conceptos (4) y desarrollar la conciencia ambiental (6).
- **Gestión y legislación,** comprende aspectos relacionados con la legislación, gestión y políticas. Se agrupan 15 temas en esta categoría, de los cuales catorce son clasificados como "importantes" y uno relativo a la aplicación de políticas como "medianamente importante".
- **Impacto,** se reseñan en esta categoría aspectos relacionados con las consecuencias de los residuos en cuanto a salud, impacto, prevención y contaminación. Esta categoría abarca el menor número de temas, con doce propuestas.
- **Contenidos socio-culturales,** se incluyen cinco contenidos educativos, tales como estrategias para la educación ambiental, transferencia a las aulas, educar a los ciudadanos e implementar campañas. Un participante nombra como tema 'muy importante' los aspectos sociales implicados en

la problemática de los RSU, mientras que otro, incluye el tema de la marginalidad vs residuos.

Los resultados hallados nos permiten cotejar los temas que demandan los docentes-alumnos con los propuestos en el e-módulo. Podemos afirmar que la mayoría de los aspectos tratados están incluidos dentro de los tópicos generativos elegidos para el desarrollo de esta problemática ambiental. Sólo se han dejado afuera los temas de líquidos cloacales y el tratamiento de las aguas, ya que consideramos que no son pertinentes al contenido de los RSU. Un docente-alumno incluye en sus prioridades el uso de técnicas de laboratorio, pero no estamos en condiciones de abarcalas en este Curso por las limitaciones que tenemos para ser tratadas con TIC.

Así mismo a través de los resultados obtenidos (número de respuestas y porcentajes) podemos conocer los contenidos más importantes que son considerados por los participantes (ver tabla 9.1).

Contenidos	Frecuencia de respuesta	Porcentaje de respuesta
Origen y composición	38	34,2%
Tratamiento de los residuos	29	26,2%
Gestión-legislación	15	13,5%
Impacto	12	10,8%
Procedimentales y actitudinales	10	9,0%
Sociales y educativos	7	6,3%
Total	111	100,00%

Tabla 9.1: Frecuencia y porcentajes de contenidos propuestos por los participantes.

En estos resultados, se remarca que los participantes prácticamente no consideran los aspectos sociales ni culturales, ya que sólo se nombran estas cuestiones dos veces sobre los 111 enunciados encontrados. Esto nos hace pensar que, este aspecto vinculado a los RSU es poco priorizado, ya que si hubieran sido tenidos en cuenta, habrían sido incluidos como “poco importantes” y no ausentes como se observa en este listado.

La situación presentada concuerda con los hallazgos obtenidos en estudios anteriores (Tauro y Valeiras, 2002; Valeiras y Marchesini, 2000), en los que se muestra que en Educación Ambiental es difícil de encontrar entre los docentes y los estudiantes un enfoque que integren las dimensiones biológica, social y cultural, siendo estas dos últimas las que se encuentran menos valoradas. La situación presentada refuerza la necesidad de que en el e-módulo se haga hincapié en esta cuestión. Creemos que es ampliamente considerada en el desarrollo de la primera unidad, cuando se aborda el tema de la relación del Hombre con el entorno.

En los análisis cualitativos como el que estamos presentando, es importante usar distintas fuentes para dar validez a los resultados, contrastando y combinando la recogida de datos desde distintas perspectivas (Stubbs, 1987). Para ello, en una instancia posterior de la clase presencial se propone otra actividad a través de la cual se obtienen más datos acerca de los aspectos de RSU que se consideran importantes, pero ahora desde una óptica diferente. La metodología usada para recoger la información fue a través de un foro virtual previamente organizado en la plataforma Moodle. La discusión gira en torno a la pregunta: ¿qué temas o contenidos sobre RSU consideran importantes para que sean comprendidos por sus alumnos?

Como mencionamos al comienzo de esta sección, un foro permite conocer la mecánica de participación que se establece en una plataforma y las respuestas allí colocadas también sirven para indagar, desde esta otra perspectiva, los temas tenidos en cuenta como más relevantes sobre los RSU. Esto nos brinda la posibilidad de cruzar la información obtenida por este medio con el listado de contenidos colocados por los docentes-alumnos en la planilla anterior.

Con los datos recogidos se utiliza la misma metodología de análisis que la usada para la categorización de los conceptos o temas en el estudio presentado anteriormente. En el primer caso se usó una planilla, en la que los participantes debían completar casilleros con los conceptos o temas, mientras que en este segundo caso se hizo de forma menos estructurada, a través de las respuestas dadas en un foro. Se observa que las opiniones expresadas en el mismo son sintéticas y no se expanden en una discusión, los participantes sólo expresan temas o conceptos puntuales. Por ello, no se interpretan los textos sino que se transcriben en forma casi literal.

Los resultados de ambas exploraciones se comparan y se detallan en la Tabla 9.2, que recoge la frecuencia y porcentajes de los temas de interés. Las dos primeras columnas corresponden a los contenidos que los docentes piensan que son interesantes tratar en un Curso dirigido a ellos y las dos restantes para un Curso dirigido a sus alumnos.

Contenidos	Para docentes		Para Alumnos	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Origen y composición	38	34,2%	8	11,1%
Tratamiento de los residuos	29	26,2%	22	30,6%
Gestión-legislación	15	13,5%	7	9,7%
Impacto	12	10,8%	9	12,5%
Procedimentales y actitudinales	10	9,0%	23	32,0%
Sociales y educativos	7	6,3%	3	4,1
Total	111	100,00%	72	100,00%

Tabla 9.2. Resultados comparativos de contenidos propuestos por los docentes para un Curso dirigido a ellos y para un Curso dirigido a estudiantes.

En la categoría **tratamiento de los residuos**, los docentes-alumnos mencionan dos aspectos que sus alumnos tendrían que comprender pero que no los han considerado como tema de su interés para el Curso. Se trata de dos aspectos muy importantes, como son la *disminución en la producción de los residuos* (4 veces) y la *eliminación y disposición de los residuos* (4 veces). Esto sugiere que la disminución y disposición de la basura no están lo suficientemente internalizadas como para pensar en incluirlo en una problemática a trabajar en un curso de formación. Otra explicación proviene de ciertas ideas cotidianas acerca de la basura, tales como que su gestión no es una responsabilidad de los individuos, sino de los municipios. O que las personas tienen un cuidado diferente respecto a la basura generada en espacios privados individuales o en públicos, donde las conductas para “hacerse cargo” de ella son totalmente diferentes. No es sencillo probar estas actitudes hacia los problemas ambientales con instrumentos convencionales de investigación, ya que seguramente los sujetos reconocerán que es importante disminuir la basura, reciclarla, reusarla o hacerse cargo de ella. De cualquier manera, ésta es una interpretación preliminar y no se han encontrado trabajos

que indiquen las ideas intuitivas de los docentes para referenciarlos en este caso; es por ello que este aspecto puede ser una línea de trabajo para futuras investigaciones. El único trabajo que se encontró relacionado indirectamente con este tema es el estudio de Kotland (1997) sobre preconcepciones sobre residuos en estudiantes.

Para una mejor visualización de estas comparaciones se grafican estos resultados en la figura 9.3.

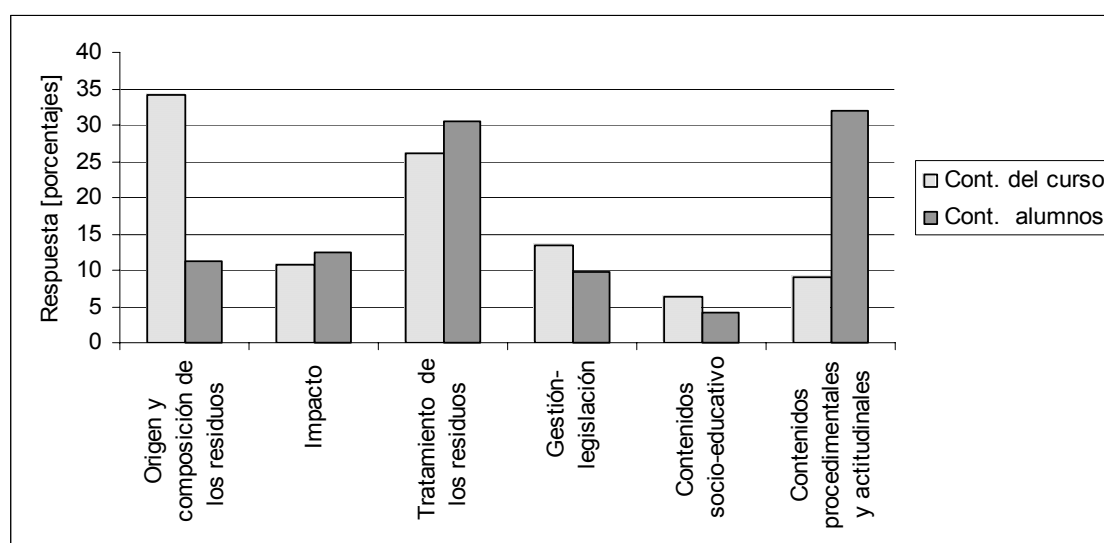


Figura 9.3: Comparación de conceptos o temas sobre RSU.

Se observan diferencias en algunos aspectos, entre lo que los docentes esperan de este Curso y lo que ellos consideran que es importante que conozcan sus alumnos. Con respecto a “origen y composición de los residuos”, se puede suponer que las diferencias se deben a que los docentes están en un proceso de formación en esta temática y por ello demandan mayor cantidad de información que la que les darían a sus estudiantes, por este motivo creemos que son más bajos los porcentajes de los contenidos que los docentes-alumnos consideran que son necesarios para sus estudiantes.

Llama la atención el mayor porcentaje de contenidos encontrados para los alumnos en la categoría designada como “contenidos procedimentales y actitudinales” que los que proponen los docentes para el propio Curso en el que están involucrados. Para aproximar a una interpretación de este hecho se detallan los contenidos enunciados en la tabla 9.3.

Contenidos procedimentales y actitudinales	Para docentes		Para Alumnos	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Toma de conciencia ambiental	6	60%	9	39,1%
Importancia de conocer el tema	0	0	3	13%
Comprender el problema	0	0	5	21,7%
Buscar soluciones	0	0	4	17,3%
Comprender conceptos	4	40%	2	8,9%
Total	10	100,00%	23	100,00%

Tabla 9.3: Temas o contenidos procedimentales y actitudinales

Como observamos, los docentes consideran necesario tratar con sus alumnos más contenidos procedimentales y actitudinales, que los que para ellos entienden necesarios. Parece desprenderse de estos resultados que los profesores creen que ya disponen de las capacidades procedimentales y están medianamente concienciados con la problemática de los residuos, pero que sin embargo, sus alumnos necesitan adquirir capacidades procedimentales y actitudes ecológicas y de respeto al medio ambiente.

Para concluir con el análisis presentado, sintetizamos los resultados que se registran en:

- Los conceptos más citados corresponden a las categorías identificadas como “origen y composición” y “tratamiento” de los residuos, que en conjunto constituyen el 60% de las respuestas. Se menciona muchas veces a las “cosas físicas” como componentes de los residuos, por ejemplo a los plásticos o pilas, siendo lógico que sea de esta manera ya que los aspectos más simples de conocer son los primeros que se evocan. En el listado referente a los RSU colocan en la categoría “muy importante” algunos residuos que no lo son, por ejemplo los cloacales o los excrementos. Esto indica que los docentes no pueden precisar el alcance o referencia del término RSU.
- En términos generales, las cuatro categorías restantes fueron nombradas en menor grado. Por ejemplo, los temas que tienen que ver con el “impacto y consecuencias de los RSU” fueron presentados de manera escueta y sin apenas relación con los residuos y sus consecuencias. Adicionalmente, los docentes nombran genéricamente el término “impacto” sin enunciar a qué se refieren.

- Los participantes no mencionan la *reducción* de los residuos, siendo éste uno de los factores más importantes para enfrentar los problemas que generan los RSU. Sin embargo, lo colocan como un tema que deben comprender sus estudiantes. Otro tanto sucede con la *disposición final* de los residuos.
- Tampoco aparecen *conceptos culturales y económicos* vinculados con los RSU, especialmente aquellos relacionados con consumo o desarrollo sustentable.

En un segundo momento de la actividad presencial que estamos describiendo, se solicita a los participantes que ordenaran los temas o conceptos propuestos en un **esquema o diagrama conceptual**. La importancia de llevar a cabo este ordenamiento radica en la concepción teórica que sostiene que los mapas conceptuales son un recurso para tratar de “identificar los conceptos claves de un cierto conocimiento y organizarlos en un diagrama con alguna jerarquía” (Moreira, 2000). Esto nos da la posibilidad de indagar más profundamente en la estructura conceptual de los participantes. De acuerdo con ello, se toma esta estrategia y se flexibiliza la consigna de trabajo, para que los participantes pudieran incluir diagramas conceptuales en lugar de mapas conceptuales, porque son menos estructurados.

En su mayoría, los resultados obtenidos fueron esquemas simples de los temas enunciados, que no respetan un orden jerárquico ni establecen conectores o relaciones entre conceptos; y en muchos casos no incluyen todos los temas enunciados. De esta forma, son escasos los resultados que pueden aportar con respecto a la organización de los conceptos; sin embargo, sí nos resultarán útiles para compararlos con los esquemas que se piden en la evaluación final del Curso. A modo de ejemplo presentamos, en las figuras 9.4 y 9.5, dos esquemas elaborados respectivamente por los docentes P7 y P8.

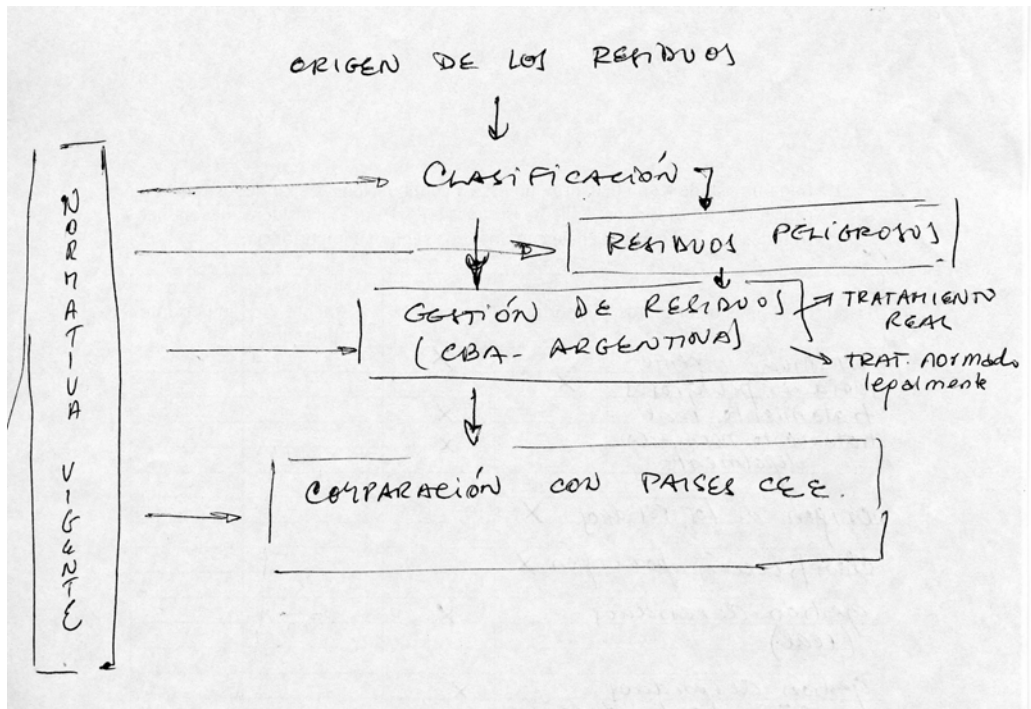


Figura 9.4: Esquema inicial elaborado por el participante P7.

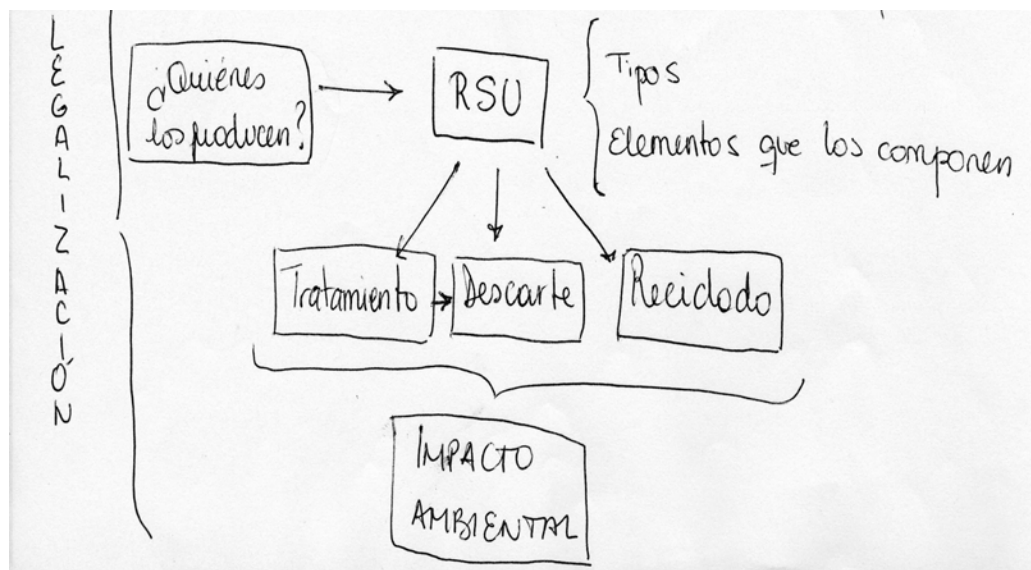


Figura 9.5: Esquema inicial elaborado por el participante P8.

9.1.3 El conocimiento previo de los docentes-alumnos

Dentro de la evaluación inicial también hemos tratado de responder a la siguiente pregunta: ¿qué ideas tienen los docentes-alumnos sobre los contenidos conceptuales y actitudinales referidos a los RSU?

La investigación se concentró en dos objetivos referidos a explorar el conocimiento previo de los participantes del Curso. En primer lugar se indagó sobre algunos contenidos conceptuales de los RSU y posteriormente contenidos actitudinales, muy importantes en este tema.

Los contenidos conceptuales

Para la primera exploración se utilizó como instrumento para recabar los datos un “cuestionario inicial sobre conocimiento previo relativo a los RSU” (anexo 9.4). Consta de ocho preguntas abiertas, para ser contestadas en espacios predeterminados, por lo cual las respuestas han de ser breves y precisas. Los participantes respondieron a las cuestiones planteadas, siendo ésta la última actividad de la clase presencial ya descrita en la sección anterior.

En el primer ítem se pregunta sobre lo que entienden por el concepto de residuo. Todos los participantes coinciden en una definición más o menos única centrada en la no utilidad de los elementos que constituyen los residuos, y sus definiciones giran en torno a *“un excedente”, “algo que no sirve”, “algo para tirar”*. Esta concepción se contrapone a la idea de utilidad y aprovechamiento que podría tener este concepto, centrado en reusar los materiales de desecho y en consecuencia poder disminuir los residuos a través de su aprovechamiento. Resultados parecidos se han encontrado en investigaciones anteriores (Valeiras et al., 1990; Valeiras y Campaner, 1993; Valeiras, 2001), cuyos datos nos brindaron información para diseñar la presentación de los contenidos en la primera pantalla del e-módulo. De esta manera la propuesta hecha en el CD-ROM comienza con el interrogante de si la basura es un residuo o un desecho y a continuación se les propone que reflexionen sobre lo que piensan acerca de la diferencia entre residuo o desecho, que en síntesis son las ideas que poseen al respecto cada uno de los participantes de este Curso. Esta actividad inicial, conjuntamente con la siguiente referida a una serie de preguntas relativas a lo que plantea el video “Costumbres”, permite establecer un anclaje del nuevo conocimiento en la concepción previa que tienen los docentes-alumnos sobre el concepto de residuo y su actitud hacia ellos.

Continuando con las respuestas al cuestionario inicial, en los resultados hallados no parece haber coincidencia cuando los participantes definen cuáles son los *elementos constitutivos* de los RSU. Algunos incluyen a los líquidos cloacales y efluentes como residuos sólidos y confunden sustancias orgánicas con inorgánicas.

Con respecto a las *fuentes de la elevada producción* de los RSU, la mayoría identifican al incremento del consumo, del poder adquisitivo y del desarrollo industrial como las causas de este fenómeno. Entre las ciudades del mundo que mencionan como mayores productoras de residuos, colocan las grandes capitales de manera azarosa, por lo que no parece haber conocimiento ni criterio para tomar esta decisión, excepto que se trate -como dice uno de los participantes-, de ciudades *“muy grandes con la consiguiente mayor producción de residuos”*.

Sobre los *porcentajes* de los elementos constitutivos que intervienen en la basura, se obtienen respuestas sumamente variadas, hay participantes que creen que el 60% son sustancias inorgánicas y otros consideran que este porcentaje corresponde a los componentes orgánicos, por lo que no parece que tengan claro cuál es el principal componente de los residuos sólidos, comúnmente denominados domésticos.

En el comienzo del desarrollo de la segunda unidad del e-módulo se consideran estos conocimientos previos, introduciendo una actividad (la n° 5) que solicita buscar datos sobre la cantidad de los distintos componentes de los RSU que se producen en el lugar de residencia de cada docente-alumno, además de leer un texto y reflexionar sobre la ecuación “mayor riqueza = mayor producción de residuos”. El objetivo de esta actividad también es lograr un anclaje con las ideas alternativas que han demostrado tener los participantes del Curso. Esta actividad fue compartida y discutida en el foro n° 3, donde los docentes tuvieron que extraer y buscar datos sobre la producción de RSU en su casa, en su localidad y en otras partes del mundo.

Es interesante señalar que algunos participantes dicen que sus datos coinciden con los resultados obtenidos, por ejemplo uno expresa: *“los resultados son similares a los que suponía”*. Sin embargo, esta observación aparece como contradictoria si comparamos los datos reales con los iniciales propuestos por

los participantes reseñados en los párrafos anteriores. Tal vez, de este hecho podemos interpretar que ha habido una mayor comprensión de lo que representa cada componente de la basura, lo que ha permitido posiblemente una acomodación de los conceptos, otorgándoles otra significación. Los participantes se sorprenden al comprobar que, según alguna de las fuentes consultadas, se producen más residuos por persona en la ciudad de Córdoba (1,2 Kg/día) o en la ciudad de Capilla del Monte, del interior de esta provincia (1,4 Kg/día), que los que se producen en Estados Unidos (0,875 Kg/día). El hecho de que cada participante haya contabilizado y pesado los elementos que contienen los residuos que producen diariamente, junto con la información anteriormente reseñada, creemos que puede contribuir al proceso de cambio conceptual necesario para un aprendizaje significativo y colaborar con la comprensión de estos conocimientos.

Otro aspecto explorado a través del cuestionario, se refiere al planteo de posibles *soluciones* para el manejo de los RSU. La mayoría de los encuestados contestaron que reciclar los residuos es lo que mejor se puede hacer con ellos en una ciudad y sólo tres opinan que hay que tratar de que se generen menos, es decir de reducir su volumen. Nótese que este dato concuerda con el encontrado en la sección anterior. Estas concepciones que en sí mismas no solucionan el problema, han sido consideradas en el inicio de la unidad tercera del e-módulo; para ello, se presenta una *situación-problema* que pretende indagar sobre quiénes son los responsables de la masiva producción de residuos, cuáles son los problemas generados y si se pueden minimizar. Se trata de mostrar un procedimiento global que permita establecer un destino final sustentable para los residuos. También consideramos que estas actividades son importantes para la comprensión de los aprendizajes y su significatividad, a través de buscar soluciones transferibles y aplicables a los problemas cotidianos.

Todos los docentes-alumnos afirman en el cuestionario que, de alguna manera, la *educación* es una de las vías más importantes para solucionar los problemas que generan los RSU. La diferencia en sus pronunciamientos está en la forma y en los lugares donde se desarrolle este proceso educativo. Señalan que puede llevarse a cabo por medio de campañas de sensibilización, desde la escuela, a través de la publicidad en los medios de comunicación o en los centros barriales. Parece previsible que se priorice esta concepción, ya que se

trata de un grupo de educadores con necesidades concretas de transferir los aprendizajes adquiridos a sus clases. Considerando esta situación, en el cierre de cada una de las tres unidades se ofrecen actividades de transferencia áulica que no sólo tienen que ver con situaciones conceptuales del campo de las ciencias, sino que también tratan de integrar aspectos de la cultura, como alguna propuesta basada en el cine o la pintura, entre otros.

La pregunta seis del cuestionario se refiere a cómo se puede *recuperar* la basura. En su mayoría, las respuestas dadas por los participantes afirman que se debe reciclar, mientras que sólo dos de ellos reconocen la importancia de la reutilización de los residuos, ya sea “*para aprovecharlos como recursos o utilizarlos para otro fin*” o “*tratarlos y usarlos en otra subproducción de residuos*”. Estos resultados son consistentes con la baja frecuencia sobre “reutilización” encontrada en el listado de conceptos o temas (4), cuando los participantes completaron la planilla del anexo 9.2. Esta concordancia de resultados se podría interpretar a partir de lo que se observa en la vida cotidiana con respecto al uso de la palabra “reciclado”. En el lenguaje cotidiano se observa que el significado que se otorga a la expresión reciclar abarca tres procesos: reusar, reducir y reciclar. Partiendo de esta idea previa, ya conocida antes de esta investigación a través de la experiencia en cursos de capacitación llevados a cabo por la autora de este trabajo, se incluye en el módulo, por una parte, la actividad nº 9 que solicita, después de una lectura, que sintetizen cómo se puede reducir los residuos en cinco principios básicos, y por otra, se organiza el foro nº 4 para discutir un artículo polémico acerca de las ventajas e inconvenientes de los embalajes y la trascendencia que tienen sobre la producción de los residuos.

Continuando con el análisis del cuestionario, la pregunta siete persigue que los docentes expresen la importancia y necesidad de *solucionar* el problema de la basura, solicitándoles que indiquen lo que ellos harían para que toda la población colabore con este problema. Este aspecto tiene que ver con el concepto de comprensión, que es entendido como la capacidad de aplicar lo que se sabe. También sus respuestas nos muestran las ideas que tienen al respecto; las hemos agrupado en las siguientes categorías:

- Las referidas a la *educación* -que incluye formación, campañas publicitarias de sensibilización, entre otras-, donde se ubican la mayoría de las respuestas (8).
- *Sanciones y multas*, con dos respuestas.
- La toma de *conciencia ambiental* que depende directamente del conocimiento acerca de la problemática, con tres respuestas.

Esta pregunta también nos da a conocer las ideas que tienen los participantes con respecto a este tema y será de utilidad para observar si hubo cambios cuando se les haga esta misma pregunta en el cuestionario final. La comparación de estas dos cuestiones es importante para observar si uno de los principales objetivos del e-módulo es conseguido por los docentes-estudiantes. Este objetivo está centrado en comprender los principales procedimientos para enfocar la problemática de los RSU y poder solucionar los problemas ambientales que estos plantean.

La última pregunta tiene que ver con el *rol o papel de la basura* dentro del ecosistema. Se ha incluido en el cuestionario para saber si los participantes reconocen a los desechos como parte de un ciclo biológico en el que se degradan (o no) sus componentes. Cuatro participantes hacen explícita estas consideraciones y el resto ve otras implicaciones, como por ejemplo ser fuente de recursos de supervivencia para las clases marginales. Esta pregunta se incluyó con el objetivo de corroborar la sugerencia que hizo uno de los expertos, acerca de la necesidad de incorporar los ciclos biogeoquímicos.

Los contenidos actitudinales

Otro aspecto importante que se debe identificar son los contenidos actitudinales, especialmente cuando se trata de un tema como el presentado, en el cual la concienciación es un factor determinante para solucionar los problemas ambientales. El cambio de actitudes se considera una estrategia para conseguir regular la relación del hombre con su ambiente, tratando de que toda la población modifique su percepción hacia el ambiente. Bonnes y Secchiaroli (1992), considera que la percepción ambiental proviene de la interacción entre el mundo interior del sujeto y el medio. La define como un proceso cíclico entre el *ambiente presente*, los *esquemas cognitivos* y la *exploración perceptiva*. La exploración perceptiva se ubica como un elemento intermediario entre el

ambiente presente y el esquema cognitivo del sujeto, actuando en la selección de determinados elementos del ambiente. A su vez, el ambiente presente funciona modificando los esquemas cognitivos que se comportan como elementos orientadores que dirigen la exploración perceptiva; cerrando de esta forma su influencia recíproca (ver figura 9.6).



Figura 9.6: Proceso de percepción ambiental, según Bonnes y Secchiaroli (1992).

De acuerdo con este planteamiento, es importante destacar que existe un mundo interior en correlación con el mundo exterior, que no posee las mismas dimensiones y que la percepción ambiental se puede observar externamente en el sujeto por medio de sus movimientos, acciones y sentimientos. Teniendo en cuenta esta última consideración teórica proponemos indagar, a través de la observación de un video incorporado en el CD-ROM, en los contenidos actitudinales que tienen los docentes-alumnos acerca de los RSU (anexo 9.5).

Los contenidos de los RSU no son explícitos en el video; pretendemos sintetizar a través de las imágenes y el sonido aspectos afectivos del problema que causan los residuos. Creemos que esta estrategia de indagación puede servir para conocer el pensamiento de los participantes, a través de sus respuestas al cuestionario “indagar sobre contenidos actitudinales” que se acompaña a continuación:

- ¿Qué sensaciones experimentó al ver el video? Enumérelas.
- ¿Cuáles son los conceptos más importantes que muestran las imágenes? Realice un listado escribiendo una sola palabra por cada concepto.
- Analice y señale cuáles de esos conceptos le resultan conocidos y cuáles no.

- ¿Se refleja su "entorno" en las imágenes?
- De las características planteadas, ¿con cuáles se identifica y cuáles rechaza? Explique sus respuestas.
- ¿Por qué piensa que el video se titula "Costumbres"?
- ¿Cómo cree que sus alumnos visualizan el problema de la basura?

Hay que realizar un esfuerzo investigativo para conocer las actitudes de los participantes, tal como lo que hemos intentado. Aunque sabemos que es sólo una aproximación y que en el caso de la virtualidad es más difícil estructurar elementos que muevan afectos y demuestren actitudes, no hemos querido dejar de lado este aspecto si bien los resultados que se puedan obtener tienen sus limitaciones.

En el (anexo 9.6) se muestran las respuestas de cinco docentes-participantes. Originariamente las respuestas se debían enviar al foro nº1 pero, por desajustes iniciales en la plataforma, este foro tuvo que ser suspendido y la comunicación se estableció entre los tutores y los participantes a través del correo electrónico. Esta alternativa no dio la posibilidad de discutir ni intercambiar opiniones, lo que seguramente hubiera hecho más fructífera esta actividad y quizás se hubieran podido obtener otros resultados y conclusiones. De cualquier manera, se observa que todos los participantes mencionan sensaciones negativas con respecto a los RSU, como enojo, impotencia, confusión, desorden, estupor y unas pocas sensaciones positivas, como simplicidad y serenidad. Cabe aclarar que la presentación no explota imágenes sensacionalistas, como puede ser las montañas de basura de las Filipinas con personas que viven dentro de ese basural, o el tren de los recicladores que realiza la tarea de cirujeo en Buenos Aires (Gobierno de Buenos Aires, 2004). Por el contrario, se vale de la música, de imágenes conocidas y de un libreto especialmente escrito para mostrar distintas aristas del problema. Los docentes-alumnos identifican conceptos de tipo social y cultural que no los habían mencionado anteriormente, tales como progreso, desarrollo, costos, medios de comunicación, supervivencia, crecimiento demográfico, entre otros, que intencionalmente se incluyen para que se reconozcan estas dimensiones del enfoque medioambiental.

Para finalizar con la evaluación de entrada, señalamos que la obtención de los datos se ha realizado por medio de la diversidad de instrumentos presentados,

ya que esto permite cruzar la información y de esta manera los resultados tienen mayor confiabilidad. En general afirmamos que los resultados obtenidos, respecto a los contenidos que los docentes priorizaron para tratar en el Curso, coinciden en su mayoría con los conceptos propuestos previamente para el e-módulo. Así mismo, las ideas previas de los docentes estudiados también coinciden con las que ya conocíamos y que tuvimos en cuenta para la secuenciación de las actividades del e-módulo. En el caso de que hubieran aparecido ideas alternativas significativamente diferentes a las supuestas originalmente, entonces habríamos enriquecido el e-módulo agregando nuevas actividades e incluso temas para provocar otros anclajes. De todos modos, el e-módulo se desarrolla estableciendo una multiplicidad amplia de elementos, en los que se pueden encontrar las distintas ideas que suelen tener los participantes.

9.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PROCESO

La evaluación del proceso permite identificar y describir las características particulares que interactúan cuando se lleva adelante la ejecución del Curso en el cual se operacionaliza el e-módulo de RSU. En esta etapa se analiza el proceso de aprendizaje de los alumnos y la comunicación que mantienen entre ellos y con el tutor. La investigación evaluativa del proceso tiene por objetivo hacer un seguimiento continuo de la marcha del Curso y realizar los ajustes que fueran necesarios. A partir de lo expuesto surgen las siguientes preguntas que guían esta investigación:

- ¿Cuáles son las posibles dificultades que pudieran aparecer durante el desarrollo del Curso?
- ¿Cómo se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje?
- ¿Qué características tiene la comunicación que mantienen durante el Curso los participantes y el tutor, a través de los foros y el correo electrónico?

La evaluación de proceso se esquematiza en la figura 9.7. Para la recolección de los datos se han utilizado diversos instrumentos y estrategias de

investigación, que permiten responder a las preguntas formuladas. En primer lugar, se han considerado los discursos escritos en los *diarios de clase* llevados a cabo por tres participantes del Curso; a través de estos registros se reconocieron algunos procesos de aprendizaje y dificultades suscitadas a lo largo del Curso. En segundo lugar, se analizaron las actividades realizadas por los participantes del Curso y cuatro *entrevistas en profundidad*, enfocadas a evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje y la comprensión. En tercer lugar se ha contabilizado el *número de ingresos y tiempo de permanencia* de los participantes en la plataforma Moodle, a través de una planilla que muestra la participación de los docentes-alumnos y que posibilita un seguimiento longitudinal del Curso. Y en cuarto lugar, se ha analizado la *cantidad y tipo de participación*, y los *estilos y estructura de la comunicación* entre los alumnos y tutores, llevada a cabo a través del correo electrónico y durante las intervenciones de los participantes en los foros.

Se expone en la figura 9.7 una síntesis de la evaluación del proceso.

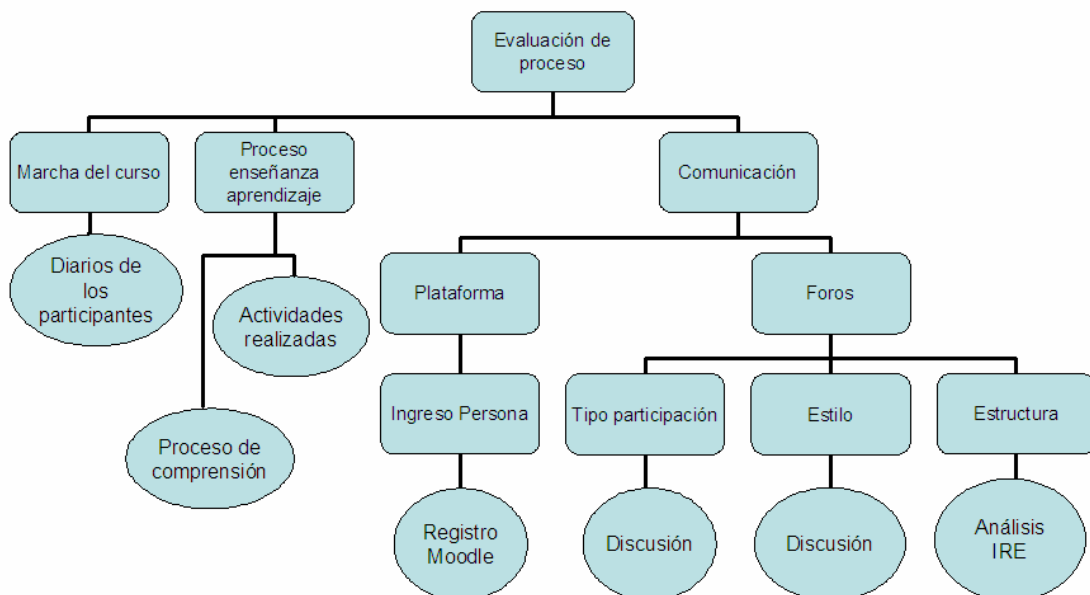


Figura 9.7: Esquema de la evaluación de proceso.

9.2.1 Registro de la marcha del Curso mediante diarios de clase

Los *diarios de clase*, son instrumentos personales de observación que se denominan de forma genérica “diarios” (Pérez Serrano, 1994). Constituyen un buen instrumento para registrar lo que ocurre en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Curso sobre los RSU, desde la perspectiva de los participantes. Para la elaboración de los diarios no se fijó ninguna pauta específica, sino que los participantes trataron de contar su experiencia y describir en detalle los aspectos que consideraron más importantes. De los cinco docentes-alumnos a los que se les solicitó que elaboraran un diario de clase virtual sólo tres se comprometieron con esta tarea, debido a la fuerte dedicación que requiere su elaboración, muy por encima de las exigencias del Curso, tal como lo señala el comentario realizado, en este sentido, por un participante: *“me cuesta un montón realizar el Curso y el diario de clase en paralelo”*. Al respecto, observamos una limitación de este instrumento de evaluación cuando son elaborados por participantes que disponen de poco tiempo. En el diagnóstico inicial, expuesto en el capítulo 6 (sección 6.4.3), referido a las posibilidades de capacitación de los docentes, ya se alertaba sobre la excesiva carga laboral del profesorado, que una vez más queda expuesto de manera gráfica en el comentario del siguiente participante:

Docente PC: (...) a pesar de las corridas entre ir de un trabajo al otro... y el hecho de haber estado con mucho trabajo hacía necesario aprovechar cada instante para responder actividades, ¡inclusive viajando!

A pesar de esta limitación, los tres diarios de clase fueron realizados secuencialmente y con regularidad, constituyendo un instrumento útil tanto durante el desarrollo del Curso, porque nos permitió detectar y solucionar problemas operacionales y de comunicación, como al finalizar el mismo porque nos permitió configurar una apreciación global del Curso, a través de los comentarios realizados por los participantes de esta actividad.

Para procesar la información se separaron los textos de los diarios de clase en unidades de análisis, de acuerdo con las dimensiones planteadas en el MoCEL. De esta manera, se seleccionaron aquellas unidades de análisis enfocadas sobre todo en describir y ejemplificar el aprendizaje y la comunicación; se ha intentado hacer hincapié en estos procesos, aunque como

señala Fandos Garrido (2003) exista “una dimensión más visible de tipo explícita... y una dimensión más mental, más implícita, que incluiría la dinámica implicada en los procesos de comprensión”. De acuerdo con esta idea, resulta difícil observar y por lo tanto evaluar los procesos; por lo cual, sólo nos atrevemos a tomar los aspectos más visibles del aprendizaje, que son aquellos que manifiestan los propios participantes, a través de los comentarios hechos en los diarios de clase.

A continuación se exponen los resultados obtenidos, destacando las unidades de análisis que corresponden a cada una de las dimensiones propuestas en el MoCEL. Las fechas de los registros sólo aparecen para el participante denominado “Docente PA”, que es el único que las consignó. En algunos casos, se subrayan las ideas centrales que utiliza el investigador en sus interpretaciones.

Comenzamos la exposición analizando algunos aspectos que señalan los participantes y que se identifican dentro de las dimensiones **multimedial** y **contextual** del MoCEL. Estas dos dimensiones se estudian de forma conjunta debido a que los participantes en sus diarios han denominado globalmente como recursos de aprendizaje, tanto a las destrezas en el uso de la computadora como a los recursos tecnológicos, por lo cual nos resulta muy difícil de separar éstas dimensiones en sus discursos.

Todas las variables consideradas en la dimensión multimedial del modelo, conformada por: a) la forma de presentación, b) la estructura y mapa de navegación, c) la representación multimedial y d) los elementos de pantalla, han sido tenidas en cuenta en la elaboración del e-módulo para lograr fundamentalmente una adecuada presentación y organización que favorezca el aprendizaje. A partir de las expresiones vertidas en los diarios de clase por los participantes, se reafirma la condición de “amigabilidad” que presenta el CD-ROM cuando señalan:

Docente PA: 9/04/05 (...) empecé a explorar el CD desde el menú. Está clara la redacción y muy bien estructurado. ¡Me encanta este CD interactivo!

Docente PB: (...) es la primera vez que participo de un curso a distancia, y la verdad es que no me imaginaba cómo era. Apenas entré en la plataforma, tuve ganas de entrar en todos los links, de recorrer todas las opciones, que había. Me

gustó mucho, era algo nuevo para mí... está todo muy bien señalado en el aula virtual, y no tuve inconvenientes, supe como manejarme. También me gusta mucho como está elaborado y diseñado el CD, aspecto que hice saber a las tutoras, y por lo cual los felicité, se podía ver un buen trabajo. Entonces tuve la sensación de que estaba haciendo un curso de "calidad".

Docente PC: (...) el entramado del curso guiado por el CD me permitió seguirlo adecuadamente...me resultó muy práctico el diagrama conceptual del CD y los hipervínculos.

Como observamos, los participantes no asocian directamente el diseño y la estructura del CD-ROM con sus aprendizajes, pero se puede suponer que, dada las características positivas señaladas acerca de los recursos tecnológicos presentados, éstos parecen proporcionar una alta motivación, condición imprescindible para potenciar el aprendizaje.

En el CD-ROM se incluye un video, ya descrito en la sección 8.2, que tiene por objetivo mostrar la problemática de los RSU a través de una presentación de problemas auténticos y situaciones cercanas al entorno de los participantes, y que al verlo les provoca "activar conocimientos semejantes a los que emplearían en la vida real" (Badía y Monereo, 2005). Por otra parte, la enseñanza para la comprensión es el marco teórico en el que se apoya la propuesta del MoCEL; dentro de esta teoría, Gardner (1999) afirma que para lograr una mejor comprensión del aprendizaje hay que presentar tópicos que tengan significado para el sujeto y que sean problemas reales de la vida cotidiana del contexto de los estudiantes. Este recurso audiovisual, a través de las imágenes que muestra, cumple con estas condiciones, tal como lo señala uno de los participantes a través del siguiente comentario:

Docente PC: (...) Me gusta el video. Y me gusta que lo hayan hecho personas que conozco (¡siempre parece que todo viene de fuera!)...me siento incluida porque veo imágenes de mi ciudad, lugares comunes. Pienso en cómo lo habrán realizado (veo dibujos y filmaciones de televisión o de la ciudad). Coincido con algunas cosas, disiento en otras, me quedo pensando en otras...que me sugieren. Lo relaciono con una materia que dicto en la escuela...

Este reconocimiento de su entorno y el sentimiento de pertenencia, nos estaría indicando que por medio de estas imágenes se logra un acercamiento de los

problemas de residuos al docente-alumno, lo que seguramente ayuda al aprendizaje y a la comprensión. Esta última inferencia tiene que ver con el hecho de que el participante también expresa procesos de pensamiento que de alguna manera se relacionan con el video, así como la posibilidad de transferirlo a su acción docente.

Como anticipáramos al comienzo de este apartado, la evaluación del proceso, además de describir la situación de aprendizaje, tiene por objetivo identificar dificultades que pudieran aparecer durante la ejecución del Curso. Es así que, cuando los participantes tuvieron que llevar a cabo la actividad de observar el video, se produjeron dos tipos de problemas diferentes vinculados con las dificultades tecnológicas.

Por una parte, debido a la escasa memoria de las computadoras de los participantes, tal como ya se detectó en la investigación diagnóstica expuesta en el capítulo 6, se presentaron situaciones como las que se enuncian a continuación:

Docente PA: (...) el video me pareció interesante pero me dio la impresión de que el archivo era demasiado pesado porque lo ví y escuché entrecortado... será mi máquina... hoy recibí la ayuda solicitada....

Docente PB: (...) tuve problemas al principio ya que no podía ver el video que traía el CD, por esto demoré en subir esta actividad.

Docente PC: Cuando quiero ver el video me cuesta porque no puedo escucharlo ni verlo con nitidez. Seguro que hay algo en la placa o en la configuración que no es adecuado y causa estos problemas. Demoro unos intentos en poder ver y escuchar. Mi marido me ayuda en eso.

Otras de las dificultades señaladas están relacionadas con la escasa capacitación de los docentes en el uso de la computadora; así se infiere de los comentarios anteriores, ya que con frecuencia demandan ayudas para solucionar distintos problemas, que en algunos casos pueden ser resueltos por amigos o familiares y en otros por los tutores a través del correo electrónico. También es frecuente que se atribuyan los problemas a deficiencias externas (por ejemplo: del CD) y no a déficit propios, como se pone de manifiesto mediante el siguiente comentario:

Docente PC: (...) *Antes que nada, quiero decir que efectivamente los vínculos que no podía abrir desde la presentación de macromedia eran problema de mi computadora. A raíz de inconvenientes con su funcionamiento tuve que borrar el disco y reinstalar sus componentes. Así constaté que todo se abría correctamente. ¡Mil disculpas! No lo creía posible ya que antes algunos se abrían y otros no, por eso pensé en un problema de los hipervínculos.*

Esta observación hecha en un diario de clase y las solicitudes de ayuda a través del correo electrónico, nos alertó de los posibles problemas que podían tener los otros participantes, comprobando que efectivamente había varios que estaban en la misma condición. Para ayudarles a solucionar las dificultades de manera rápida se establecieron llamadas telefónicas, ya que mediante directivas dadas por correo electrónico no era suficiente. Esta situación nos llevó a pensar que en una próxima edición del Curso se reemplazaría la necesidad observada de establecer una comunicación sincrónica, como fueron las llamadas telefónicas, por un “chat” que comúnmente se llama “Messenger” mediante el cual se puede establecer un diálogo síncrono.

A pesar de estos problemas, los participantes llevaron a cabo la segunda actividad (descrita en la sección anterior) solicitada después de observar el video. El retraso en la entrega de esta actividad provocó que se flexibilizara el cronograma reacomodando los tiempos de entrega del resto de las actividades. Durante el desarrollo de este tipo de cursos es habitual que existan reajustes en las actividades, en su secuencia, en la entrega de trabajos, en la comunicación, etc. Estos inconvenientes se detectan a través de diferentes controles que se establecen para regular la marcha del Curso para poder darles una inmediata solución.

Parte de la información que se incluye en el CD-ROM ha sido extraída de distintas páginas Web, que fueron analizadas y seleccionadas de acuerdo a los criterios de calidad definidos en la investigación de estos materiales, expuesta en el capítulo 7 de esta tesis. Al respecto, en dos de los diarios de clase se recoge el interés, la calidad y la adecuada extensión de la información de las páginas Web proporcionadas, así como de las actividades solicitadas:

Docente PA: (...) *Me resulta bastante adecuada la extensión de los artículos para leer, ya que la mayoría de las veces no poseo demasiado tiempo para sentarme a leer. Además, los tiempos de entrega de actividades estuvieron adecuados.*

Docente PC: (...) *Los artículos que leí me parecieron adecuados e informativos como por ejemplo el referido al biogás o los de las diferentes disposiciones finales de los residuos, de las que no conocía casi nada. El artículo de A. Bertona me pareció muy interesante y me dejó pensando (aún), ya que es difícil encontrar una salida a la situación.*

Una de las condiciones de la enseñanza constructivista actual, que se integra en la dimensión **cognitiva** del MoCEL, es partir de las ideas previas de los estudiantes. Prosiguiendo con el análisis de los diarios de clase, al respecto de lo señalado, los tres participantes que los confeccionaron reconocen que tienen que estructurar sus ideas previas sobre algunos contenidos tratados, especialmente para resolver las actividades iniciales del Curso; así lo afirman en los siguientes comentarios:

Docente PA: (...) *Aún no me queda muy en claro la distinción entre residuo y desecho, y dentro de estas categorías a dónde ubicamos la basura. Quizás por los preconceptos que tengo sobre estos temas. Espero poder llegar a comprender mejor las diferencias entre estos elementos, si las hay.*

21/04/05 (...) *Sigo con la actividad siguiente “Relaciones del hombre con el entorno”. Esta actividad va aclarando mis dudas sobre la diferencia entre residuo y desecho*

28 y 29/04/05. *Acabo de comenzar el módulo dos “Las ciudades como sistemas” y a medida que voy avanzado con las actividades se me va aclarando cada vez más el tema. ¿Por qué digo esto?, porque en realidad, y creo que se debía a los preconceptos, me costaba centrarme en el tema de RSU. En realidad, no sabía a qué nos referíamos específicamente cuando hablábamos de RSU, ahora me queda claro de que se trata de restos que se acumulan, de algún bien o proceso, en una comunidad y que se aprovecha”.*

Docente PB: primer diario (...) *me encontré con que realmente sabía muy poco sobre el contenido en sí, de lo cual me fui dando cuenta a medida que resolvía las actividades pedidas. Entonces, me puse a pensar, que es la primera vez que trato este tema, ya que a lo largo de la carrera, el tema no se aborda, ni tuve que tratarlo nunca en el aula. Al resolver las primeras actividades, sentí que realmente estaba “revisando” mis conocimientos previos sobre el tema de los residuos. Al mismo tiempo, sentí una necesidad de revisar alguna bibliografía, con el fin de llenar*

algunos huecos que creía tener sobre la temática, cosas que quizás eran básicas y que necesitaba resolver para seguir adelante. Eso me sirvió, porque pude conectar algunos conceptos que a lo mejor tenía “suelos”. Entonces, en lo que va del curso, siento haber avanzado...

Estos hallazgos ponen de manifiesto que la intención de las primeras preguntas formuladas en el cuestionario inicial (anexo 9.4) y las primeras actividades del CD, tal y como estaba contemplado en el diseño, efectivamente sirven para indagar y provocar en los docentes-alumnos el surgimiento de sus ideas previas sobre los residuos, por lo que podemos inferir que la secuencia de enseñanza del e-módulo parte de las concepciones de los estudiantes, condición que favorece un aprendizaje significativo.

Otros aspectos importantes que señalan los participantes son, la revalorización que hacen del conocimiento nuevo y la explicitación de algunos de los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje. Recordamos que el MoCEL plantea estos procesos en la dimensión cognitiva (observación y exploración, resolución de problemas, predicciones, elaboración de conclusiones, reflexión). En ese sentido, los comentarios presentados afirman la presencia de algunas de las variables de esta dimensión.

Docente PA: 15/05/05 (...) la actividad 8, cuyo tema me resulta totalmente interesante, luego de leer los artículos propuestos me enteré y reflexioné de cosas que al día de hoy desconocía.

Docente PB: (...) En cuanto al contenido del curso, creo haber aprendido sobre la temática tratada. Cada actividad me aportó algo, pero principalmente logré asimilar bien los conceptos y relacionarlos...los procesos predominantes a lo largo del curso fueron: la búsqueda y síntesis de información, el análisis y la reflexión, así como el establecimiento de relaciones y de supuestos.

En la dimensión **pedagógica-didáctica** del MoCEL los desempeños de comprensión se han definido como actividades didácticas que, presentadas en una secuencia apropiada, brindan la oportunidad de desarrollar y demostrar claramente la comprensión por parte de los alumnos (capítulo 4, sección 4.2.3). En el desarrollo del e-módulo se ha tenido presente secuenciar las actividades cuidando en primer lugar que fueran motivadoras y que partieran de las ideas previas, tal como lo manifiestan los comentarios anteriores. Luego se presentan

situaciones-problema para resolver, que se estructuran como supuestos para realizar las actividades; éstas se consolidan y afianzan en nuestro caso por medio de las discusiones en los foros y por último se busca realizar una aplicación del conocimiento. Estas condiciones parece que se han cumplido en la medida que los participantes expresan:

Docente PA: (...) por ejemplo había algunas actividades que primero introducían el tema y después te hacían imaginar una situación. Digamos que... a uno lo dejaban...pensando.

Docente PB: (...) al revisar al final del curso mi actividad inicial diagnóstica, pude ver la diferencia de mis respuestas iniciales con respecto a mis ideas luego de haber transcurrido el curso. Es decir que pude ver una evolución en cuanto a lo conceptual... un montón de cosas, me ayudaron a comprender la problemática y buscar posibles soluciones.

Docente PC: (...) la actividad de los foros permite advertir aristas diferentes sobre una misma problemática y aquello que uno ve de manera única resulta teniendo otras "miradas" alternativas, con las que uno puede acordar o no finalmente, pero se puede permitir también considerarlas para ampliar y reforzar la propia.

Una condición de los desempeños de comprensión es brindar la oportunidad de aplicar y transferir el conocimiento a otras situaciones. Consideramos que la realización de las actividades de transferencia al aula que puedan llevar a cabo los participantes con sus alumnos es un buen indicador para conocer su comprensión. La siguiente expresión de esta participante se refiere a esta idea:

Docente PC: (...) Las actividades de transferencia al aula me gustaron mucho y ya las tomé prestadas, pues me parecieron adecuadas y factibles de ser implementadas.

La enseñanza en línea, diseñada atendiendo al MoCEL, brinda la posibilidad de que cada estudiante regule su aprendizaje y sea un sujeto activo que desempeñe una mayor autonomía en el trabajo, lo que seguramente propicia la construcción del conocimiento. Como ejemplo de esta situación se expone lo que dice uno de los participantes:

Docente PA: (...) *Y lo que más me gusta es la posibilidad de realizar las actividades a mi propio ritmo y cuando tengo tiempo. Realizo las actividades en la computadora de mi casa.*

De acuerdo con lo planteado en el capítulo segundo, acerca de las bases teóricas que sostiene el modelo que se propone en esta tesis, la condición de actividad anteriormente enunciada no es suficiente para producir la construcción del conocimiento, porque este hecho estaría reforzando únicamente una construcción individual. La teoría de Vygotsky sostiene como necesaria una construcción social, para lo cual es preciso favorecer las interacciones y los espacios de comunicación. De acuerdo con este argumento, y considerando que el MoCEL se apoya en esta teoría, resultó imprescindible incluir espacios que permitieran el intercambio de información, como son los foros, e intensificar el diálogo a través del correo electrónico para la co-construcción del conocimiento. Estas dos estrategias han sido implementadas en el desarrollo del Curso.

En cuanto al correo electrónico, su función es permitir la comunicación directa y personalizada de los alumnos con el docente y entre ellos. Es un tipo de comunicación donde la interacción se produce en tiempos distintos (de forma asincrónica), al igual que en los foros. Compartimos la idea de Marcelo et al. (2002) en cuanto a que la calidad del aprendizaje se ve reforzada por las interacciones entre los tutores y los docentes-alumnos que se llevan a cabo por este medio. Para que esto suceda, los tutores deben de cumplir una serie de condiciones, mencionadas por el autor citado, entre las que se destacan: crear un entorno agradable, promover las interacciones, orientar el aprendizaje, y mostrar una buena disposición para llevar a cabo un seguimiento permanente. En este Curso, se potenció este medio de comunicación por ser ágil y de fácil acceso para los participantes y también porque se minimizaron las dificultades planteadas al utilizar la plataforma. Los participantes usaron frecuentemente el correo electrónico para enviar sus actividades y reconocer los pedidos de sus tutores. Creemos que vivenciaron este espacio como un muy buen clima de comunicación.

Docente PA: (...) *enviaba las actividades que me solicitó mi tutora por correo electrónico.*

Docente PB: (...) *La comunicación con mi tutora siempre fue buena y fluida.*

Docente PC: (...) *He tenido muy buena respuesta de mi tutora así como también oportunos comentarios que valoro.*

También se han producido algunos intercambios por este medio entre los participantes:

Docente PA: (...) *a pesar de buscar mucho en Internet no encuentro la información solicitada. Me conecto por e-mail para pedir ayuda a mis compañeros.*

Sin embargo, aunque esta comunicación estuvo prevista para el desarrollo de las actividades propuesta en el e-módulo, las comunicaciones fueron escasas tal vez por no tener costumbre o falta de confianza, tal y como lo señala una de las participantes:

Docente PB: (...) *entre los compañeros, aún se puede ver una escasa comunicación, posiblemente se requiera un tiempo, tal que nos adaptemos a esta nueva manera de comunicarnos.*

Con respecto a la participación en los foros se observa la movilización de una serie de sentimientos y actitudes positivas, que seguramente predisponen a mejorar el aprendizaje, como son: compartir, encontrarse, intercambiar, etc.

Docente PA: (...) *Encontré un artículo que me pareció muy interesante.... Lo subí al diario de clase del aula virtual para compartirlo con Uds... Hoy intenté entrar a la página del curso para ver las novedades y participar del foro pero tengo problemas para acceder. Siento que me estoy perdiendo algo, así que pedí ayuda al grupo y a mi tutora.*

Docente PB: (...) *El primer encuentro en el foro estuvo bien, aunque a lo mejor no hubo mucha interacción entre los participantes, y me incluyo por supuesto. Pero lo lindo, fue sentir que uno realmente se encontraba con los compañeros al entrar al foro al leer las distintas opiniones, a pesar de la distancia... En el foro 2, tuve otra experiencia, ya que fui la primera en participar. Entonces, experimenté una sensación diferente, que fue la expectativa de ver luego las respuestas a mis comentarios y opiniones sobre mi actividad 4. Estuvo bueno eso...*

Otro aspecto importante que se pone de manifiesto en los foros y que propicia la construcción del aprendizaje es la posibilidad de reestructurar el

conocimiento refrendando las ideas propias con las de otros compañeros, co-construyendo. Al respecto se rescatan estos comentarios:

Docente PA: (...) *poder saber qué opinan mis compañeros, creo que es muy provechoso conocer y discutir ideas ajenas*

Docente PB: (...) *estuvo bueno leer respuestas diferentes a las mías. Y lo positivo fue que pude reconocer, además de diferencias de interpretaciones u opiniones, aspectos que yo no había tenido en cuenta, y que en ese momento luego de leer las respuestas de mi compañera reconsideré.*

Sin embargo se reconoce debilidades en la frecuencia de participación y en la solidez de los comentarios a través de la siguiente expresión:

Docente PB: (...) *Hubo períodos en los que la participación en los foros fue bastante escasa en general, se veía que siempre éramos los mismos participando, pero de a poco se fueron sumando algunos más... a pesar que los aportes de los demás participantes eran “aprovechados”, había ocasiones en que los aportes eran repetitivos, y no siempre eran respondidas las preguntas del moderador de los foros, por lo que las discusiones se hacían a veces algo inconsistentes.*

A pesar de esta situación, donde la cantidad y calidad de las comunicaciones establecidas son más bien regulares, los docentes consideran que esta modalidad de trabajo con TIC constituye un buen medio y oportunidad para aprender. Lo expresan de la siguiente forma:

Docente PA: (...) *Esto permite hacer el curso sin dejar de lado las demás actividades que cada uno tiene.*

Docente PB: (...) *Una de las cosas que más me gustó del curso fue justamente la modalidad. Me pareció realmente muy práctico el hecho de no tener horarios para participar y “encontrarme” con los demás compañeros y tutora.*

Docente PC: (...) *En esta unidad (tercera) se me hizo muy difícil poder salir para buscar información, así que trabajé con el resultado de las búsquedas en Internet o con el material que nos suplementaron. Particularmente, el tener el material con el cual trabajar me facilita la tarea ya que paso mucho tiempo fuera de mi casa y así puedo hacer las actividades por la noche o en el fin de semana.*

Uno de los principales objetivos de los diarios de clase está centrado en poner en evidencia las dificultades que se pueden generar durante la marcha del Curso. Como lo señalamos al principio de esta sección, estas dificultades se concentraron principalmente en deficiencias tecnológicas, pero a pesar de los problemas surgidos los participantes no se desanimaron, sino que mostraron la necesidad y el deseo de estar comunicados. Esto refuerza la idea de que es imprescindible sostener la dimensión comunicacional, a pesar de los obstáculos tecnológicos que haya que vencer.

Docente PA: (...) Mandé a solicitar ayuda vía correo electrónico Estoy totalmente incomunicada. Sigo avanzando de manera autónoma y he decidido enviar todas las actividades realizadas vía e-mail al tutor.

Docente PB: (...) hubo varios problemas técnicos que se fueron solucionando sobre la marcha, por lo que en mi caso no demoraron demasiado mi participación... hoy quise entrar al foro a ver las respuestas de mis compañeros, y sólo pude ver una, me quedé con ganas de ver las demás...

Seguramente será una cuestión de tiempo solucionar la infraestructura tecnológica y esto dará la posibilidad de mejorar la comunicación, sin embargo pensamos que esta mejora, por sí misma, no garantiza la calidad de las propuestas educativas para la Enseñanza de las Ciencias. El hecho de adquirir experiencia con estas limitaciones facilitará el trabajo futuro, además de ir afianzando una cultura tecnológica en los docentes; creemos que no hay que esperar a que se den las condiciones óptimas para que se puedan desarrollar cursos como el propuesto, siempre aparecerán problemas tecnológicos que habrá que resolver.

Para finalizar, sintetizamos los resultados obtenidos a través de los diarios. Éstos muestran un proceso de enseñanza y aprendizaje sin mayores altibajos, a excepción de algunos problemas técnicos surgidos al conectar con la plataforma Moodle, que se solucionaron incrementando las comunicaciones a través del correo electrónico. Los comentarios son positivos respecto al diseño y estructura del e-módulo: sobre las actividades incluidas, la secuencia de las mismas, y el video. La participación en los foros es vista por los docentes-alumnos de gran utilidad, aunque haya sido limitada (creemos que por problemas de tipo técnico) y con discusiones en algunos casos poco sustanciosas. En general, los docentes-alumnos demuestran tener poco tiempo

para llevar a cabo este Curso, pero sin embargo han podido ajustar la realización de las actividades a su ritmo y en función de sus disponibilidades de tiempo. Los resultados expuestos ayudan a explicar la marcha de la ejecución del e-módulo y de los procesos que en el se desenvuelven, muchos de estos resultados se corroboran con otros datos expuestos en la sección anterior y los que serán descritos en los subsiguientes apartados.

9.2.2 Evaluación del proceso de aprendizaje en los participantes

En esta sección se desarrolla la evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje de los docentes-alumnos desde dos perspectivas. En primer lugar, se analiza en qué medida se logró el aprendizaje de los participantes a través de evaluar los desempeños de comprensión propuestos en el e-módulo. En segundo término, se llevan a cabo entrevistas en profundidad para conocer, por medio de las opiniones de los participantes, si el e-módulo -basado en el modelo didáctico propuesto- favorece la comprensión.

En la primera investigación, se examinan los desempeños de comprensión propuestos en el e-módulo. Estos desempeños son variados y los docentes-alumnos logran estos cometidos cuando realizan las diferentes actividades planteadas. De esta manera, para evaluar los desempeños es necesario analizar las actividades llevadas a cabo durante el Curso en el que se usó el e-módulo de aplicación del MoCEL. Para lo cual, básicamente se tomaron los criterios que fueron expuestos en la “evaluación diagnóstica continua” (apartado 8.1.2, capítulo 8) que a continuación se detallan:

- Argumentaciones basadas en fundamentos teóricos.
- Inclusión de conceptos y procedimientos claros y pertinentes.
- Secuencia lógica en la presentación
- Profundidad en el análisis que se lleva a cabo.
- Grado de aplicabilidad a la realidad del entorno.
- Coherencia de la respuesta con la pregunta.
- Claridad en la presentación.
- Cumplimiento de los plazos establecidos.

Estos criterios no fueron únicos, ni exclusivos para todas las actividades, sino que se utilizaron como una guía que permitió valorar principalmente aquellos

desempeños más complejos que integran y pretenden potenciar una serie de actividades orientadas no sólo hacia los contenidos conceptuales sino también hacia los procedimientos.

Durante el Curso, esta evaluación la llevaron a cabo los tutores para acreditar los aprendizajes de los docentes-alumnos y fueron posteriormente reelaboradas para esta investigación utilizando el material escrito entregado por mail y las producciones de los foros. Para calificar los trabajos se usó la siguiente escala: excelente (100), muy bueno (90), bueno (70), regular (50) e insuficiente (30). Los datos fueron volcados en una planilla que se confeccionó para todos los desempeños de comprensión programados, en la cual se explicitan las valoraciones alcanzadas por cada uno de los participantes. Para ilustrar la manera de obtención de los datos se exponen, en la Tabla 9.4, los resultados alcanzados en el desempeño “desarrollo de una investigación guiada” previsto en la actividad siete del e-módulo, obteniéndose un logro medio del 82%.

Investigación guiada					
Participantes	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Insuficiente
P1	X				
P2	X				
P3	X				
P4			X		
P5				X	
P6	X				
P7		X			
P8		X			
P9				X	
P10			X		
TOTALES	4x100=400	2x90= 180	2x70= 140	2x50=100	0x30=0
LOGRO MEDIO: $(400+180+140+100)/1000 = 0,82$ (82%)					

Tabla 9.4: Ejemplo de evaluación del logro de aprendizaje.

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 9.5, en la cual se indica el logro medio alcanzado por los participantes para cada uno de los desempeños perseguidos.

Secuencia de actividades	Actividades para el logro de los desempeños de comprensión	Porcentaje de logros
Elicitación de ideas	• Plantear problemas y soluciones sobre RSU. (1)	86 %
	• Analizar el video. (2)	82 %
Desarrollo	• Caracterizar los problemas ocasionados por los RSU. (3)	87 %
	• Realizar de cuadro comparativo sobre distintas fuentes de energías. (4)	74 %
	• Definir la relación hombre-medio ambiente. (5)	95 %
	• Profundizar el análisis por medio de lecturas. (6)	81 %
	• Indagar a través de lecturas complementarias. (7)	74 %
	• Observar y comparar resultados de la producción de RSU. (8)	95 %
	• Identificar el contenido de los RSU. (9)	95 %
	• Reconocer los procedimientos de tratamiento de los residuos. (10)	89 %
	• Desarrollar una investigación guiada. (11)	82%
Transferencia Sensibilización	• Definir y caracterizar los residuos patógenos. (12)	94%
	• Proponer de acciones para reducir los RSU. (13)	96 %
	• Discusión de lectura. (14)	72 %
	• Redacción de documentos e informes. (15)	74 %
	• Proponer disposición final de RSU. (16)	89 %
	• Lectura de material y síntesis en principios. (17)	66 %
Aplicación Afianzamiento	• Reconocimiento de casos de la realidad.(18)	95 %
	• Simulación de gestión de RSU. (19)	89 %

Tabla 9.5: Evaluación de logro del aprendizaje.

De los datos obtenidos se observa que los logros del aprendizaje se sitúan en un promedio del 85% lo que se considera -según la escala determinada- como

muy bueno. Destacamos que el valor menor corresponde al desempeño n^o17 con un 66%, cuyo objetivo estaba centrado en llevar a cabo una síntesis de una lectura definiendo principios a partir de ella. Los participantes parecen tener dificultades en realizar este proceso, y si observamos detenidamente los otros resultados donde se obtuvieron valores bajos, son también coincidentes con actividades que potencian los contenidos de tipo procedimental, tal como son la redacción de informes (n^o 15), confección de un cuadro comparativo (n^o 4), discusión de lecturas (n^o 14) e indagación por medio de lecturas complementarias (n^o 7). Los valores mayores están concentrados en las actividades fuertemente vinculadas a los conceptos específicos del Curso. De cualquier manera, las habilidades de comprensión que subyacen como aprendizajes en las actividades -como son por ejemplo, estructurar la información relevante de un problema de tal forma que facilite la interpretación del fenómeno, o la generación de soluciones viables y la selección de las más convenientes, de acuerdo al contexto en que se vive- se han resuelto de forma positiva, por lo que creemos que la propuesta del modelo didáctico favorece la comprensión.

La segunda parte de esta investigación pretende averiguar si los docentes perciben que algunas características de la comprensión que hemos tenido en cuenta están incluidas en el e-módulo; de esta forma indirecta, a través de los comentarios que realicen, pretendemos inferir su comprensión.

Para ello, se utilizaron cuatro entrevistas en profundidad llevadas a cabo con participantes que finalizaron el Curso, con éxito. Las mismas, se diseñaron con un guión abierto enfocado en las dimensiones del modelo, a partir del cual se solicitó a los participantes que describieran y analizaran sus experiencias. Este estilo de trabajo facilita encontrar datos a través de la amplitud de las respuestas y brinda un clima distendido, necesario para llevar a cabo esta técnica de investigación con docentes. Valles (2000) señala que “resulta más fructífera la dirección moderada que la completa dirección; las preguntas deberían ser parcialmente estructuradas mejor que estructuradas completamente”. Es por ello que en el trabajo de campo se utilizó una escueta guía para ayudar al investigador, en lugar de un cuestionario.

Las entrevistas fueron grabadas y posteriormente se elaboraron protocolos escritos. Éstos se analizaron extrayendo recortes denominados “unidades de

significado”, y luego se agruparon las respuestas parecidas o con igual sentido (Bardin, 1986; Krippendorff, 1990). La asociación de estas unidades de significado se realiza de acuerdo a las características que definen la comprensión desde su marco teórico ya expuesto en los capítulos 2 y 4 (Gardner, 1997; Blyte, 1999 y Wiske,1998); como también a partir de los hallazgos presentados en el capítulo 6 sobre lo que piensan los docentes acerca de la comprensión. O sea que para organizar el discurso de los docentes-alumnos, se han tomado algunas de las múltiples opiniones que se recogen en estas entrevistas y se presentan los resultados de forma descriptiva asociando estas a algunas de las características de la comprensión.

A continuación describimos una serie de características sobre la comprensión y distintas opiniones emitidas por los participantes, relacionadas con cada una de ellas.

- La comprensión es una *capacidad de desempeño flexible*. Con este postulado se estructura el e-módulo y todo el proceso de enseñanza, que es reconocido por los participantes cuando expresan:

Docente P1: (...) *yo iba siguiendo un poco las relaciones que estaban establecidas en el mapa, iba viendo las conexiones que había, seguía la secuencia. Obviamente que había una secuencia, un orden, una lógica, pero... digamos... con flexibilidad y abierto a las opiniones de cada uno... noté que necesitábamos esta guía constante pero a su vez el proceso de construcción estaba en nosotros.*

Docente P2: (...) *Y me pareció muy interesante no tener que ir tan estructuradamente desde el principio hasta el final. Porque me daba libertad, hice tal actividad, me metía en otras, o en esos archivos anexos que ustedes ponen con información. A mí me gusta que sea así, no tan estructurado.*

Docente P3: (...) *Sí, fue entendible, fue muy claro, dónde tenía que ir. Encontrarme ese diagrama conceptual final fue fantástico ... si quería repasar algo, no tenía que ir al inicio, no tenía que buscarlo uno por uno sino que con usar y quedarme arriba ya podía... eso me parece de mucha utilidad. Y además porque me gustan los diagramas conceptuales. La organización que estaba puesta en la presentación del Curso hacía que uno fuera llevando un control de las actividades, que las pudiera regular.*

Docente P4: (...) *Muestra muchas cosas y sigue varios caminos; sí, no es lineal.*

- Hay distintos niveles y etapas en la comprensión y ésta *se adquiere a través de un proceso*. Por esto es importante que todos los componentes del Curso estén correctamente estructurados, por ejemplo, que las actividades estén secuenciadas siguiendo las fases establecidas en el modelo. Los participantes parece que perciben esta organización en el e-módulo:

Docente P1: (...) *ir siguiendo y haciendo las actividades de manera organizada, .. a medida que iba avanzando, iba entendiendo la información... veía una progresión.*

Docente P2: (...) *el aprendizaje que fuimos haciendo fue gradual, de manera gradual, ¿cierto? y es como que estuvo todo concatenado, es como que uno podía hilar ideas, elaborar cosas, más allá de lo que estuviera y te hacía pensar mucho, cuando uno ve una pregunta por ahí trata de buscar la respuesta en algo, en algo que ya está elaborado. Esto como que te permitía ir más allá, te permitía elaborar tus propias respuestas.*

Docente P4: *todos los conceptos tenían su función y el por qué estaban en ese lugar y en ese momento. No era que estaban puestos al azar. Eso yo lo noté, como que teníamos un seguimiento, un proceso que realizar hasta el final.*

- La comprensión *se vincula directamente con las metas* de comprensión. En el e-módulo se prioriza el desarrollo de un material que favorezca la comprensión de la interrelación existente entre los conceptos, procedimientos y actitudes planteadas como metas del Curso. Los docentes-participantes consideran que han alcanzado estas metas de la propuesta, observadas a través de sus comentarios.

Docente P1: (...) *Al principio mis cosas eran medio intuitivas, después me di cuenta que había progresado, sí había sido un progreso, entendí los conceptos que allí estaban.*

Docente P2: (...) *teniendo que aprender a partir de allí (del módulo), yo puedo estructurar libremente con las herramientas internas que tengo, como si fuera tu propia estructura la que busca y trabaja para poder hacer cosas y no con las externas y directivas. Esto es más abierto, te da más posibilidad de comprender.*

Docente P3: (...) *Comprender es algo profundo, y creo que lo logre. Es un punto muy importante a considerar cuando uno estudia, porque sino te llenas de datos,*

no piensas y puedes aprender sin comprender acabadamente. Aprendí muchas cosas que no sabía; como te decía al principio, yo sabía poco.

Docente P4: (...) *el proceso cognitivo me parece que lo logré hacer en la parte de cada actividad... por ahí uno dice “sí, éste tema yo lo sé”, “sí, yo ya lo leí”, pero en el momento de responder a alguna actividad o plantear una actividad es como que me daba cuenta que ya no podía manejar de la misma manera ciertos conceptos, que los manejaba antes muy ligeramente, pero que ahora habían tomado una nueva categoría. Había conceptos que yo los tenía con una cierta definición, pero luego me di cuenta que tenía que aplicarlos en forma correcta en cada situación. No podía ya utilizar cualquier concepto.*

- La comprensión implica *reconocer conceptos claves* de la disciplina y *desarrollar hábitos mentales* asociados a la indagación. Los participantes valoran los procesos de la ciencia que se incluyen en el e-módulo y se puede inferir que esta característica de la comprensión esta presente a través de los siguientes comentarios.

Docente P1: (...) *... hubo actividades específicas para que hiciéramos un poco el proceso científico.*

Docente P3: (...) *Desde el momento del video nos hacen una ambientación a lo que íbamos hacer... presenta a la ciencia como que es también producto de la cultura del hombre. Cómo plasmarlo en un proceso en forma ordenada, en forma esquemática... yo creo que en todo momento está el proceso científico desde, por ejemplo, cuando presenta el trabajo de investigación, yo lo vi de esa forma... me gustaron mucho las comparaciones, por ejemplo la historia de los residuos en España.*

Docente P4: (...) *Me pareció que en cuanto a los contenidos conceptuales, lo que se nombraba estaba validado científicamente por alguna fuente de información confiable... ordenado bien los niveles. O sea, los niveles conceptuales. El hecho de que cada eje iba bajando en la categoría de los niveles conceptuales, yo lo aprecié bien a esa manera... en todo momento lo noté constructivista, en ningún momento se salió.*

- Para fomentar la comprensión se requiere utilizar una *diversidad de estrategias didácticas* que contemplen el desarrollo de los *distintos estilos de aprendizaje*. En el e-módulo se propone una variedad de actividades

con la pretensión de responder a esta exigencia. Los participantes reconocen la finalidad y diversidad de las actividades a través de estos comentarios:

Docente P1: (...) *en general a mí lo que me pasó es esto: me gustó mucho el hecho del Curso, la modalidad del Curso... fue constructivista lo que hicieron... las actividades eran ricas.*

Docente P2: (...) *en una de las actividades pedidas había que hacer una investigación entonces tuve que poner en juego otros aprendizajes, esto me exigió buscar en mis aprendizajes anteriores.*

Docente P4: (...) *Creo que se manejan muchos datos, estadísticas, lecturas; se presenta una amplia variedad de actividades que facilitan que aprendas.*

- La comprensión se vincula con los contextos y el compromiso reflexivo. También este postulado de la comprensión es reconocido y alcanzado por los participantes.

Docente P1: (...) *las actividades que me parecieron válidas específicamente, eran las que incitaban a una reflexión, por ejemplo había algunas que primero introducían el tema, y después te hacían imaginar una situación. Digamos aquellas que no eran de hacer una búsqueda sino que...a uno lo dejaban... pensando.*

Docente P2: (...) *el tema de RSU es mucho más reflexivo, así se ve como Uds. lo presentan. Muchas veces por ejemplo había discusiones, sobre un problema ambiental, digamos...cuando se hablaba de los distintos agentes involucrados... o de los compromisos asumidos de distintos ámbitos...*

Docente P3: (...) *pude principalmente reflexionar, acceder a información que no tenía, conocer otras partes de la realidad... poder comparar y reflexionar acerca de esa información.*

Docente P4: (...) *algunas actividades me hizo tomar conciencia y armar desde esa bajada que me hicieron ustedes, el tema de los residuos y tener más de conciencia, para mirar con una actitud más crítica estas cosas.*

- La comprensión es la capacidad de transferir o aplicar hechos y conceptos a diferentes situaciones. En las actividades del e-módulo se tiene en cuenta

esta característica desde dos perspectivas: por una parte, en las actividades que se proponen a los participantes (como por ejemplo resolver un problema ambiental partiendo de una posible hipótesis), y por otra en las actividades de transferencia al aula. Los participantes expresan la posibilidad de transferir tanto los materiales didácticos como las propias tecnologías de la información y comunicación.

Docente P3: *yo pienso que como docente, muchas de esas reflexiones que hicimos son las que voy a poder llevar al aula. Porque son muchos textos, que se pueden utilizar como material de lectura comprensiva, o para compartir, o para un debate, y se prestan mucho.*

Docente P4: *Yo descubrí todo esto, lo de la plataforma en este Curso. ¡Allá!, en mi escuela, vamos a tener banda ancha. Me parece que desde la semana que viene. Entonces la puedo utilizar, ¡sería increíble! Después te cuento.*

De acuerdo con estos comentarios y consideraciones podemos señalar, por una parte, que la mayoría de las características de la comprensión están presentes en el e-módulo, y por otra, que muchas de las características de la comprensión han sido reconocidas por los participantes; por lo tanto, es probable que las hayan internalizado favoreciendo los procesos de comprensión. También esto se complementa con el hecho de un buen rendimiento del nivel de los aprendizajes logrados, que se manifiesta a través del análisis de los datos obtenidos por medio de las actividades realizadas. Estos resultados creemos que nos brindan indicios que nos permiten concluir que el modelo propuesto puede favorecer el aprendizaje y la comprensión de estos temas.

9.2.3 Evaluación de la comunicación

El proceso de comunicación es trascendental en todo acto educativo y más aún cuando se trabaja con TIC, porque estas tecnologías conllevan una nueva forma de establecer el diálogo entre los participantes y el tutor, como también entre ellos (Monereo et al., 2005). En esta sección, nos interesa de manera central evaluar la dimensión *comunicacional* del MoCEL. Las variables establecidas ya se plantearon en la formulación del modelo (capítulo 4). Analizaremos los siguientes aspectos que provienen de esta dimensión:

- ¿Cuál es la *participación* de los docentes-alumnos en el Curso? Se analiza a través de sus ingresos en la plataforma y del uso del correo electrónico.
- ¿Qué *estructura de comunicación* se establece entre los participantes y su tutor? Se configuran las interacciones en 'lineal' o 'ramificada', según se establezca la direccionalidad de la comunicación entre los miembros que participan en el foro.
- ¿Qué posición asumen los participantes en las discusiones? Se las caracteriza por *tipos de participación*, tales como: "activos", de "ayuda" o si se imponen en las discusiones.
- ¿Qué *estilos de comunicación* aparecen centrados en el lenguaje utilizado? Para ello se analizan las respuestas, comentarios y discusiones de los foros y se cataloga como "divulgativo", "científico" y "argumentativo", tal como estaba establecido en la dimensión comunicacional del MoCEL.

Los datos se recolectaron de diversas maneras, de acuerdo a cada uno de los aspectos que se plantearon en esta investigación. Para procesar y elaborar los resultados se utilizó una metodología descriptiva, por medio de la cual se hace un análisis de las interacciones que se producen durante la marcha del Curso. Comenzaremos profundizando en la variable "*participación*" de los docentes en el Curso.

Participación en la comunicación

La participación de los docentes-alumnos en el Curso se evalúa de manera indirecta, a través de la cantidad de ingresos que realizan en la plataforma y de los correos electrónicos enviados a sus tutores. Aunque esta medida aparece como un dato superficial, nos brinda una idea de los tiempos de permanencia en la plataforma, los recorridos que allí se hacen, los días de la semana más usados para la comunicación y la cantidad de correos electrónicos enviados. Si bien ésta es una medida indirecta, es una forma de aproximarnos a comprender cómo son estas participaciones y de alguna manera cuán activos han estado los participantes en la faz comunicativa del aprendizaje.

Los datos de esta exploración se obtienen a través de la plataforma Moodle y se exponen en la tabla 9.6 para cada uno de los participantes de este estudio.

Docente alumno	Número total de registros	Cantidad de ingresos	Tiempo de permanencia en minutos
P1	384	11	134
P2	308	30	250
P3	279	17	228
P4	149	21	145
P5	58	9	96
P6	66	7	121
P7	47	6	80
P8	122	8	98
P9	309	15	152
P10	128	16	255

Tabla 9.6: Registro de la comunicación mantenida a través de Moodle.

El número de registros se considera al movimiento que cada participante lleva a cabo dentro de la plataforma. Analizando estos registros observamos que en general los participantes se “pasean” por todos los lugares que le permite la plataforma, no sólo para comunicarse, sino para ver las actividades de otros compañeros, el perfil de los usuarios y los contenidos del Curso, entre otros. Algunos de los espacios fueron muy poco visitados, como por ejemplo, un foro para participantes creado especialmente con el objetivo de que interaccionaran con comentarios personales vinculados a sus vivencias y experiencias. Suponemos que para establecer una comunicación de esta índole se necesita de más tiempo para constituir una comunidad de aprendizaje, ya que las posibilidades iniciales de interacción son menores, como lo señala un participante en la entrevista en profundidad: *“muy pocos nos conocíamos, resulta más difícil ‘romper el hielo’ a distancia”*. O hay que vencer ciertos temores como lo plantea otro participante:

Docente P4: (...) *yo creo que esta forma de comunicación, que es la virtual, es lo que se viene, es la forma de comunicación que vamos a tener con las personas... al principio te cuesta participar, en una segunda vez uno como que ya se empieza a sentir como más integrado en el grupo, como que ya empezás a ver a los compañeros, este nombre ya lo he visto varias veces...*

Investigador: *Y si fuera gente nueva, ¿que pasaría?*

Docente P4: *Y si fuera gente nueva... bueno ¡ya lo hice antes!, así que seguramente no me va a dar tanto resquemor.*

Otro sitio definido en la plataforma con un objetivo parecido al anterior, en cuanto a habilitar otro espacio de comunicación diferente al de los foros, es el lugar llamado “notas del profesor”, en el cual el tutor coloca comentarios informales del Curso, como recomendaciones para el uso de los foros o la realización de alguna actividad. En este caso, todos los participantes ingresaron y colocaron comentarios. Esto nos confirma, conjuntamente con el análisis de la estructura de comunicación de los foros (que se presenta a continuación), que el docente o moderador sigue siendo el centro de la comunicación, a pesar de que en este caso se trató de un Curso de formación para docentes y que en todo momento el trato fue hecho hacia colegas y personalizado, buscando acortar la distancia entre el profesor y los participantes.

La *cantidad de ingresos* o conexiones que lleva a cabo un participante a la plataforma no es lo mismo que el registro antes descrito, de manera que los ingresos son siempre menores que los registros. Se puede determinar una tipología de ingreso, distinguiendo entre los que se conectan casi a diario por un corto lapso de tiempo y aquellos que ingresan menos pero lo hace por más tiempo cada vez. El ingreso corto pero frecuente nos alerta sobre la necesidad de colocar algunas novedades y actividades diferentes para mantener la motivación de estos participantes que están muy atentos a la comunicación.

En cuanto a los días de ingreso a la plataforma no se puede establecer un patrón, ya que se observa una gran variabilidad entre los días y horas elegidas, pero estudiando particularmente a cada participante se puede observar que algunos repiten días en la semana y horarios en los que realiza esta tarea. Se nota una frecuencia mayor del uso de la plataforma los viernes y sábados, lo que ratifica que es importante programar las actividades semanales que incluyan el fin de semana. Esto también nos indica que hay que reforzar las actividades cerca del fin de semana para afianzar la comunicación a través de la presencia del moderador.

Con respecto al *correo electrónico*, se creó una cuenta especial externa a Moodle, con la finalidad de tener un espacio que no dependiera de la conexión a esta plataforma. Si bien esto favoreció el intercambio rápido y seguro de la correspondencia, redujo los ingresos a Moodle con la consiguiente disminución

de encuentros para establecer una comunidad sólida alrededor de este andamiaje. El uso del correo electrónico fue en promedio de 15 correos por participante, aunque hay que considerar que alguno de los envíos incluía respuesta a más de una actividad. Los mensajes enviados se refieren a comentarios o al envío de actividades, pedidos relativos al manejo de la computadora y la plataforma, información variada sobre fechas y plazos de entrega, entre otros. No se establecieron cuestiones personales en los mensajes de los correos. La comunicación por medio de este sistema ayudó en la marcha del Curso, observando que los docentes-alumnos tienen un buen manejo de este recurso, pero refuerza la comunicación unidireccional entre ellos y el tutor, tal como lo señala un docente-alumno en la entrevista: *“para mí la comunicación tutor-alumno funcionó”*.

La estructura de comunicación

No basta con conocer los números de ingresos y registros de los usuarios en la plataforma y los mensajes enviados por los participantes del Curso, también es necesario determinar las formas como se producen las interacciones. Es difícil establecer una metodología que demuestre este aspecto de las interacciones; se han encontrado variados estudios en esta línea de trabajo y que proponen diferentes modos de realizar esta evaluación con distintos patrones (Gunawardena et al., 1997; Talavera Serrano et al., 1998; González Rivera, 2003).

Brunning et al. (1999) plantean un patrón de participación dentro de los foros que denominan IRE (Inicia, Responde, Evalúa), el cual considera que el docente es el centro de la comunicación, es el que comienza la comunicación en el foro y lo inicia; los estudiantes le responden y el docente vuelve a hacer una réplica, generalmente de tipo evaluativa. Hemos utilizado este patrón para analizar los cuatro foros que se llevaron a cabo en el Curso, estructurado, en base a las siguientes preguntas que inicia el tutor o moderador del foro:

Foro 1: Revolución del conocimiento.

- ¿Cree que el Hombre se está acercando al entorno natural? ¿Cómo se ve usted mismo en este aspecto?

- ¿Es posible lograr un desarrollo sustentable? ¿Cómo relaciona esta posición con respecto a los RSU?

Foro 2: La producción de los RSU.

- ¿Cuál es su punto de vista en relación a las preguntas planteadas para este foro?
- ¿Qué piensa Ud. al respecto?

Foro 3: Discusión de un artículo sobre tendencias del embalaje.

- ¿Qué le pareció la lectura propuesta?
- ¿Se puede tomar alguna medida con respecto a los embalajes?

Foro 4: Disposición de los Residuos Sólidos Urbanos.

- ¿Cómo se pueden disponer los RSU?
- ¿Cuáles cree serían sus ventajas e inconvenientes?

Estos foros comenzaron después de la primera semana de iniciado el Curso y se dejaron abiertos para la discusión alrededor de diez días cada uno. La participación no fue la misma en todos los foros: en el primero hubo 24 intervenciones de los participantes y seis del tutor. Este foro responde al patrón IRE, lo que explica que el tutor sea el que más veces participa, aunque no realiza evaluaciones formales sino que asiente sobre las opiniones de los docentes-alumnos y trata de motivar nuevas participaciones, mientras que hay escasos diálogos entre los participantes (sólo hemos contabilizado dos). Del grupo total de participantes, 10 de ellos intervinieron una sola vez y el mayor número de veces que intervino un mismo participante fue cuatro veces. Se observa que la mayoría de las intervenciones son para discutir el tema y para colocar datos previamente elaborados. En general, las participaciones son extensas y sólo hay dos casos que “cuelgan” la actividad en una carpeta sin ningún comentario. En la figura 9.8 se esquematiza la comunicación, donde T es el tutor y P son los participantes. La dirección de las flechas marca las relaciones de comunicación. Cuando se coloca una flecha que no se dirige ni a los participantes ni al tutor indica que el participante se relaciona genéricamente con el grupo que integra este foro. Para analizar a quien contesta un participante, no sólo se ha tenido en cuenta si menciona el nombre de su interlocutor sino también si las respuestas tienen que ver con las temáticas presentadas por otro participante.

Primer
Foro

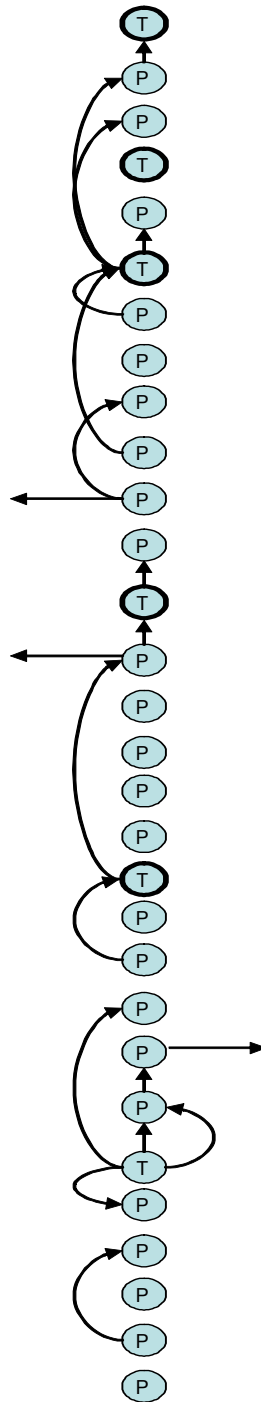


Figura 9.8: Estructura de comunicación del foro n° 1.

En el segundo foro el número de intervenciones es menor (con un total de 21, más las cinco hechas por el tutor), pero se observa un mayor número de diálogo entre los participantes. Si bien se mantiene el patrón IRE en este foro, porque es el tutor el que inicia el proceso, se observa una estructura de comunicación que no es tan lineal porque se establecen comunicaciones entre los participantes, como se puede observar en la figura 9.9.

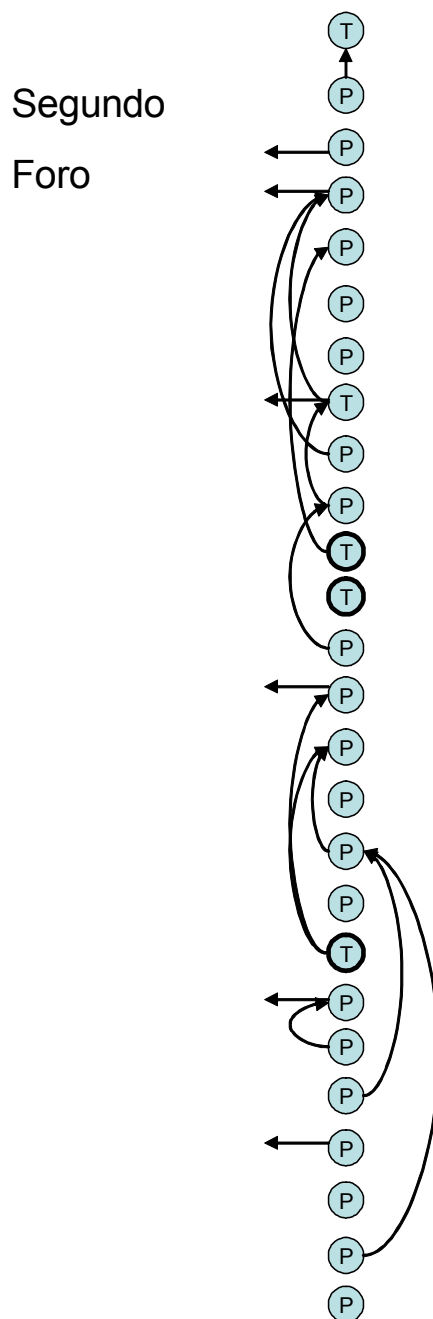


Figura 9.9: Estructura de comunicación del foro nº 2.

Las intervenciones hechas en el foro nº 3 son más escasas, trece realizan los docentes-alumnos y dos el moderador. En la primera parte del foro se establecen comentarios entre los participantes para luego decaer esta mecánica y establecerse aportes aislados en la segunda parte. Se hace la observación que este foro permanece más tiempo abierto del estipulado para esta actividad, dando la oportunidad de otros ingresos. Llama la atención que

los participantes manifestaron a través del correo electrónico que el tema sobre embalajes era polémico, sin embargo sus aportaciones en el foro eran escasa, por ello se les tuvo que recordar que la participación era obligatoria como requisito de evaluación del Curso. Esto concuerda con el resultado obtenido por González Rivera (2003) en un trabajo sobre análisis de foros, en el que observa un fuerte incremento en la participación de los alumnos cuando el docente les indica que sus intervenciones en los foros es un criterio para la evaluación. En la figura 9.10 se muestra la estructura de comunicación de este foro.

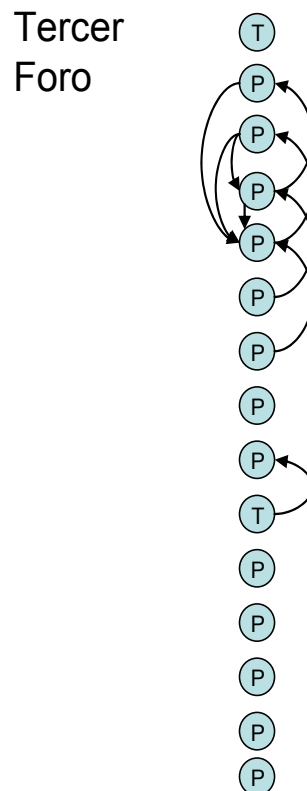


Figura 9.10: Estructura de comunicación del foro n° 3.

En el último foro, sólo hay diez participaciones de los docentes-alumnos y una del tutor al inicio y otra al final. Es notable el descenso a medida que el Curso está próximo a su finalización, pero a pesar de esto los textos elaborados por los participantes y los comentarios siguen siendo extensos y de tenores parecidos a los anteriores. Esto último llama la atención, porque se podría pensar que estas intervenciones serían cortas y sólo para cumplir el requisito de participación exigido.



Figura 9.11: Estructura de comunicación del foro n° 4.

Uno de los docentes entrevistados hace una acotación que creemos ayuda a comprender una de las razones por la cual a los docentes-alumnos les cuesta participar en foros cuyo objetivo esté centrado en discutir tópicos basados en documentos elaborados por los participantes. Al respecto comenta:

Docente P4: (...) *me costaba bastante en lo personal hacer un trabajo escrito, con el pensamiento de que fuera a ser leído por otros. O sea me costó el hecho de decir, sentarme, hacerlo y que otras personas más capacitadas que yo leyeran el trabajo y a lo mejor se notaran algunas carencias, o falencias en mi opinión. Pero más allá de eso fue motivante el hecho de hacerlo, el desafío de hacerlo, de escribir una opinión y dejarla planteada más allá de que los demás fueran o no a opinar sobre lo que uno escribía.*

Tipo y estilo de participación en los foros

Otra exploración de interés en esta investigación se refiere a si los participantes asumen en las discusiones algún rol especial de participación, por ejemplo mostrarse “activos”, o en posición de “ayuda” o que “imponen” sus opiniones en las discusiones. Estos indicadores fueron estructurados en la dimensión comunicacional del modelo para observar el *tipo de participación* que se puede establecer. Un rol de tipo “activo” es aquél que se destaca no sólo por un

número elevado de participaciones, sino también por intervenir y producir discusiones entre sus pares. El tipo “ayuda”, como su nombre indica, corresponde al participante que está atento a las solicitudes de otros. Por último, los que “imponen” son aquellos que tratan de que sus ideas sean reconocidas siempre válidas y prevalezcan sobre otras. En el caso de estos foros no se pudo dilucidar de manera contundente el posicionamiento de los participantes en los tipos de comunicación propuestos.

Esta información la hemos cruzado con la obtenida, para estos indicadores, por medio del cuestionario de opinión respondido por los estudiantes sobre las dimensiones del modelo (anexo 9.8). Podemos concluir que el tipo de participación es débil y se corresponde con el valor más bajo (0,70) (ver apartado 9.3.2) de todos los índices calculados. Esto nos hace suponer que probablemente sea difícil observar este indicador y que quizás no sea la misma interpretación de los términos para el participante que para el investigador, por ejemplo, del término “participación activa”. A pesar de esto, nos parece útil encontrar una tipología de participación como dato exploratorio para comenzar a comprender cuáles son las posibles actitudes que se manifiestan en la comunicación virtual. De esta manera se puede ayudar a mejorar las estrategias de comunicación para que sea más fácil la participación y la conformación de una comunidad de aprendizaje virtual.

Por último, considerando los términos que se emplean en los foros, creemos que los textos de los docentes presentan un lenguaje pertinente más cercano al lenguaje científico que al divulgativo, muy parecido al que se utiliza en los “textos de libro”. A pesar de este lenguaje se observan escasas argumentaciones estructuradas de forma sólida y en algunos casos estos argumentos provienen del sentido común. Llama la atención que no hay comentarios de tipo social o personal, que parece ser común en los foros (González Rivera, 2003).

Para concluir, si bien el estudio presentado nos da una idea general de la comunicación, consideramos que es muy importante ahondar en esta dimensión y que este trabajo podría dar pie a nuevas investigaciones que indaguen en profundidad la dimensión comunicacional propuesta en el MoCEL.

9.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE PRODUCTO

En este apartado nos centraremos en analizar e interpretar los logros del Curso a través de tres estrategias de investigación evaluativa orientadas hacia diferentes objetivos. La primera se trata de una evaluación dirigida a obtener información cualitativa sobre algunas características del Curso (expectativas, aportes, contenidos y comunicación), utilizando un cuestionario de opinión de respuesta abierta; la segunda se concentra en indagar cinco de las dimensiones del MoCEL, a través de un instrumento especialmente diseñado con esta finalidad. Y la tercera investigación evalúa los resultados del aprendizaje de los participantes por medio de una prueba escrita, comparando estos resultados con los obtenidos en la evaluación inicial sobre contenidos referidos a los RSU. Se presenta esta evaluación en la figura 9.8.

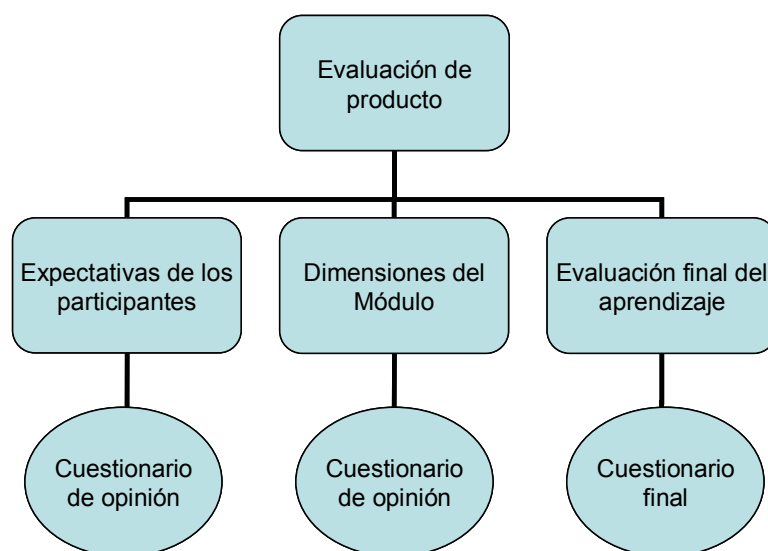


Figura 9.8: Esquema de la evaluación de producto

9.3.1 Evaluación del Curso realizada por los participantes

Al finalizar el Curso los participantes respondieron en primer lugar al “cuestionario de opinión para la evaluación cualitativa del Curso” (anexo 9.7). El objetivo de este cuestionario está centrado en que los participantes realicen una serie de valoraciones acerca del Curso. Las respuestas a las preguntas formuladas se presentan en tablas, una para cada cuestión, con la pretensión de facilitar la comparación de los discursos. Hemos procurado recoger lo más sustancial de las opiniones de todos los participantes.

Pregunta nº 1	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿En que medida este Curso cumple con sus expectativas?</p>	<p>P1: <i>El Curso cumplió mis expectativas, teniendo en cuenta que fue la primera vez que realizaba un Curso a distancia, por lo cual tenía muchas expectativas.</i></p> <p>P2: <i>¡Lo cumple en muy buena medida! Tenía muy pocos conocimientos sobre RSU y quería conocer clasificación, marco legal, tratamientos, etc. Y es lo que me estoy llevando.</i></p> <p>P3: <i>En realidad pensaba que iba a ser otra cosa.</i></p> <p>P4: <i>El Curso superó mis expectativas Creía que sería un curso de tinte didáctico y me encontré con muchos datos que me son muy significativos (estadísticas, leyes, documentación etc.) y que puedo dirigirlos a la enseñanza áulica.</i></p> <p>P5: <i>Se cumplieron mis expectativas en contenidos, en los aspectos prácticos y para la orientación de los alumnos.</i></p> <p>P6: <i>El Curso me pareció muy interesante y cumplió ampliamente mis expectativas, ya que se profundizaron varios temas que demostraron la complejidad de los RSU.</i></p> <p>P7: <i>Cumplió las expectativas que tenía sobre el Curso.</i></p> <p>P8: <i>Esperaba un abordaje más pormenorizado en algunos aspectos.</i></p> <p>P9: <i>Me sirvieron mucho los contenidos.</i></p> <p>P10: <i>Con respecto a los contenidos: excelente. Con respecto a la secuencia y organización del material: excelente. Con respecto a las actividades: algunos encabezados me resultaron confusos. Con respecto a la comunicación: muy buena.</i></p>

Tabla 9.7: Respuestas sobre el cumplimiento de expectativas del Curso

Como se puede observa analizando las respuestas a la primera pregunta (tabla 9.7), la mayoría de los participantes señalan explícitamente que sus expectativas se cumplieron de manera satisfactoria. Para el 80% de los docentes el centro de las expectativas estaba puesto en los contenidos del Curso y para el 20% restante en el andamiaje tecnológico. Este resultado llama la atención porque todos ellos, excepto uno, realizaban por primera vez un Curso con modalidad en línea, por lo cual se podría esperar que esta característica del Curso iba a ser la expectativa prioritaria, en lugar de la tradicional motivación que tienen los docentes-participantes por aprender contenidos. La respuesta dada por el docente P4 se refiere a que él esperaba

un Curso enfocado desde una perspectiva didáctica, como en general suele darse a este tipo de temáticas, pero sin embargo se encontró con mucha información (“datos”) relevante y trasladable a las aulas. La formación docente en Argentina se mueve en una controversia entre priorizar la formación disciplinar o la formación metodológica. En general, los cursos destinados a la formación ambiental se plantean con un enfoque pedagógico centrado en las aplicaciones de técnicas y estrategias para el desarrollo de la conciencia ambiental, más que en contenidos que contribuyan al conocimiento del medio ambiente.

Continuando con este análisis se incluye en la tabla 9.8 las respuestas a la segunda pregunta dirigida a conocer los aportes más relevante que brinda el Curso.

Pregunta nº 2	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Cuál es el aporte más relevante que le dejó el Curso?</p>	<p>P1: <i>En primer lugar, el contenido del mismo y también la experiencia con la herramienta tecnológica.</i></p> <p>P2: <i>Me ha brindado información general sobre RSU y me ha permitido compartir opiniones con colegas, que es lo que destaco.</i></p> <p>P3: <i>Me parecieron significativos algunos artículos fundamentalmente con respecto a la legislación. Son pocos los aportes que me dio en contenidos quizás porque hace varios años que vengo asesorándome en el tema.</i></p> <p>P4: <i>Amplíé mucho mi visión sobre la problemática. La observe y analice a través de una óptica mucho más abarcativa y realmente me movilizó a la hora de pensar en nuevos proyectos y propuestas.</i></p> <p>P5: <i>Los contenidos.</i></p> <p>P6: <i>Lo más importante que me dejó el curso, además de los contenidos, es darme cuenta de la importancia que tiene la educación y concienciar a la población no sólo en cuanto al problema de los RSU sino a nuestra participación en él.</i></p> <p>P7: <i>Lo más relevante fue usar una plataforma como soporte del aprendizaje y la interacción entre los participantes.</i></p> <p>P8: <i>El uso de las tecnologías ya que este es mi primer curso con estas herramientas.</i></p> <p>P9: <i>Me da la posibilidad de poder aplicar estos conocimientos</i></p>

Pregunta nº 2	Respuestas de los docentes-alumnos
	<p><i>en el aula.</i></p> <p><i>P10: Haber incorporado nuevos contenidos que desconocía sobre RSU y que el curso me ha motivado para mejorar mis hábitos y colaborar con un mundo más limpio.</i></p>

Tabla 9.8: Respuestas sobre el aporte más relevante del Curso.

En las expectativas manifestadas en la pregunta anterior observamos que un solo participante prestó atención a la parte tecnológica que le podía brindar el Curso. Pero en esta nueva pregunta, más de la mitad de los docentes rescatan como aportes sobresalientes, el uso de plataforma, Internet y las posibilidades de comunicación que dan estos andamiajes. Las principales metas propuestas para este Curso están centradas en: incorporar una visión integrada al analizar la problemática de los RSU; comprender los conceptos, procesos y problemas ambientales involucrados en la generación de los RSU; y promover la concienciación ambiental como eje para establecer cambios de actitudes hacia el ambiente.

Los participantes hacen referencia a otros aportes relevantes del Curso, como son: el desarrollo de una conciencia ambiental, los contenidos que se tratan y la comunicación que se promueve, por lo que podemos inferir que se cumplieron las metas antes enunciadas. El Curso no parece haber satisfecho las expectativas de dos de los docentes; sin embargo, aunque consideramos que es difícil complacer todos los estilos de aprendizaje o todos los enfoques viables de un tema, creemos que es posible, mediante la enseñanza en línea a través de e-módulos, tener en cuenta varios estilos de aprendizaje e intereses de los usuarios. En cambio, mediante la enseñanza presencial la solución es más difícil y costosa. De cualquier manera, en esta propuesta no es posible pretender un éxito total, ya que sería una situación irreal.

La tercera y cuarta pregunta se refieren, respectivamente, a los aspectos que cada participante mejoraría del Curso y a los contenidos que agregaría, modificaría o eliminaría del e-módulo. Hemos agrupado las respuestas de ambas consultas en relación con dos aspectos: a) las herramientas informáticas y b) los contenidos y actividades. Respecto al primero, la mayoría de los participantes hacen hincapié en mejorar el acceso a la plataforma

informática y al soporte técnico, mencionan más tiempo para los foros y que los materiales puedan ser copiados, por ejemplo usando Microsoft Word. Sin embargo, en relación con el segundo aspecto hay varios comentarios, un docente sugiere que se podrían mejorar las actividades de los primeros tópicos; otro solicita incluir otros aspectos referidos a la problemática de su país y detallar otros puntos como las cuestiones legales vinculadas al tema de los RSU. Un tercer docente considera que la forma de tratar los temas es muy amplia, demandando mayor concreción en los contenidos; con respecto a esta afirmación hemos de decir que se contrapone el hecho que uno de los objetivos propuesto por el MoCEL para el desarrollo de los tópicos generativos, es que sean abarcativos y que presenten una problemática amplia para su tratamiento, facilitando la posibilidad de realizar nuevas búsquedas y profundizaciones en sitios de Internet. El resto de los docentes-alumnos no realizan ningún comentario, por lo que interpretamos que están de acuerdo con la temática abordada.

En las tablas 9.9 a 9.10 se presentan las respuestas de los participantes a las preguntas 3 y 4.

Pregunta nº 3	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Qué aspectos del Curso mejoraría?</p>	<p>P1: <i>Consideraría más tiempo para los foros.</i></p> <p>P2: <i>Agregaría la posibilidad de copiar la información del CD para poder leerlo en lugares que no hay computadora.</i></p> <p>P3: <i>Trabajaría residuos peligrosos e industriales, el tratamiento que realizan las industrias en Argentina.</i></p> <p>P4: <i>Necesito se mejore la herramienta informática, que probablemente sea un problema que radique en mi localidad por la conexión telefónica.</i></p> <p>P5: <i>El soporte técnico, más velocidades para la conexión del aula virtual.</i></p> <p>P6: <i>Tener los foros accesibles todo el tiempo para “refrescar” y recordar lo que se dijeron en ellos. Probablemente fue un problema de la plataforma.</i></p> <p>P7: <i>Profundizaría la problemática de los RSU en nuestro país y en nuestra provincia.</i></p> <p>P8: <i>Seleccionaría algunos temas como recursos legales y para tratar en profundidad. El universo que plantea el tema</i></p>

Pregunta nº 3	Respuestas de los docentes-alumnos
	<p><i>provoca una desvalorización en su tratamiento.</i></p> <p><i>P9: Dedicarle más tiempo para poder detallar mejor algunos puntos.</i></p> <p><i>P10: Ninguno, me pareció todo bien.</i></p>

Tabla 9.9: Respuestas sobre los aspectos a mejorar.

Pregunta nº 4	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Qué modificaría, agregaría o cambiaría del CD-ROOM?</p>	<p><i>P1: Pediría a los participantes a que expongan sus experiencias áulicas sobre el tema en cuestión.</i></p> <p><i>P2: Tratar de conseguir el marco legal municipal que no está accesible ya que no hay un sitio en Internet de la municipalidad, y ponerlo en el CD. Hacer un seguimiento de los participantes en este curso y ver como han puesto en práctica esto en sus aulas y luego incorporarlo a nuevas ediciones del CD.</i></p> <p><i>P3: Eliminaría la película ya que casi no la puedo ver porque esta “negra” y cambiaría actividades de la primera unidad.</i></p> <p><i>P4: Todo me parece adecuado muy accesible e interesante.</i></p> <p><i>P5: Ninguno.</i></p> <p><i>P6: El material didáctico me pareció muy adecuado y todos los temas me parecieron importantes y por lo tanto el trabajo en el curso, no eliminaría nada, ni tampoco modificaría, esta bien como está.</i></p> <p><i>P7: Agregaría normativas legales y legislación vigente. Experiencias concretas de nuestra ciudad.</i></p> <p><i>P8: Reitero la necesidad de acotar y profundizar algunos aspectos. Evitaría convertir el foro en “estado de opinión” en lugar de relevar material.</i></p> <p><i>P9: Agregaría el desarrollo de un proyecto completo para aplicarlo en el aula con alumnos de diferentes edades.</i></p> <p><i>P10: Creo que los contenidos y la forma de trabajarlos han sido los adecuados.</i></p>

Tabla 9.10: Respuestas sobre modificaciones en los contenidos del e-módulo.

En las preguntas referidas a la variable “comunicación” (n^{os} 5, 6 y 7), todos los participantes catalogan de excelente la comunicación con el tutor, a pesar de que se produjeron algunos problemas tecnológicos en el uso de la plataforma.

Adicionalmente, la mayoría dice que se sintió cómodo con la forma de comunicación empleada en el Curso. Sin embargo hemos de decir que la utilización de los foros no fue todo lo amplia que hubiéramos deseado. También uno de los participantes señaló que las discusiones que se llevaron a cabo en los foros eran poco relevantes. En general, todos los docentes consideran que mediante los foros han ampliado sus ideas.

Pregunta nº 5	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Cómo fue la comunicación con el tutor?</p>	<p>P1: <i>Excelente con mi tutor.</i></p> <p>P2: <i>Mi tutor respondió atentamente a mis consultas y problemas y realizó óptimas devoluciones de las actividades entregadas.</i></p> <p>P3: <i>Fue excelente, le agradezco a mi tutor por responder todos mis requerimientos.</i></p> <p>P4: <i>Fueron excelente. Incluso ante una dificultad particular pude acceder al tutor en forma personal (cosa que entiendo excede al Curso).</i></p> <p>P5: <i>Excelente, siempre estuvo atenta al momento de la consulta o duda.</i></p> <p>P6: <i>me pareció muy buena, los comentarios y sugerencias siempre me ayudaron.</i></p> <p>P7: <i>Excelente.</i></p> <p>P8: <i>Fluidas</i></p> <p>P9: <i>Muy buena. Siempre que le solicité estuvo junto a mí ayudándome.</i></p> <p>P10: <i>Muy buena, fluida responde enseguida y es muy amable.</i></p>

Tabla 9.11: Respuestas sobre la comunicación de los docentes con el tutor.

Pregunta nº 6	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Se sintió cómodo con la forma de comunicación usada en el Curso?</p>	<p>P1: <i>Me sentí bien, por eso considero lo más relevante del Curso.</i></p> <p>P2: <i>Muy cómoda, no tuve mayores problemas, salvo algunos que tenían alternativas de solución.</i></p> <p>P3: <i>Bien.</i></p> <p>P4: <i>Me sentí cómoda.</i></p> <p>P5: <i>Me gustó.</i></p> <p>P6: <i>Creo que la mayoría nos sentimos bien ya que</i></p>

Pregunta nº 6	Respuestas de los docentes-alumnos
	<p><i>participamos en el foro sin problemas y en lo que a mi respecta fue una buena experiencia.</i></p> <p><i>P7: Muy cómoda con esta forma de comunicarme.</i></p> <p><i>P8: Bien.</i></p> <p><i>P9: Al principio me costó acostumbrarme porque no tengo experiencia, es la primera vez que hago este tipo de Curso.</i></p> <p><i>P10: Me gusta esta forma de comunicarme, cuando no podía acceder al Aula virtual me hizo sentir incomunicada.</i></p>

Tabla 9.12: Resultados sobre la valoración de la forma de comunicación.

Pregunta nº 7	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Las participaciones de otros estudiantes en los foros le han sido útiles?</p>	<p><i>P1: Útiles.</i></p> <p><i>P2: las participaciones de los otros compañeros me permitió ampliar mis propias ideas, acrecentando las relaciones. Es un aspecto del Curso que destaco ya que me permitió compartir tanto visiones de la realidad como experiencias.</i></p> <p><i>P3: En general no me aportaron información relevante. Debo confesar que las leí rápidamente.</i></p> <p><i>P4: Me han sido útiles, aunque no hubo mucha diversidad de opiniones, siempre la opinión de los demás enriquece.</i></p> <p><i>P5: me permitió compartir sus ideas, junto a los de los otros.</i></p> <p><i>P6: Me fue muy interesante “escuchar” otros puntos de vista y aprender sobre las experiencias de otros.</i></p> <p><i>P7: Ha sido una oportunidad para encontrarme con otras experiencias.</i></p> <p><i>P8: Hubiera querido discutir temas más específicos.</i></p> <p><i>P9: La lectura de las opiniones de los otros participantes sirven para aclarar muchos puntos.</i></p> <p><i>P10: Uno logra conocer otras formas de pensar y hasta incluso aprende cosas nuevas.</i></p>

Tabla 9.13: Respuestas sobre la utilidad de las participaciones de otros compañeros.

Cuando se les pide a los participantes que valoren al Curso, ocho participantes lo hacen como “muy bueno” y dos lo categorizan como “bueno” y entre los comentarios que agregan al cuestionario, se destaca el deseo de continuar con este tipo de Cursos y reafirman su conformidad.

Pregunta nº 8	Respuestas de los docentes-alumnos
<p>¿Qué valor le otorga a esta experiencia con TIC?</p>	<p>P1: <i>Fue una experiencia valiosa para mi aprendizaje. La modalidad a distancia me gustó y me permite aprender a mi ritmo.</i></p> <p>P2: <i>Valoro la forma de trabajo, los contenidos y las posibilidades de intercambio que esta modalidad me dio.</i></p> <p>P3: <i>la experiencia es muy buena, a pesar de los problemas técnicos.</i></p> <p>P4: <i>Muy buena y me interesaría seguir participando en estos cursos, tanto por su nivel, como por la modalidad</i></p> <p>P5: <i>Muy buena, poder trabajar con Internet me ayuda a aprender al igual que poder consultar con otros colegas.</i></p> <p>P6: <i>Muy buena, me permite aprender según mis propios tiempos.</i></p> <p>P7: <i>Valor ocho, muy buena.</i></p> <p>P8: <i>Fue buena.</i></p> <p>P9: <i>Muy buena. Me gustaría que se continuaran con estos tipos de cursos.</i></p> <p>P10: <i>A mi me resultó muy buena, sobre todo lo de ir aprendiendo paso a paso, comprendiendo a mi ritmo.</i></p>

Tabla 9.14: Respuestas a la valoración del Curso en línea.

Como podemos observar a través de las opiniones vertidas por los participantes, es posible concluir que se han logrado los principales objetivos propuestos para este Curso.

9.3.2 Evaluación de las dimensiones del modelo

Un aspecto central de esta tesis es probar que el modelo constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea satisface sus principios formulados a través de la aplicación en el e-módulo de los RSU. De acuerdo con esto, se llevó a cabo una investigación evaluativa de producto, cuyo objetivo estuvo centrado en evaluar las dimensiones: multimedia, pedagógica-didáctica, cognitiva, epistemológica, y comunicacional del MoCEL. Se excluye la dimensión contextual, que se ha evaluado en los capítulos 6 y 7.

Para realizar la evaluación del e-módulo de RSU se construyó un cuestionario de tipo cerrado con una escala de opinión, estructurado según las dimensiones

del MoCEL y denominado “cuestionario de opinión de los docentes sobre las dimensiones propuestas para el e-módulo de RSU” (Anexo 9.8). En los ítems del mismo se ha colocado una escala de estimación de cuatro criterios para que los participantes puedan valorar cómo perciben cada uno de los indicadores de las variables de cada dimensión.

Una forma útil de procesar los resultados obtenidos con este instrumento consiste en operacionalizar cada una de las dimensiones analizadas, de manera tal que “se pasa de un concepto a una variable operativizada mediante un índice empírico” (Padua, 1993; Galtung, 1973). Para ello, primero se realiza un análisis en el nivel de las variables individuales y a continuación se agrupan de acuerdo a las dimensiones del MoCEL. En este sentido, los índices pertenecen y se construyen en el mismo sistema de referencia del modelo. Entendemos que no hay formas simples de evaluar el MoCEL de manera directa, sino que se hace a través de implementaciones particulares que reflejan lo más posible el modelo. Entonces, los índices señalan la satisfacción de los usuarios respecto de un desarrollo con TIC, en este caso el e-módulo de RSU. En el caso de que el e-módulo se hubiera desarrollado de forma sistemática y fiel al modelo, como ha sido en nuestro caso, entonces se puede inferir que los índices son representativos de la calidad del modelo. Pero lo más importante es que los índices, al ser detallados a través de variables y dimensiones, permiten establecer el grado de satisfacción en cada una de las partes del modelo y comprobar si se ha logrado alcanzar el nivel establecido o si hay que mejorar algunas dimensiones del mismo en el e-módulo. En otras palabras, se puede apreciar cuáles son los aspectos en los que el grupo de participantes muestra mayor satisfacción y cuáles son los que habría que mejorar en futuras ediciones del e-módulo.

A continuación se expone el procedimiento utilizado para establecer los índices empíricos, a partir de las respuestas de los participantes que respondieron al cuestionario.

El valor de los indicadores se obtiene cuantificando la escala cualitativa propuesta en la planilla, asignando a las valoraciones: “mucho”, “medio”, “poco” y “nada”, las cantidades: 3, 2, 1 y 0 respectivamente. Así, por ejemplo, para calcular el valor del indicador “abarcen conceptos”, de la variable “tópicos

generativos”, correspondiente a la dimensión pedagógica-didáctica, se procede del siguiente modo:

1. Se cuantifican los registros cualitativos obtenidos con el cuestionario:

DIMENSIÓN	Pedagógica didáctica	Valoraciones			
VARIABLE	Tópicos generativos	Mucho	Medio	Poco	Nada
INDICADOR	Abarcan conceptos	6	2	1	1

2. Se obtiene el valor del indicador como: $6 \times 3 + 2 \times 2 + 1 \times 1 + 1 \times 0 = 23$. Lógicamente, el máximo valor obtenible es de treinta (10x3), si todos los participantes (diez respuestas) hubieran respondido en la columna de “muchos”.
3. Se calcula el valor del indicador, como la relación entre el valor obtenido (23) y el máximo posible (30), resultando en este caso 0.77 (23/30), es decir un 77% de satisfacción con respecto a esta variable.
4. Se calcula el índice de una variable. Para ello se toman en consideración todos los valores de los indicadores que integran esa variable.

En la mayoría de los casos, los indicadores están asociados a valoraciones con respecto a una situación ideal deseable; en esos casos se ha dado el mismo peso a cada indicador, calculándose la media para obtener el índice. Por ejemplo, el índice de la variable “presentación de la información” de la dimensión multimedia, resulta 0.87 y se ha calculado de la siguiente forma:

$$i_4 = 1/4(29/30+25/30+25/30+25/30) = 3.47/4 = 0.87$$

Pero en el caso de la variable “estructura de navegación” de la dimensión multimedia, los indicadores: “lineal”, “paralela”, “ramificada” y “combinada” no corresponden directamente a valoraciones con respecto a una situación ideal deseable, entonces fue necesario asignarles factores de peso diferente. Para dar estos factores de peso a cada indicador, primero se obtuvo la frecuencia con que aparece cada indicador en el total de las respuestas y posteriormente se establecieron los factores de ponderación en función de las frecuencias. En la variable mencionada resultaron:

Lineal	= 14/64 = 0.22
Paralela	= 11/64 = 0.17
Ramificada	= 21/64 = 0.33
Combinada	= 18/64 = 0.28

El denominador (64) es la suma de los valores de los indicadores. Las fracciones anteriores muestran el tanto por ciento con que aparece cada apreciación de la estructura de navegación en el total de las respuestas.

A continuación se dieron factores de ponderación a cada indicador: tanto las estructuras “ramificadas” como “combinadas” representan situaciones ideales deseables ya que ambas estructuras permiten llevar a cabo navegaciones que implican formas de procesar la información más complejas que la lineal. Autores como León (1998) reconocen a esta forma como ventajosa para el aprendizaje, al igual que lo que plantea Marcelo et al. (2002) respecto a que los estudiantes pueden establecer su propio itinerario de aprendizaje con estas formas de navegación distintas de las lineales y por ende paralelas.

En este caso, la ponderación se tomó igual a 1. El indicador “paralela” es intermedia y su ponderación se adoptó igual a $2/3 = 0.66$ y la “lineal” está más alejada de lo deseable, de modo que su ponderación resultó: $1/3 = 0.33$.

De esta manera, el índice resulta:

$$i_2 = 0.22 \times 0.33 + 0.17 \times 0.66 + 0.33 \times 1 + 0.28 \times 1 = 0.80$$

En la tabla 9.15 se detalla la operación del cálculo del índice de “estructura de navegación”, explicado anteriormente.

Estructura de navegación	Valor indicado (1)	Frecuencia (2) = (1) / N	Factor de peso (3)	Contribución al índice de variables (2) × (3)
<i>Lineal</i>	14	14/64= 0.22	1/3= 0.33	0.22×0,33= 0.073
<i>Paralela</i>	11	11/64= 0.17	2/3= 0.66	0.17×0,66= 0.112
<i>Ramificada</i>	21	21/64= 0.33	1	0.33×1= 0.33
<i>Combinada</i>	18	18/64= 0.28	1	0.28×1= 0.28
	N	∑ (2) = 1,00		0.80

Tabla 9.15: Ejemplo de un cálculo de un índice empírico.

De la manera descrita se han calculado los índices empíricos para todas las dimensiones, y los resultados se encuentran en detalle en la “tabla de cálculo de los índices por indicadores, variables y dimensiones en el e-módulo” (anexo 9.9).

En la tabla 9.16 se presentan los índices siguientes: el de **calidad del e-módulo sobre RSU usando MoCEL**, los obtenidos para cada una de las dimensiones del modelo y, por último los índices y sus respectivos porcentajes de las variables que caracterizan a estas dimensiones.

DIMENSIONES DEL MoCEL	Índice por variable	Porcentaje	Índice por dimensión
DIMENSIÓN MULTIMEDIA			0.90
Forma de presentación	0.87	87%	
Estructura de navegación	0.80	80%	
Mapa de navegación	0.97	97%	
Presentación de la información	0.87	87%	
Elementos de pantalla	0.87	87%	
DIMENSIÓN PEDAGÓGICA - DIDÁCTICA			0.82
Metas de comprensión	0.82	82%	
Tópicos generativos	0.83	83%	
Desempeños de comprensión	0.81	81%	
Evaluación diagnóstica continua	0.80	80%	
DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA			0.80
Aprendizaje significativo	0.80	80%	
Procedimientos de la ciencia	0.79	79%	
DIMENSIÓN COGNITIVA			0.83
Tipo de ciencia predominante	0.76	76%	
Construcción de teorías	0.90	90%	
DIMENSIÓN COMUNICACIONAL			0.77
Sistema de interacciones en los foros	0.70	70%	
Estilos de comunicación del e-módulo	0.83	83%	
ÍNDICE DE CALIDAD DEL E-MÓDULO DE RSU USANDO MoCEL			0.82

Tabla 9.16: Índice de calidad del e-módulo de RSU usando MoCEL.

Sintetizando, los ítems fueron valorados por los docentes-estudiantes en una escala cualitativa y posteriormente se pasaron los indicadores a índices

empíricos, para poder definir un índice de **calidad del e-módulo de RSU usando MoCEL**. Este índice es una variable multidimensional conformada por cada uno de los valores correspondientes a las dimensiones propuestas por el MoCEL.

Como podemos observar en la tabla 9.16, uno de los aspectos más significativos es el alto índice obtenido como resultado final de esta evaluación, por lo cual podemos afirmar que el e-módulo tiene una calidad bastante satisfactoria. La dimensión multimedia fue la más apreciada con un valor 0.90 y las dimensiones cognitiva, pedagógica-didáctica y epistemológica tuvieron índices también altos y similares, con valores de 0.83, 0.82, y 0.80 respectivamente. El menor valor encontrado se refiere a la dimensión comunicacional, con un valor de 0.77 que coincide con los datos obtenidos a través de los distintos análisis cualitativos acerca de las precisiones hechas por los participantes en cuanto a la deficiencia tecnológica del sistema y su impacto negativo en la comunicación.

9.3.3 Evaluación final de los aprendizajes

Para estructurar la evaluación final de los aprendizajes se han considerado los resultados de la primera evaluación hecha a los participantes, los comentarios planteados a través de los foros y correos electrónicos, y los resultados de las actividades realizadas durante el Curso. A partir de estos aspectos se diseñó el “cuestionario final para evaluar contenidos referidos a los RSU” (ver anexo 9.10).

El objetivo de esta investigación está centrado en evaluar los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales de los participantes. Para ello se elaboraron ocho preguntas de tipo abiertas concentradas en tres grupos. El primero pretende averiguar los cambios y la evolución del aprendizaje conceptual de los participantes, para lo cual se les solicita que listen conceptos importantes dentro del tema y realicen un mapa conceptual con estos conceptos, estableciendo sus relaciones. Las dos preguntas siguientes de este grupo se refieren a la constitución y origen de los RSU. El segundo grupo, formado por las preguntas cuatro, cinco y seis, está orientado a averiguar si los participantes proponen un adecuado tratamiento para los residuos y si formulan decisiones apropiadas para solucionar los problemas que originan. La

orientación de este grupo se encuentra enfocada a los contenidos procedimentales y actitudinales. En tercer término se hace una última pregunta de aplicación y transferencia de esta temática al aula, tratando de evaluar a través de ella la comprensión del tema, puesto que como ya lo hemos reiterado en este trabajo, la comprensión se demuestra a través de la aplicación de los conocimientos a una nueva situación, que en este caso es el aula.

La presentación de los resultados se lleva a cabo a través de una descripción que agrupa todas las respuestas dadas por los participantes de acuerdo a los tres grupos de preguntas señalados en el párrafo anterior.

Comenzaremos con el análisis de la primera pregunta, en la cual se solicita a los participantes que expongan los conceptos más importantes dentro de la temática de los residuos y que elaboren un mapa conceptual a partir de ellos. Esta actividad evaluativa tiene por objetivo identificar progresos y cambios en la estructura conceptual de los docentes, comparando las respuestas y los mapas después de realizar todas las actividades del e-módulo con los obtenidos en la actividad inicial descrita en el apartado 9.1.2. En esta oportunidad se observa que la mayoría de los participantes incluyen el concepto de “reducir o minimizar los residuos”, que estaba ausente en el cuestionario inicial; así mismo se incrementan los conceptos relacionados con aspectos sociales que apenas eran nombrados al comenzar el Curso. Estos resultados los cruzamos con la discusión llevada a cabo en el foro n° 4 acerca de las ventajas de los embalajes, y se observa que también se rescata el concepto de “reducir”; véase los comentarios de algunos de los participantes:

Docente P1: (...) *la cuestión principal está centrada en encontrar el equilibrio entre mantener la calidad y el estado de los productos para su transporte y la preservación del ambiente, minimizando la cantidad de residuos generados.*

Docente P6: (...) *a las ideas de tener conocimiento para tener conciencia, para tomar decisiones, reciclar, reusar, quisiera agregar el pensar también en la generación de tecnologías que nos ayuden a resolver la reducción de residuos.*

Docente P5: (...) *el artículo es muy interesante, a simple vista el tema de los embalajes parece un callejón sin salida, varios países toman en serio este problema a través de su sistema legal, generan muchísimos incentivos para eliminar los envases descartables y tratar de reducirlos.*

A partir de los conceptos que señalan los docentes, de los mapas que elaboran y de los comentarios que hacen en el foro creemos que podemos admitir que ha habido comprensión de los contenidos conceptuales. A continuación presentamos el comentario que hace un docente-alumno como cierre del último foro:

Docente P5: ¡Hola, querida gente!

Releyendo me encuentro con algunas conclusiones. Las armé tomando trozos de sus expresiones (¡desconté su permiso!), a lo largo de este foro, y destaca cuatro ideas que se repiten.

*Hace falta **conocimiento** para tener **conciencia**.*

*Los comportamientos definen la **cultura** y deberíamos preguntarnos ¿por que nos comportamos de determinadas formas?, ¿podemos cambiar esa forma de hacer las cosas si pensamos en lo que aparece?*

*Y el **cambio** que en general se destaca posible, con esfuerzo.*

*P(...) se necesita un conocimiento de la realidad (**conocimiento**)*

*P(...) creo que en este sentido la concienciación y la educación juegan un rol fundamental (**conciencia**)*

*P(...) un mundo con otro ritmo (**cultura**)*

*P(...) si todos tratáramos de esforzarnos... me pregunto qué pasaría si todos o una gran mayoría hiciera el mismo pedido (**cambio**)*

Los mapas conceptuales o esquemas presentados en general se corresponden con los conceptos seleccionados y hay una mayor inclusión de temas entre los que se establecen relaciones y conectores. Son variadas las presentaciones y, como es de esperar cuando hay aprendizaje, hay diagramas mucho más completos que otros. Unos hacen hincapié en aspectos más ambientales relacionando al ecosistema, otros presentan un eje centrado en el consumo y algunos tienen una secuencia histórica similar a la presentada en el e-módulo. Podemos afirmar que estos esquemas son más completos y mejor estructurados que los presentados en el cuestionario inicial. A partir de estos resultados creemos que ha habido una evolución y enriquecimiento de la estructura cognitiva de los docentes, es decir en el aprendizaje.

Como ejemplo de este cambio, mostramos dos mapas o esquemas (figuras 9.12 y 9.13) elaborados por los mismos participantes que confeccionaron los

presentados en la sección 9.1.2 (figuras 9.4 y 9.5). Como se puede observar la diferencia entre los mismos es notable, indicando que los docentes experimentan, como hemos dicho anteriormente, una evolución apreciable en su estructura cognitiva al realizar el Curso.

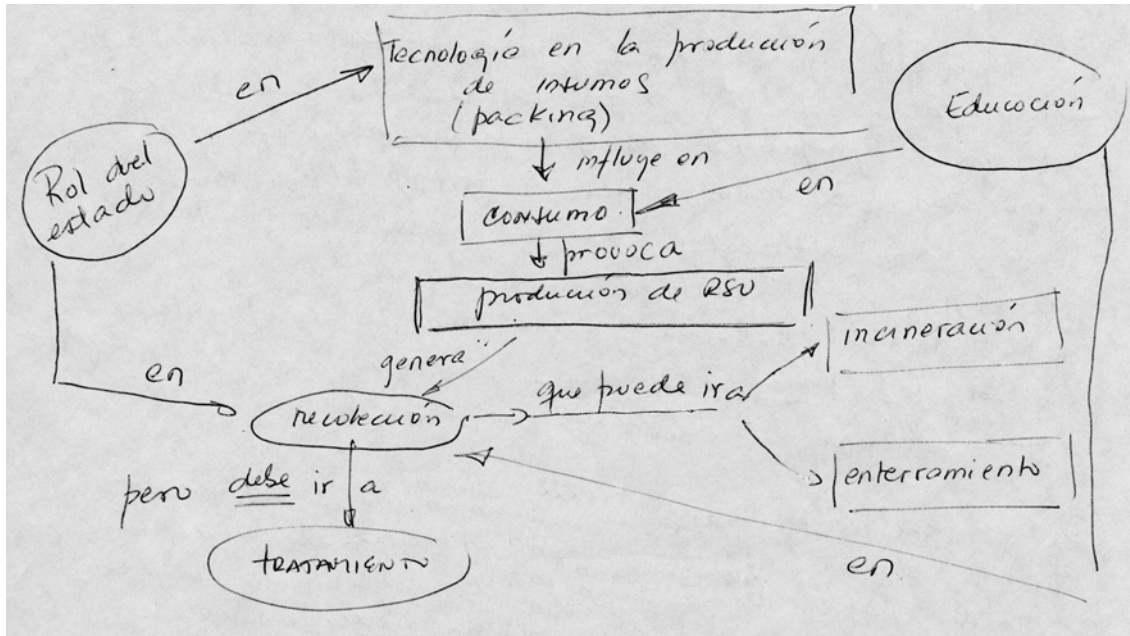


Figura 9.12: Esquema final elaborado por el participante P7 al finalizar el Curso.

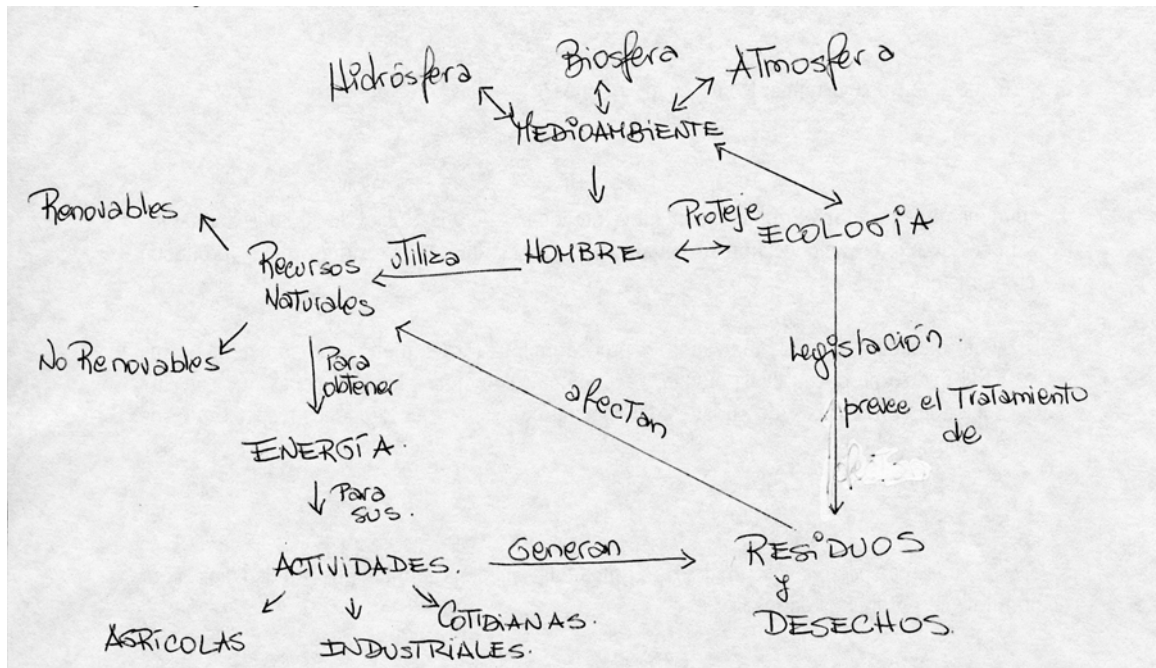


Figura 9.13: Esquema final elaborado por el participante P8 al finalizar el Curso.

Sobre la pregunta referida a los materiales o productos constitutivos de los RSU, se observa en las respuestas que incluyen además de los componentes tradicionales (papel, vidrio, metal, desperdicios de alimentos, etc.) otros que no habían sido tenidos en cuenta o sólo habían sido nombrados de forma muy escasa en el cuestionario inicial, como electrodomésticos, pilas, restos de jardín, embalajes, muebles, etc. La tercera pregunta tiene que ver con los ámbitos de producción de los residuos. También esta pregunta se llevó a cabo con la intención de ver si los docentes-alumnos identificaban sin errores las fuentes de producción. Comprobamos que ambas respuestas, tanto sobre los elementos constitutivos de los RSU como en lo que se refiere al origen de los desechos, no contienen errores como sucedió en el cuestionario inicial.

Los resultados del segundo grupo de preguntas, orientadas a la toma de decisiones para solucionar los problemas que presentan los RSU, es decir sobre los procesos y tratamientos a que deben someterse, las respuestas se concentran dentro de cuatro conjuntos: educación, tratamiento, gestión y legislación. Se observa que son pocos los que incluyen aspectos relacionados con el impacto de los residuos en el ecosistema y que, a pesar de haber sido estos aspectos especialmente incluidos a sugerencia de los expertos, no se visualizan en las respuestas de todos los participantes, como sería de esperar. Por esta razón creemos que deberían ser tratados aún con mayor profundidad en una futura nueva edición del e-módulo.

Las respuestas que hemos encuadrado dentro del grupo denominado “*educación*” se refieren a la necesidad destacada por los docentes de promover con sus alumnos formación sobre este tema. Algunos proponen una educación que involucre al núcleo familiar de sus estudiantes; la mayoría se inclina por campañas de concienciación enfocadas desde distintos niveles y con diferentes estrategias. En este sentido, también observamos una variedad mayor de propuestas que las enunciadas en la pregunta siete del cuestionario inicial, por lo cual creemos que el Curso ha ampliado la visión de los participantes acerca de este aspecto.

Una segunda clase de respuestas se concentran en describir el *tratamiento* de los residuos, destacando la elaboración de propuestas personales al respecto, analizando sus ventajas y deficiencias. No son propuestas únicas, sino que presentan diferentes alternativas, por ejemplo se plantea como solución desde

la incineración en situaciones tecnológicas ideales, hasta enterramientos controlados que incluyen aspectos del contexto. Contienen la gestión, los costos, las decisiones políticas, lo que nos indica una visión de sistema en las propuestas y por otra parte un posicionamiento personal propio, lo que estaría mostrando que los participantes han llegado a conocer y comprender el fenómeno con profundidad suficiente para poder emitir juicios y elecciones acerca de los tratamientos. Otro aspecto que incluyen fuertemente es la disminución de la producción de los residuos, que se destaca por las propuestas prácticas que recomiendan, como rechazar el embalaje, comprar a granel y sustituir envases, entre otras; lo que tiene que ver directamente con aspectos actitudinales.

La tercera y cuarta agrupación de las respuestas giran en torno a la *gestión* de los residuos y a su *legislación*. Estos aspectos son una preocupación que tienen los participantes al inicio del Curso y que parecen mantenerse a tenor de las respuestas dadas en el cuestionario final. En efecto, los docentes señalan que legislando adecuadamente sobre los RSU se puede minimizar la problemática que hoy día presentan. Entienden que las Instituciones deben establecer acciones que promuevan las condiciones necesarias para su resolución, contando con el compromiso de toda la ciudadanía. Estos aspectos han sido reforzados en el e-módulo a través de lecturas especiales al respecto, que seguramente han ayudado a comprender mejor estos aspectos.

La última pregunta del cuestionario es una aplicación del tema a sus clases. En general son planteamientos creativos que abarcan los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, sobre diferentes aspectos del tema. Algunos hacen un diseño parecido a la propuesta del e-módulo, comenzando por las cuestiones sociales que dan origen a los residuos; otros se concentran en los procedimientos y también hay planes que parten del impacto. Dos de las propuestas usarían el video que está incluido en el e-módulo como un elemento de motivación inicial. Las actividades que eligen para trabajar con sus alumnos contemplan lecturas, guías de estudio, realizar campañas, esquemas, carteles, recorridos barriales y clasificar residuos, entre otras. Presentan una secuencia lógica de los aprendizajes y señalan que necesitan tiempo para desarrollar este tema. Los resultados también son variados, ya que algunos muestran un conocimiento didáctico para estructurar

la planificación de estas clases, mientras que otros no lo tienen, pero todos hacen una buena aplicación de los temas dados.

Para finalizar, observamos que todos los docentes-alumnos que concluyeron el Curso lograron realizar y acreditar esta evaluación, al igual que todas las actividades solicitadas. Por tanto, es posible considerar que la mayoría de los docentes cumplieron las metas de comprensión propuestas en el e-módulo.

9.4 EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL (SIGRES)

Como mencionáramos al inicio de este capítulo, la evaluación de la simulación se llevó a cabo con los mismos cuatro participantes que realizaron la entrevista en profundidad, sólo que en un momento posterior. Se usó el mismo tipo de entrevista e igual procesamiento de la información que en la entrevista anterior.

Los resultados que se obtuvieron muestran una total aceptación de la simulación y comentarios de que es un programa amigable y bien organizado:

Docente P3: *“va en orden, progresivo, ese tratamiento que se va haciendo... se parte de una situación sencilla a una mucho más compleja”.*

Docente P5: *“el programa me pareció fantástico. (...) te pone de cara a los números...”*

Docente P2: *“Lo veo bien armadito, bastante bien estructurado, en el sentido que uno puede ir y venir, no es complicado. No me parece complicado”.*

Todos acuerdan que es una herramienta que puede ser utilizada para la enseñanza en los grados altos de la escuela, tal como lo expresan dos docentes cuando dicen: *“... trabajaría con un nivel de alumnos ya alto, que ya tuviera ciertas nociones...”*, *“.. creo que para trabajar con estos problemas de simulación necesitaría contar con alumnos de mayor edad”*. En el caso de querer usar la simulación en niveles más bajos habría que explicar previamente el programa a los estudiantes, para posteriormente resolver los primeros problemas. En cuanto a poder transferir este desarrollo a las clases, comentan diferentes formas de hacerlo, tales como:

Docente P3: *“yo planteo en mis clases una relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, así que me vendría fantástico (...) “cadenas tróficas, ecosistema, problemática que tienen que ver con el ambiente”.*

Docente P4: *“me encantaría armar un proyecto de investigación con mis alumnos, donde se podría usar este programa (...) Es que ahí cruzaría matemáticas, físicas, sociales de algún modo, porque éste es un problema social, y cruzaría naturales. Haría así. Entonces haría un transversal”.*

Docente P5: *“lo usaría en el tema de mi materia que es alimentos ... podría armar la base de datos como empresas de producción de alimentos, ya que las empresas que producen alimentos también están generando un residuo, por ahí se podría usar”.*

Pero no sólo los participantes exponen que pueden usar el programa en otros temas sino que hacen referencia a la posibilidad que les brinda este programa de utilizar una base de datos, emitir hipótesis y trabajar con planillas y gráficos. Esta posibilidad que brinda el programa nos parece interesante, ya que hay una necesidad de introducir en la currícula escolar estos procesos de manera más sencilla, como lo ofrece este programa.

Docente P3: *“que ellos (los alumnos) puedan aprender a manipular información y entiendan cómo se puede utilizar la información de otros tipos de estudio a la hora de, por ejemplo, modelizar, a la hora de poder hacer predicciones o tomar decisiones, que me parece algo muy importante dentro de la currícula,..”*

Inv.: *¿Piensa que SiGRES sirve para probar hipótesis?*

Docente P4: *(...) Sí. Más bien que sí. Yo diría que no sólo sirve para probar hipótesis. Te sirve para entender el significado de variable, para entender las relaciones. Que sé yo, sirve para un montón de cosas!*

En cuanto a las respuestas acerca de las dificultades para la ejecución de la simulación no fue igual en todos los docentes-alumnos, ya que algunos tuvieron dificultad para interpretar alguna de las variables (como la variable “tipo de vecino”), mientras que otros participantes que parecen estar más entrenados en el manejo de datos, no sólo pudieron manipular las variables sino que recurrieron a visualizar los resultados en una planilla que construyeron ellos mismos.

Con respecto a los problemas (ver anexo 9.11) que se plantean para resolver con SiGRES, todos los docentes acuerdan que son creativos, graduados y que ésta es una buena forma de presentar la resolución de problemas.

A partir de estos resultados, pensamos que SIGRES es adecuado para ser trabajado en clase, que ayuda al manejo de datos y a trabajar en situaciones abstractas. Pero por sobre todo pensamos que tiene potencialidad para llevar a cabo investigaciones vinculadas a la enseñanza y al aprendizaje a través de una simulación.

9.5 CONCLUSIONES

Con las evaluaciones de entrada, proceso y producto hemos tratado de comprender de manera integrada si el MoCEL satisface las dimensiones propuestas y si el aprendizaje y la comprensión se ve favorecido con esta propuesta. Para ello se han buscado regularidades a partir de los datos obtenidos mediante los diferentes instrumentos utilizados, que si bien no son generalizables de manera contundente, cuentan con una cierta validez.

A continuación exponemos algunas de las principales conclusiones.

- La evaluación del material hecha por los expertos resulta imprescindible, ya que permite modificar los aspectos considerados débiles, conocer si la estructura y secuencia de las actividades del e-módulo tienen un enfoque constructivista y poner en evidencia cada una de las dimensiones del MoCEL, todo lo cual se considera como altamente positivo.
- En una primera clase presencial es crucial identificar si los participantes muestran buena predisposición para aprender. Hemos comprobado que las principales motivaciones de los docentes para hacer este Curso han estado centradas principalmente en la temática presentada sobre los RSU y en segundo término en la utilización de las TIC.
- A pesar de que en un momento inicial del Curso los participantes se muestran temerosos hacia el trabajo con la computadora, a medida que van

realizando las actividades del e-módulo se muestran más seguros. Afianzan su satisfacción y se logra un ambiente colaborativo.

- Los contenidos del e-módulo responden a las motivaciones de los participantes, ya que la mayoría de los temas que proponen los docentes están incluidos dentro de los tópicos generativos elegidos para el desarrollo de esta problemática ambiental. Sin embargo, los participantes omiten algunos temas importantes en el listado de tópicos generativos. Específicamente, no hacen mención a la reducción de los residuos, ni a temas relacionados con aspectos culturales y económicos, especialmente aquellos relacionados con el consumo y el desarrollo sustentable.
- Los esquemas conceptuales elaborados al inicio del curso son simples, no establecen conectores o relaciones entre conceptos y en muchos casos dejan de lado temas importantes. La reelaboración de estos esquemas al finalizar el Curso muestran una mejora apreciable y son más ricos en cuanto a conceptos y relaciones, aunque no todo lo deseable. Esto evidencia una evolución de la estructura cognitiva de los docentes.
- El proceso de enseñanza y aprendizaje se desarrolló sin variaciones, aunque hubo al comienzo del Curso algunos problemas tecnológicos derivados del servidor donde estaba alojada la plataforma Moodle.
- El diseño y estructura del e-módulo, las actividades planteadas, el video y la simulación SIGRES, a través de las cuales se ha desarrollado la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos han sido valorados positivamente por los docentes.
- Los foros han potencian la comunicación, aunque existen dos fuentes de limitaciones: unas provienen de problemas técnicos y otras aparecen porque algunas discusiones no son lo suficientemente sustanciosas.
- En general, los docentes-alumnos demuestran tener poco tiempo para llevar a cabo este Curso, pero sin embargo logran realizarlo debido a que pueden ajustar la realización de las actividades a su ritmo y en función de sus disponibilidades de tiempo.

- El desarrollo del e-módulo de los RSU implementado contó con un alto índice de satisfacción por parte de los usuarios, por lo que se puede afirmar que no sólo fue evaluado positivamente desde la perspectiva del MoCEL, sino que también fomentó el interés y la motivación para trabajar con las nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- Los resultados obtenidos permiten inferir que el trabajo con TIC, utilizando e-módulos fundamentados en el MoCEL, favorece el aprendizaje significativo de los participantes.
- El modelo propuesto tiene un gran potencial para desarrollar propuestas educativas para la Enseñanza de las Ciencias que generen motivación y propicien un aprendizaje significativo, basado en la comprensión de conceptos y el establecimiento de relaciones comunicativas por medio de las TIC.
- El método de evaluación y los instrumentos de investigación utilizados resultaron coherentes y compatibles entre si, como se muestra en la correspondencia manifestada por los resultados. Además se ha comprobado que el modelo CIPP de investigación evaluativa es una metodología aplicable y valiosa para evaluar un modelo como el formulado.

ANEXO 9.1

CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE EXPERTOS SOBRE EL CD-ROM DE RSU

Esta planilla es sólo una guía para ayudarle a evaluar un desarrollo didáctico presentado en el CD-ROM, elaborado teniendo en cuenta algunas Tecnologías de la Información y la Comunicación. Es de nuestro interés que, como experto, nos dé su opinión y sus puntos de vista de forma cualitativa ya que nos ayudará a mejorar esta propuesta.

1. Respecto al sistema multimedial

- ¿El diseño gráfico lo considera adecuado: si no ¿por qué?
- ¿Le parecen adecuados el color, tamaño y calidad de las imágenes?
- ¿Los textos son claros y de fácil lectura?
- ¿La extensión de los textos en las páginas son apropiados?
- ¿Los links ofrecidos le parecen útiles?
- ¿Tuvo dificultades para la navegación?
- ¿Le resultaron de fácil uso los botones, el menú y los iconos?
- ¿Las instrucciones para el uso del CD son claras?
- ¿Encuentra errores de sintaxis u ortográficos en las pantallas del e-módulo?
- ¿Tiene alguna sugerencia con respecto a este multimedia?

2. Respecto de los aspectos pedagógico-didácticos: los contenidos y las actividades

- ¿Presenta contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales?
- ¿La selección y profundidad de la propuesta es adecuada?
- ¿Los contenidos tienen una secuenciación coherente respecto de la lógica científica?
- ¿Son correctos los contenidos desde el punto de vista técnico?
- ¿Están actualizados?
- ¿Son adecuados al tema y al nivel?
- ¿La bibliografía propuesta es adecuada?
- ¿La bibliografía esta actualizada?
- ¿Considera que las actividades propuestas son adecuadas para desarrollar la comprensión de los aprendizajes en este tema?
- ¿Las actividades promueven la transferencia del aprendizaje?
- ¿Los ejemplos propuestos pueden ser transferibles al aula?

3. Respeto de los procesos cognitivos:

- ¿Se parte de los conocimientos previos?
- ¿A su juicio es motivadora esta propuesta?
- ¿La resolución de las actividades implica activar procesos mentales que apuntan a la construcción del conocimiento?
- ¿Se presentan preguntas o problemas adecuados que permitan a los docentes buscar distintas soluciones?
- ¿Se da la posibilidad de formular hipótesis, principios o teorías, sujetas a comprobación o refutación?
- ¿Se observan estancias para la reflexión?

4. Respeto de la construcción y lenguaje de las ciencias:

- ¿El tipo de ciencia que presenta es la adecuada?
- A su juicio, ¿el posicionamiento ideológico presentado a través de los contenidos es adecuado?
- ¿Sitúa el contenido científico en el contexto social?
- ¿Cómo considera el estilo lingüístico de la presentación?
- ¿Se usó un lenguaje científico apropiado?
- ¿Se usan metáforas y argumentaciones como forma de facilitar el aprendizaje?
- ¿La terminología científica empleada es acorde al nivel que usted esperaba?
- Desde la perspectiva de las ciencias, ¿presenta una lógica conceptual?

5. De opinión

- ¿Cree que el propósito del e-módulo está logrado?
- Indique la calificación general que daría a los siguientes elementos de este desarrollo:
 - Diseño multimedia
 - Contenidos
 - Actividades
 - Otros
- Cree que a través del e-módulo, ¿se promueve una perspectiva constructivista?
- Describa brevemente las cosas que modificaría.

ANEXO 9.3

PLANILLA PARA PROCESAR DATOS DE TEMAS O CONTENIDOS

TEMAS O CONTENIDOS DEL CURSO PARA LOS DOCENTES	Muy importante	Mediana-mente importante	Poco importante	Sub-totales	CATEGORÍAS	TEMAS Y CONTENIDOS PARA LOS ALUMNOS
Envases de papeles y cartones	2			2	Origen y composición de los residuos	0
Generada por electrodomésticos			1	1		0
Envases plásticos	4			4		0
Pilas	2			2		0
Líquidos cloacales	2			2		0
Residuos hospitalares	1			1		0
Residuos hogareños	2			2		0
Residuos industriales	2			2		0
Excrementos	1			1		0
Residuos tóxicos	4			4		0
Clasificación de basura	9			9		4
Composición de la basura	1	1		2		0
Fuentes t origen de producción	4			4		3
Cantidad de residuos	2			2		1
SUBTOTAL	36	1	1			
TOTAL				38		8
Impacto						
Impacto en salud	2			2	Impacto	1
Contaminación de agua		1		1		0
Impacto en el medio ambiente	8			8		8
Prevención de impacto	1			1		0
SUBTOTAL	11	1				
TOTAL				12		9
Tratamiento de los residuos						
Tratamiento/procesos de transformación	9	3		12	Tratamiento de los residuos	5
Reciclado	8	3		11		3
Reutilizar	4			4		6
Disminución de la producción				0		4
Producción de residuos industriales	1			1		0
Técnicas de laboratorio	1			1		0
Eliminación y disposición				0		4
SUBTOTAL	23	6				
TOTAL				29		22
Gestión y Legislación						
Legislación	8			8	Gestión y Legislación	2
Gestión	6			6		3
Aplicar políticas		1		1		2
SUBTOTAL	14	1				
TOTAL				15		7

Estrategias educativas	5			5	Contenidos socio-educativos	0
Aspectos sociales	2			2		3
SUBTOTAL	7					
TOTAL				7		3
<hr/>						
Toma De conciencia ambiental	5	1		6	Contenidos procedimentales y actitudinales	9
Importancia de conocer el tema				0		3
Comprender el problema				0		5
Buscar soluciones				0		4
Comprender conceptos	4			4		2
SUBTOTAL	9	1				
TOTAL				10		23
<hr/>						
TOTALES FINALES				111		72

ANEXO 9.4

CUESTIONARIO INICIAL SOBRE CONOCIMIENTO PREVIO RELATIVO A LOS RSU

Por favor conteste a este cuestionario de forma breve, con las ideas que tenga sobre el tema. Sus respuestas serán útiles para conocer el estado de partida del grupo que va a realizar el Curso. Gracias

1. ¿Qué es un residuo?
2. ¿Cuáles cree que son los elementos constitutivos de los RSU? Estime porcentajes para cada elemento.
3. ¿Cuáles son las ciudades del mundo que producen más basura? ¿Por qué?
4. ¿Qué factor considera que determina la producción de basura en una ciudad?
5. ¿Qué se puede hacer con los RSU que se producen en una ciudad?
6. ¿Cómo se puede tratar la basura?
7. ¿Qué haría para que la gente colabore para solucionar el problema de la basura?
8. ¿Qué rol juega la basura en el ambiente?

ANEXO 9.5

CUESTIONARIO PARA INDAGAR SOBRE CONTENIDOS ACTITUDINALES

Después de ver el video “Costumbres” conteste al siguiente cuestionario y traslade sus respuestas y comentarios al primer foro.

- ¿Qué sensaciones experimentó al ver el video? Enumérelas.
- ¿Cuáles son los conceptos más importantes que muestran las imágenes? Realice un listado escribiendo una sola palabra por cada concepto.
- Analice y señale cuáles de esos conceptos le resultan conocidos y cuáles no.
- ¿Se refleja su "entorno" en las imágenes?
- De las características planteadas, ¿con cuáles se identifica y cuáles rechaza? Explique sus respuestas.
- ¿Por qué piensa que el video se titula "Costumbres"?
- ¿Cómo cree que sus alumnos visualizan el problema de la basura?

ANEXO 9.6

RESPUESTAS DE CINCO DOCENTES A LAS PREGUNTAS FORMULADAS DESPUÉS DE VER EL VIDEO “COSTUMBRES”

Docente P1

¿Qué sensaciones experimento al ver el video? Enumérelas

Angustia	Pena
Preocupación	Egoísmo
Intranquilidad	Individualismo
Miedo	Sufrimiento
Insatisfacción	

¿Cuales son los conceptos más importantes que se muestran en las imágenes? Realice un listado escribiendo una sola palabra por cada concepto.

Supervivencia	Consumismo
Civilización	Producción
Progreso	Prestigio
Desarrollo	Basura
Revolución agrícola	Basurales
Revolución industrial	Residuos
Crecimiento	Suciedad
Atraso	Contaminación
Miseria	Pestes.
Subdesarrollo	

Analice y señale ¿Cuáles de estos conceptos le resultan conocidos y cuales no?

Todos los conceptos me resultan conocidos.

¿Se reflejó su entorno en las siguientes imágenes?

Si el entorno se reflejó en el video, porque el crecimiento desmedido de las ciudades y las cultura del “no meterse” y no hacer; es una costumbre.

De las características planteadas ¿con cuáles se identifica y cuáles rechaza? Explique sus respuestas?

Reconozco que la interacción del hombre con el ambiente fue cambiando y creando graves problemas en los recursos naturales. Creo que el deshacerse de los residuos al sacarlos a la calle a la espera de que pase el camión recolector es una acción

cotidiana y costumbrista. Los medios tienen influencia en la crear necesidades consumistas, esto socialmente brinda mayor prestigio a la gente que más consume. De esta forma todo lo que uno compra se ve mejor si el envase es más colorido, grande, no tanto si es reciclable o si puede tener muchos usos. En estas cuestiones no me identifico.

¿Por qué piensa usted que el video se titula Costumbres?

Creo que el video se titula costumbres porque es algo rutinario que estamos habituados a hacer sin preguntarnos nada, lo hacemos y no lo consideramos un problema. Por tradición o culturalmente nuestros ancestros no estaban preocupados por la basura pero a medida que la población aumenta parecen muchos problemas y la gran generación de residuos es una de ellos. Me parece que la falta de rigurosidad en el control y el gasto que se emplea en la limpieza de la ciudad podría aprovecharse para la creación de escuelas, hospitales y otras obras públicas. Si cada familia se hiciera cargo, pagando una cuota de acuerdo a la cantidad de residuos que genere, este servicio se valoraría.

Docente P2

¿Qué sensaciones experimentó al ver el video? Enumérelas.

Pertenencia	Vergüenza
Responsabilidad	Tristeza

¿Cuáles son los conceptos más importantes que muestran las imágenes?

Realice un listado escribiendo una sola palabra por concepto.

Evolución	Basura
Tecnología	Civilización
Recursos	Consumo
Supervivencia	Costos
Ambiente	Medios de comunicación
Reciclaje	Necesidades
Intereses económicos	Progreso y desarrollo
Industrialización	Controles

Analice y señale ¿cuáles de estos conceptos le resultan conocidos y cuáles no.

La mayoría me son conocidos, quizá requeriría mayor conocimiento acerca de la legislación vigente y métodos de administración de la basura.

¿Se reflejó su entorno en las imágenes?

El video está planteado generando pertenencia ya que habla puntualmente de Córdoba y muestra las calles de la ciudad donde vivimos.

De las características planteadas, ¿con cuáles se identifica y cuáles rechaza? Explique sus respuestas.

- el hombre se vio marcado por un destino de supervivencia, es metafórico y depende de las concepciones acerca del destino! Sin embargo coincido en ver al hombre dentro del mismo proceso evolutivo del resto de los seres vivos.
- Alcanzó grandes conocimiento y creó objetos, fue mas allá de “lo biológico” ya que desarrolla su cerebro de una forma sorprendente en relación a otros seres vivos y crea cultura, conocimientos.
- Se hizo dueño de la naturaleza, otra vez metafórico desde una posición antropocentrista
- El proceso industrial genera crecimiento en las ciudades, esperanzas, trabajo, crecimiento, bienestar y progreso aunque también mayor producción de residuos. También trae aparejados otros cambios en la forma de vida y de pensar de las personas, su relación con el entorno y con otras personas.
- Cultura de lo que no se ve no existe, que otro se haga cargo, cambio de lugar del problema. Se plantea una relación entre un hábito en cuanto a desechos cotidianos con respecto a una aspecto de la conducta humana, aquello que no nos satisface, que nos genera conflicto ¿lo resolvemos o nos escapamos?
- Consumismo crea más necesidades de las que satisface, influencia de los medios de comunicación. En definitiva se plantea también se estamos reflexionando sobre nuestro accionar o somos marionetas de una cultura que nosotros mismos creamos. Muy parecido al síndrome “Frankenstein”.
- El gobierno no dispone de legislación adecuada o/y no obliga a su cumplimiento. Una paradoja muy nuestra, queremos algo pero no queremos tener obligación para lograr ese algo.

¿Por qué piensa Ud que el video se titula Costumbres?

El título de “Costumbres” creo que responde a que en una cultura se entrelazan diferentes formas de comportamiento de una comunidad en el tiempo, y en este caso configuran la forma de reaccionar ante algo. Como comunidad tenemos una forma de actuar en relación con la basura, que lamentablemente se repite. Digo lamentablemente ya que no controlamos su producción ni nos ocupamos de su tratamiento.

Docente P3

¿Qué sensaciones experimentó al ver el video? Enumérelas.

Asombro
Culpa

¿Cuáles son los conceptos más importantes que muestran las imágenes?

Realice un listado escribiendo una sola palabra por concepto

Nómades	Crecimiento demográfico
Asentamientos humanos	Revolución industrial
Cultura	Contaminación
Agricultura	Degradación ambiental
Ganadería	Problemas sanitarios
Progreso tecnológico	Sociedad de consumo
Antropocentrismo	Tratamiento de residuos

Analice y señale ¿cuáles de estos conceptos le resultan conocidos y cuáles no.

Los conceptos con los que estoy más familiarizada o conozco más del tema son los 11 primeros. Creo que necesitaría y me gustaría profundizar más en los tres últimos temas.

El video muestra una secuencia de acontecimientos que va desde el nomadismo, pasando luego al sedentarismo con el consecuente desarrollo de la agricultura y la ganadería. Los asentamientos urbanos crecen por gran crecimiento demográfico. Luego se muestran diferentes avances tecnológicos, industriales, de transporte y de comunicación. Esto trae aparejado sociedades de consumo que generan grandes cantidades de residuos y contaminación. Creo que del concepto que tengo menor conocimiento es el de los problemas sanitarios.

¿Se reflejó su entorno en las imágenes?

Sí, se reflejó mi entorno en las imágenes.

De las características planteadas, ¿con cuáles se identifica y cuáles rechaza? Explique sus respuestas.

Me identifico como contribuyente a generar residuos, como consumista, como ajena a los problemas que ocasionan los residuos.

¿Por qué piensa Ud que el video se titula Costumbres?

Creo que el video se titula "Costumbres" porque refleja los hábitos del ser humano, que habría que modificar para mejorar la calidad ambiental y de vida.

Docentes P4 y P5

¿Qué sensaciones experimentó al ver el video? Enúncielas

Simplicidad, Confusión,
Serenidad, Desorden,
Necesidad de asentamiento, Estupor

¿Cuáles son los conceptos más importantes que muestran las imágenes? Realice un listado escribiendo una sola palabra por cada concepto.

Evolución cultural Acumulación
Urbanización Entropía
Crecimiento demográfico

Analice y señale cuáles de estos conceptos le resultan conocidos y cuáles no.

Todos nos resultan conocidos, de otro modo no hubiéramos podido enunciarlos.

¿Se reflejó su entorno en las imágenes?

Sí, como habitantes de una urbe.

De las características planteadas con cuáles se identifica y cuáles rechaza. Explique sus respuestas.

Todas las características son parte de nuestra existencia, por lo tanto con todas nos identificamos. Rechazamos la acumulación, como concepto de génesis del problema que estamos analizando.

¿Por qué piensa usted que el video se titula Costumbres?

Porque tiene que ver con hábitos sociales a través del tiempo, de los que parece imposible escapar, que nos arrastran a sufrir consecuencias que parecen inevitables.

ANEXO 9.7

CUESTIONARIO DE OPINION PARA LA EVALUACION CUALITATIVA DEL CURSO

Esta es la última actividad del e-módulo. Sus opiniones nos resultarán muy importantes para mejorar la calidad del Curso. Muchas gracias

1. ¿En qué medida este Curso cumple con sus expectativas?
2. ¿Cuál es el aporte más relevante de este Curso?
3. ¿Qué aspectos mejoraría?
4. ¿Qué modificaría, agregaría o cambiaría del CD-ROOM?
5. ¿Cómo fue la comunicación (consultas, solicitudes y sugerencias) entre usted y el tutor?
6. ¿Se sintió cómodo con la forma de comunicación usada en este Curso?
7. ¿Las participaciones de otros estudiantes en los foros le han sido útiles?
8. ¿Qué valor otorga a esta experiencia con TIC?
9. ¿Algún otro comentario?

ANEXO 9.8

CUESTIONARIO DE OPINION DE LOS DOCENTES SOBRE LAS DIMENSIONES PROPUESTAS PARA EL E-MÓDULO DE RSU

Marque con una cruz lo que Ud. considere pertinente. Su opinión será de gran utilidad para mejorar la calidad del Curso. Muchas gracias.

1. DIMENSIÓN MULTIMEDIA				
Forma de presentación:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Explicita el marco teórico de la propuesta				
El diseño es atractivo				
Estructura de navegación:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Lineal				
Paralela				
Ramificada				
Combinada				
Mapa de navegación:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Refleja la estructura conceptual				
Presentación de la información:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Los textos son claros y de fácil lectura				
Adecuada extensión de los textos en las páginas				
Información relevante de los hipertextos				
Pertinencia de los gráficos				
Elementos de pantalla:	Muy adecuados	Mediana adecuación	Poco adecuados	No adecuados
Botones				
Links				
Iconos				
Menú				
2. DIMENSIÓN PEDAGÓGICA-DIDÁCTICA				
Metas de comprensión:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Claramente determinadas				
Concentradas en:				
Contenidos conceptuales				
Contenidos procedimentales				
Contenidos actitudinales				
Adaptadas a su nivel				
Las metas coherentes con:				
Los contenidos				
Los desempeños				
Tópicos generativos:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Abarcan conceptos				
Abarcan procedimientos				
Abarcan actitudes				
Actualizados				
Interdisciplinarios				
Adecuados a la lógica conceptual del tema				
Adecuados al nivel de los estudiantes				
Permiten variedad de estrategias				

Desempeños de comprensión:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Presenta variedad de actividades que facilitan la comprensión				
Permite aplicar el conocimiento a nuevas situaciones				
Presenta los desempeños de forma secuenciada				
Posibilita la transferencia de conocimientos al aula				
Evaluación diagnóstica continua:	Muy presente	Mediana presentación	Poco presente	Nada presente
Evaluación de proceso				
Evaluación de producto				
3. DIMENSION COGNITIVA				
Aprendizaje significativo	Mucho	Medio	Poco	Nada
Conceptos anclados en ideas previas				
Predispone al aprendizaje				
Procedimientos de la ciencia	Mucho	Medio	Poco	Nada
Potencia la observación				
Permite la exploración				
Fomenta la resolución de problemas				
Admite predicciones				
Propone elaboración de datos				
Propone elaboración de conclusiones				
4. DIMENSION EPISTEMOLOGICA				
Predominante el tipo de ciencia:	Mucho	Medio	Poco	Nada
No inductiva, con múltiples métodos				
Presenta las características sociales				
Presenta ideologías y creencias				
Presenta una visión histórica				
Construcción de teorías:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Presenta una lógica conceptual				
Los contenidos son correctos				
Se presenta de forma actualizada				
Presenta un nivel de profundidad adecuado				
5. DIMENSION COMUNICACIONAL				
Sistema de interacciones en los foros:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Tipos de participación:				
Activa				
Ayuda				
Impone				
Estilos de comunicación del módulo:	Mucho	Medio	Poco	Nada
Divulgativo				
Científico				
Argumentativo				

ANEXO 9.9

CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE LOS INDICADORES, VARIABLES Y DIMENSIONES DEL E-MÓDULO.

INDICADORES Y VARIABLES	Mucho	Medio	Poco	Nada	No contesta	Valor del indicador	Índice del indicador	Índice de las variable	Índice de las dimensiones
DIMENSION MULTIMEDIA									0.90
Forma de presentación								0.87	
Explicita el marco teórico de la propuesta	7×3= 21	3×2= 6	0	0	0	27	27/30=0.90		
El diseño es atractivo	5×3=15	5×2=10	0	0	0	25	25/30=0.83		
Estructura de navegación								0.79	
Lineal	1×3=3	5×2=10	1×1=1	0	3×0=0	14	14/64=0.22		
Paralela	0	5×2=10	1×1=1	0	4×0=0	11	11/64=0.17		
Ramificada	5×3=15	3×2=6	0	0	0	21	21/64=0.33		
Combinada	4×3=12	3×2=6	0	0	3×0=0	18	18/64=0.28		
Cálculo del índice = $0.22 \times 0.33 + 0.17 \times 0.66 + 0.33 \times 1 + 0.28 \times 1 = 0.79$									
Mapa de navegación:								0.97	
Refleja la estructura conceptual	9×3=27	1×2=2	0	0	0	29	29/30=0.97		
Presentación de la información								0.87	
Los textos son claros y de fácil lectura	9×3=27	1×2=2	0	0	0	29	29/30=0.97		
La extensión de los textos en las páginas son adecuados	5×3=15	5×2=10	0	0	0	25	25/30=0.83		
Los hipertextos sugeridos contienen información relevante	5×3=15	5×2=10	0	0	0	25	25/30=0.83		
Los gráficos son pertinentes	5×3=15	5×2=10	0	0	0	25	25/30=0.83		
Elementos de pantalla								0.87	
Botones	7×3=21	3×2=6	0	0	0	27	27/30=0.90		
Links	5×3=15	5×2=10	0	0	0	25	25/30=0.83		
Iconos	5×3=15	4×2=8	1×1=1	0	0	24	24/30=0.80		
Menú	7×3=21	2×2=4	0	0	0	25	25/27=0.93		

INDICADORES Y VARIABLES	Mucho	Medio	Poco	Nada	No contesta	Valor del indicador	Índice del indicador	Índice de las variable	Índice de las dimensiones
DIMENSION PEDAGOGICO – DIDACTICA									0.82
Metas de comprensión									0.82
Claramente determinadas	9×3=27	0	0	0	1×0=1	27	27/27=1		
Concentradas en:									
Contenidos conceptuales	6×3=18	1×2=2	3	0	0	23	23/30=0.77		
Contenidos procedimentales	2×3=6	6×2=12	2×1=2	0	0	20	20/30=0.67		
Contenidos actitudinales	4×3=12	6×2=12	0	0	0	24	24/30=0.80		
Adaptadas a su nivel	6×3=18	2×2=4	1×1=1	0	0	23	23/30=0.77		
Las metas coherentes con:									
Los contenidos	7×3=21	2×2=4	1×1=1	0	0	26	26/30=0.87		
Los desempeños	6×3=18	3×2=6	1×1=1	0		25	26/30=0.83		
Tópicos generativos									0.83
Abarcan conceptos	6×3=18	2×2=4	1×1=1	0	0	23	23/30=0.77		
Abarcan procedimientos	5×3=15	2×2=4	3×1=3	0	0	22	22/30=0.73		
Abarcan actitudes	5×3=15	4×2=8	1×1=1	0	0	24	24/30=0.80		
Actualizados	7×3=21	3×2=6	0×1=0	0	0	27	27/30=0.90		
Interdisciplinarios	8×3=24	2×2=4	0×1=0	0	0	28	28/30=0.93		
Adecuados a la lógica conceptual del tema	7×3=21	3×2=6	0×1=0	0	0	27	27/30=0.90		
Adecuados al nivel de los estudiantes	7×3=21	2×2=4	1×1=1	0	0	26	26/30=0.87		
Permiten variedad de estrategias	5×3=15	3×2=6	2×1=2	0	0	23	23/30=0.77		
Desempeños de comprensión									0.81
Variedad de actividades que facilitan la comprensión	6×3=18	3×2=6	1×1=1	0	0	25	25/30=0.83		
Permite aplicar el conocimiento a nuevas situaciones	6×3=18	2×2=4	1×1=1	0	0	23	23/30=0.77		
Presenta los desempeños de forma secuenciada	7×3=21	1×2=2	1×1=1	0	0	24	24/30=0.80		
Adecuada transferencia al aula	6×3=18	3×2=6	1×1=1	0	0	25	25/30=0.83		
Evaluación diagnóstica continua									0.80
Evaluación de proceso	7×3=21	3×2=6	0	0	0	27	27/30=0.90		
Evaluación de producto	6×3=18	1×2=2	1×1=1	0	0	21	21/30=0.70		

INDICADORES Y VARIABLES	Mucho	Medio	Poco	Nada	No contesta	Valor del indicador	Índice del indicador	Índice de las variable	Índice de las dimensiones
DIMENSION COGNITIVA									0.80
Aprendizaje significativo									0.80
Conceptos anclados en ideas previas	4×3=12	4×2=8	2×1=2	0	0	22	22/30=0.73		
Predispone al aprendizaje	6 ×3=18	4 ×2=8	0	0	0	26	26/30=0.87		
Procedimientos de la ciencia									0.79
Potencia la observación	5×3=15	3×2=6	0	0	1×0=0	21	21/27=0.78		
Permite la exploración	8×3=24	0	1×1=1	0	0	25	25/30=0.83		
Fomenta la resolución de problemas	6×3=18	2×2=4	2×1=2	0	0	24	24/30=0.80		
Admite predicciones	6×3=18	2×4=8	2×1=2	0	0	24	24/30=0.80		
Propone elaboración de datos	4×3=12	3×2=6	3×1=3	0	0	21	21/30=0.70		
Propone elaboración de conclusiones	6×3=18	2×2=4	2×1=2	0	0	24	24/30=0.80		
DIMENSION EPISTEMOLOGICA									0.83
Tipo de ciencia predominante									0.76
No inductiva, con un método no único	6×3=18	3×2=6	1×1=1	0	0	25	25/30=0.83		
Presenta características sociales	7×3=21	2×2=4	1×1=1	0	0	26	26/30=0.87		
Presenta ideologías y creencias	3×3=9	2×2=4	4×1=4	0	1×0=0	17	17/27=0.63		
Presenta una visión histórica	6×3=18	1×2=2	1×1=1	0	0	21	21/30=0.70		
Construcción de teorías									0.90
Presenta una lógica conceptual	7×3=21	3×2=6	0	0	0	27	27/30=0.90		
Los contenidos son correctos	8×3=24	2×2=4	0	0	0	28	28/30=0.93		
Se presenta de forma actualizada	5×3=15	1×2=2	0	0	4×0=0	17	17/18=0.94		
Presenta un nivel de profundidad adecuado	6×3=18	0	2×1=2	0	2×0=0	20	20/24=0.83		
DIMENSION COMUNICACIONAL									0.77
Sistema de interacciones en los foros									0.70
Tipos de participación:									
Activa	4×3=12	3×2=6	2×1=2	0	1×0=0	20	20/27=0.74		
Ayuda	4×3=12	4×2=8	2×1=2	0	0	22	22/30=0.73		
Impone	2×3=6	3×2=6	4×1=4	0	1×0=0	18	18/27=0.63		

INDICADORES Y VARIABLES	Mucho	Medio	Poco	Nada	No contesta	Valor del indicador	Índice del indicador	Índice de las variable	Índice de las dimensiones
Estilos de comunicación del módulo								0.83	
Divulgativo	6×3=18	4×2=8	0	0	0	26	25/30=0.87		
Científico	3×3=9	4×2=8	1×1=1	0	2	18	28/24=0.75		
Argumentativo	5×3=15	1×2=2	1×1=1	0	3×0=0	18	18/21=0.86		
VALOR TOTAL DEL INDICE DEL E-MÓDULO $(0.90+0.82+0.80+0.83+0.77) / 5 = 0.82$									

ANEXO 9.10

CUESTIONARIO FINAL PARA EVALUAR CONTENIDOS REFERIDOS A LOS RSU

A través de esta actividad Ud. será evaluado sobre los contenidos del e-módulo sobre RSU.

1. Realice un listado de no menos de 10 conceptos que considere importantes dentro de la temática de los RSU. A continuación confeccione un mapa conceptual con estos conceptos, estableciendo relaciones entre ellos mediante proposiciones.
2. ¿Cuáles son los principales materiales o productos que se pueden considerar como Residuos Sólidos Urbanos (RSU)?
3. ¿En qué ámbitos se originan los desechos urbanos?
4. Imagine que Ud. es el máximo representante (intendente) de una ciudad de 200.000 habitantes y tiene que tomar una decisión sustentable para la gestión de los residuos que se producen en la misma.
 - a. ¿Qué medidas tomaría para intentar solucionar los problemas que causan los RSU que se producen en la ciudad?. Indique el procedimiento y tratamiento.
 - b. Señale las fortalezas y debilidades del sistema de gestión que propone, comparándolo con otros posibles.
5. Desde su perspectiva personal, ¿qué medidas pueden adoptar los ciudadanos para minimizar el problema de los RSU?
6. ¿Qué haría como docente para que la gente colabore para solucionar el problema de los RSU?
7. Planifique dos clases para que sus alumnos logren comprender alguno de los aspectos de los RSU que considere más importante. Incluya:
 - a. Conocimientos previos que deben tener los alumnos.
 - b. Metas de comprensión.
 - c. Tópicos generativos.
 - d. Desempeños de comprensión.
 - e. Evaluación diagnóstica continua.

No olvide fundamentar brevemente la propuesta y detallar cada una de las actividades.

ANEXO 9.11

PROBLEMAS SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA RESOLVER CON SIGRES

CASO 1: NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO

Los RSU en una Villa Serrana

Primer problema

En una villa serrana de 700 habitantes se producen diariamente 0.8 Kg de residuos por persona durante todo el año. Se supone que hay un sólo tipo de vecino-productor y que no realizan ninguna clase de separación de residuos en origen. Hay una separación hecha por el municipio. La composición de los residuos puede aproximarse usando los datos promedio de Argentina. El porcentaje de residuos que va a incineración es del 0%, a relleno sanitario del 0% y a cielo abierto del 100%.

- Coloque estos datos en el programa, seleccionando los botones de acuerdo a la información dada y simule esta situación. En el caso de que el dato sea cero, coloque este número.
- ¿Cuáles son las variables que se han usado en esta simulación?
- ¿Qué resultados obtuvo?
- Confeccione y transcriba en una tabla los resultados obtenidos.
- Redacte en un párrafo las conclusiones que obtiene a partir de estos resultados.

Segundo problema

En esta misma Villa se lleva a cabo una campaña para la separación de residuos domiciliarios y al año siguiente la mitad de los vecinos reciclan sus residuos. Este reciclado se puede modelar con el patrón de separación establecido para “dos contenedores”.

Estadísticamente, el 80% de la población es la máxima cifra que se recicla.

- Coloque estos datos en el programa, seleccionando los botones de acuerdo a la información dada y simule esta situación.
- ¿Cuántos tipos de vecinos-productores hay en esta Villa?
- ¿Qué resultados obtuvo?
- ¿Cuáles son las variables que han permanecido fijas?
- Coloque los nuevos datos obtenidos en la tabla del problema anterior y compare los resultados.
- Redacte conclusiones breves.

Tercer problema

La misma Villa serrana, puso en práctica un plan de desarrollo turístico, que dio como resultado que su población se incrementara en un 80% en los tres meses de verano. Estos turistas producen 1 Kg de residuos por día y por persona; no poseen ninguna cultura de reciclado, por lo tanto no separan en origen. El municipio de la Villa ha decidido habilitar una pequeña planta de incineración que procesará el 15% de los residuos. Adicionalmente, se enviarán un 50 % de los residuos a un relleno sanitario de una localidad vecina. El 35% restante permanecerá a cielo abierto. Las otras condiciones acerca de los RSU se mantienen iguales que en el segundo problema.

- Coloque estos datos en el programa, seleccionando los botones de acuerdo a la información dada y simule esta situación.
- Compare estos porcentajes con los que ha puesto en la tabla anterior. ¿Qué explicaciones puede ofrecer para estas diferencias?
- ¿Cómo son los cambios observados en los residuos con respecto a los cambios en la población?

CASO 2: NIVEL DE COMPLEJIDAD INTERMEDIO

Una gran ciudad

Considere una ciudad de 3 millones de habitantes, en donde viven varios tipos diferentes de vecinos productores de residuos. Se han podido identificar principalmente tres tipos que corresponden a aquellos individuos con recursos de tipo alto, medio y bajo. Los porcentajes de individuos que corresponden a

estas categorías son el 12% para la primera, el 40% para la segunda y el 48% para la tercera.

- Agregue en la base de datos un nuevo patrón de composición de los residuos para cada uno de los tres tipos de vecinos identificados. Utilice los valores de la siguiente tabla.

Componentes	Vecinos de ingresos altos	Vecinos de ingresos medianos	Vecinos de ingresos bajos
Desperdicios de alimentos	25	48	70
Papel	23	19	10
Cartones	10	6	3
Plásticos	5	5	2
Textiles	3	3	1
Gomas	3	2	1
Cuero	3	1	1
Desperdicios de jardín	5	3	2
Madera	5	3	2
Misceláneos orgánicos	0	0	1
vidrio	8	5	3
Metales ferrosos	5	3	2
Aluminio	3	1	0
Otros metales	2	1	1
Polvo, tierra, cenizas	0	0	1

- Los vecinos de altos ingresos generan 1.2 kg de residuos por habitante y día; los de medianos ingresos generan 0.7 kg y los de bajos ingresos 0.4 Kg. Suponga que los vecinos de bajos ingresos no realizan separación en origen, entonces elija los patrones de separación en origen para cada uno de los dos primeros tipos.
- Seleccione un único patrón de separación fuera de origen para esta ciudad.
- Ingrese los datos de los tres tipos de vecinos para la simulación. Considere que en esa ciudad un 10% de los residuos se incineran, un 70% va a relleno sanitario y un 20% a cielo abierto.

- Decida acerca de los porcentajes de participación, en la separación en origen para cada tipo de vecino.
- ¿Qué cantidad se dispone en el relleno sanitario anualmente?
- ¿Cuáles son las dos variables que crean diferencias en los resultados?
- ¿Cuáles son las diferencias?
- ¿Cómo influyen estas variables? De un ejemplo.
- Compare los datos con los de sus compañeros.

Usted puede simular distintas situaciones cambiando las variables; por ejemplo, dejar una fija o cambiar ambas.

CASO 3: NIVEL DE COMPLEJIDAD ALTO

Ciudad de Resistencia

La ciudad de Resistencia, capital de la Provincia de Chaco en Argentina, tiene 274.000 habitantes de acuerdo a la información del censo de 2001. Resistencia tiene un problema serio para el manejo de los residuos que genera, agravado porque no cuenta con facilidades de relleno sanitario ni de incineración, de modo que el destino final de los residuos es su disposición a cielo abierto en un terreno relativamente pequeño.

Debido a que se enfrenta a una situación muy difícil de gestión de los residuos, interesa fundamentalmente que usted investigue dos cuestiones:

- Conocer la magnitud del problema en la actualidad. En particular, interesa saber qué volumen del terreno destinado a disposición final se llena anualmente.
- Desarrollar estrategias que sean adecuadas y efectivas para la gestión de residuos. En particular, interesa saber qué tipo de cambios en el comportamiento de los vecinos (logrado mediante campañas de concienciación) son efectivos para reducir la cantidad de residuos que va a disposición final.

La meta es diseñar estrategias para reducir a la mitad los residuos que en la actualidad van a disposición final.

Como herramienta de investigación, usará el programa SiGReS para simular el sistema de manejo de residuos sólidos en Resistencia. Para llevar a cabo las simulaciones, necesitará contar con datos sobre el sistema. Algunos de esos datos se encuentran disponibles, mientras que otros deberán suponerse sobre la base de la mejor información proveniente de casos similares.

Se cuenta con información parcial sobre la situación actual de la Ciudad de Resistencia, en la adaptación del artículo Los Residuos Sólidos Urbanos de Bonfanti (2005).

Con esa información, usted podrá definir muchas de las variables necesarias para la simulación de la gestión usando SiGReS:

- Cuántos tipos de vecinos-productores se tendrán en cuenta en la simulación, qué población tiene cada uno de los tipos y cuántos residuos produce cada grupo por día y por persona.
- Encontrará además algunos comentarios sobre qué factores inciden en la generación y composición de los residuos.
- El informe contiene datos sobre el destino final de los residuos, que se hace en un predio de 64 Ha. de superficie. Las dimensiones de ese terreno son de 800 x 800 metros. Lea acerca de los problemas ambientales que genera esta disposición en Resistencia.

No se poseen estudios llevados a cabo en Resistencia sobre la composición de los residuos generados. Sin embargo, podemos hacer las siguientes hipótesis: para la población del centro de la ciudad pueden emplearse los datos promedio de Argentina; mientras que para la población fuera del centro de la ciudad pueden usarse datos de composición para países con ingresos bajos, tomados de la tabla que se adjunta.

No hay estudios de separación en origen. Inicialmente podemos suponer que no existe separación por parte de los vecinos, y como parte de las estrategias de gestión se puede suponer que se llevarán a cabo campañas para la separación de los residuos hecha por los vecinos, de manera tal que solamente saquen a la vereda los residuos no reciclables. Supondrá diferentes niveles de participación de los vecinos, diferenciándolos por tipo. Deberá argumentar con qué criterio supone escenarios de separación.

Componentes	Países bajos ingresos	Países ingresos medianos	Países ingresos altos
Desperdicios de alimentos	40-85	20-65	6-30
Papel			20-45
Cartones	1-10	8-30	5-15
Plásticos	1-5	2-6	2-8
Textiles	1-5	2-10	2-6
Gomas			0-2
Cuero	1-5	1-4	0-2
Desperdicios del jardín			10-20
Madera	1-5	1-10	1-4
Misceláneos orgánicos	-	-	-
Vidrios	1-10	1-10	4-12
Metales ferrosos,			2-8
Aluminio			0-1
Otros metales	1-5	1-5	1-4
Polvo, tierra, cenizas	1-40	1-30	0-10

No se cuenta con datos sobre separación llevada a cabo fuera de origen (principalmente por cirujas) para Resistencia. Suponga un patrón de separación por cirujas y argumente su hipótesis. Lleve a cabo las simulaciones que necesite hasta alcanzar la **meta**.

CONCLUSIONES APORTES Y RECOMENDACIONES

10.1 RESEÑA DE LA INVESTIGACIÓN

En este trabajo se ha formulado un modelo teórico con orientación constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea (denominado MoCEL), planteado a partir del análisis de tres vertientes teóricas que se integran en su fundamento. Se trata de la interacción social, que proviene de la línea histórico-cultural de Lev Vygotsky; del aprendizaje significativo, presentado originalmente por David Ausubel y de la Enseñanza para la Comprensión, propuesta por Howard Gardner. Sin embargo, estas vertientes no fueron desarrolladas teniendo en cuenta el empleo de tecnologías educativas como las que se cuentan en la actualidad y algunas de ellas fueron desarrolladas aún antes de la aparición de las computadoras personales. De modo que en esta tesis se necesitó indagar en las características de las TIC y profundizar sobre el estado del arte en este tema, para establecer la forma como las vertientes mencionadas pueden ser consideradas en procesos de enseñanza y aprendizaje con las nuevas tecnologías. La articulación de estas tres teorías permitió establecer los objetivos del modelo. Así mismo, se ha encontrado de gran utilidad distinguir su formulación mediante el uso de dimensiones de análisis, que actúan para guiar el diseño y desarrollo de e-módulos y sistematizar su estructura. Las dimensiones se identificaron como:

contextual, multimedial, pedagógica-didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional.

Finalmente, se establecieron las etapas de formulación del modelo, que se sintetizaron en: diagnóstica, de diseño-desarrollo, de ejecución o aplicación y de evaluación. Las especificaciones que conlleva el modelo intentan cuidar que un desarrollo didáctico basado en él, preserve la naturaleza constructivista en el entorno de las TIC. En esta tesis se presenta una implementación del modelo, con el doble propósito de ilustrar de qué manera se lleva a la práctica y cómo se puede evaluar en un entorno educativo específico, con la pretensión de mejorarlo de forma continua.

La implementación del modelo se llevó a cabo a través de un e-módulo, dirigido a la actualización y perfeccionamiento permanente de docentes y enfocado en la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). La elección de este tema no fue aleatoria, sino que surgió como resultado de una búsqueda temática que permitiera incorporar aspectos sociales y actitudinales a los contenidos científicos.

En las etapas iniciales del diseño y desarrollo de esta aplicación concreta del modelo, se han realizado tres investigaciones de carácter exploratorias que fueron propuestas en función de las dos variables de la dimensión contextual del modelo: la cultura de la organización y el sistema de apoyo.

El primer estudio se centró en diagnosticar por una parte, ciertas características de la *cultura de la organización docente*, identificando cómo son sus ideas acerca de la comprensión. Para completar este estudio, se utilizaron antecedentes de investigaciones anteriores de la autora, referidos al carácter innovador de los docentes y a sus posibilidades de identificar y organizar contenidos que potencien la comprensión a través de tópicos generativos. Por otra parte, se investigó el *sistema de apoyo tecnológico* que poseen los docentes, considerando tanto, el hardware como el software, o sea los recursos computacionales, programas de computación y la conexión a Internet, como también, las capacidades y destrezas de los docentes en el uso de estos recursos, sus posibilidades de formación y sus opiniones acerca de las TIC.

En el segundo estudio se seleccionaron y analizaron páginas Web referidas a los RSU, consideradas como parte del sistema de apoyo para el tratamiento de este tema. Se provee una metodología de análisis de páginas Web a través de cuatro dimensiones: procedencia, lingüística, cognitiva y contextual y varios indicadores dentro de cada dimensión. Se definieron criterios de calidad con la finalidad de identificar los materiales que podrían utilizarse como parte de otras aplicaciones con TIC, vinculando el discurso, el contexto y los procesos cognitivos.

Estos trabajos han permitido obtener datos para reconocer cómo es el contexto en el cual será aplicado el modelo y de esta manera ajustar la propuesta a la realidad de los docentes y reconocer qué criterios de calidad permiten hacer la elección de los materiales de la Web que serán usados en el e-módulo.

Para la aplicación del MoCEL se consideraron los resultados de estas investigaciones exploratorias y se diseñó una estrategia que supone los requerimientos y las dimensiones elegidas para su formulación. De esta manera, se desarrolló un e-módulo sobre Residuos Sólidos Urbanos, en el que se incluyó una propuesta didáctica, un video y una simulación computacional para la gestión de este problema ambiental. Como soporte se utilizó un CD-ROM y una plataforma (Moodle) de uso libre para el andamiaje de la comunicación en línea.

En un tercer estudio experimental, se puso a prueba el e-módulo en un Curso en línea para la formación permanente de docentes de Ciencias en Argentina, con el objetivo de ensayar y mejorar el e-módulo y el MoCEL, como también para apreciar el progreso de los participantes en el aprendizaje y comprensión de tópicos científicos. Se ha utilizado una metodología de investigación evaluativa, en la que se emplea una diversidad de instrumentos para permitir, por una parte, evaluar los materiales y su implementación a partir de las dimensiones propuestas en el modelo y por otra, observar los aprendizajes llevados a cabo por los docentes. Todo esto se integró en una metodología de evaluación que contempla cuatro momentos: el contexto, la entrada, el proceso y el producto. De esta manera esta tesis cumple con los objetivos propuestos y realiza algunas aportaciones que reseñamos en el siguiente apartado.

10.2 APORTES Y ASPECTOS ORIGINALES DE ESTA TESIS

El presente trabajo completa y complementa algunas referencias bibliográficas que fueron señaladas en anteriores capítulos, y trata de satisfacer algunas necesidades para las que no había respuesta desde la perspectiva constructivista elegida. En este sentido, la tesis contribuye en varios aspectos originales, al confluir en el mismo el enfoque dado al estudio, la naturaleza del tema en el cual se ha aplicado y los destinatarios de la formación. Veamos cada uno de estos aportes por separado.

El primer aporte original es la perspectiva constructivista desde la cual se orienta el trabajo de esta tesis. Existe gran necesidad de promover aprendizajes significativos con TIC, sin embargo resulta muy complicado conseguirlo considerando un único marco teórico. El dilema radica en decidir qué autores y qué aspectos de sus teorías se consideran importantes. Nosotros hemos apostado por hacer concurrentes tres concepciones dentro del constructivismo que consideramos vitales para el aprendizaje. Veamos con detalle este primer aporte.

La revisión del marco teórico del capítulo 2 reafirmó que no hay un único enfoque constructivista, sino que hay varios posibles. Cuando se trata de desarrollar modelos didácticos con enfoque constructivista para ser usados con estrategias de enseñanza y aprendizaje usando TIC (en lugar de implementarlo siguiendo las tradicionales maneras presenciales), las experiencias de otros autores relacionadas con la Enseñanza de las Ciencias son escasas y los desarrollos tecnológicos son prácticamente todos en inglés, tal como lo muestra la revisión hecha en el capítulo 3. De esos casos, un buen número se basa en un determinado enfoque constructivista, como los trabajos que se centran en la resolución de problemas (Krajcik et al., 2000; Guzdial, 1997); o en ambientes de modelado y simulación (Spitulnik et al., 1998; White y Frederiksen, 1998; Collela, 2000; Tinker, 2004).

El análisis del marco teórico indicó que autores como Ausubel, Vygotsky y Gardner permitían cubrir las necesidades de un enfoque constructivista en el contexto de los objetivos de la tesis, sin embargo sus planteamientos teóricos los estructuraron originalmente teniendo en mente las interacciones personales de los sujetos. En nuestro caso, hemos tenido que hacer inferencias a

situaciones en las que la enseñanza y el aprendizaje se lleva a cabo de forma no presencial, con estrategias de aprendizaje basadas en computadora. Es por esto que nos habría resultado limitado si hubiéramos intentado desarrollar un modelo con un fundamento conceptual proveniente de los aportes de uno sólo de estos autores. Por esto, consideramos que el modelo propuesto posee un enfoque original en nuestro campo, ya que integra aspectos referidos al aprendizaje significativo, a la interacción social y a la enseñanza para la comprensión, provenientes de los marcos teóricos mencionados.

El segundo aporte novedoso gira en torno a los *destinatarios de la formación*. En algunos países, como los Estados Unidos (donde hemos encontrado la mayor parte de los antecedentes sobre el tema), los destinatarios finales para los cuales se prepara un desarrollo con tecnologías son los estudiantes de escuela. Es a través de esos desarrollos preparados para los estudiantes como los docentes se actualizan, poniendo en práctica los módulos de enseñanza y analizando sus características, ventajas e inconvenientes. Es decir, en lugar de que los docentes sean los destinatarios directos de los avances curriculares, sólo lo son indirectamente.

Sin embargo en otros lugares, como por ejemplo en Argentina, la formación de los docentes se contempla como una formación separada de la del estudiante y se dedican esfuerzos para formar a los docentes, independientemente de que los desarrollos didácticos, como e-módulos, lleguen o no a los alumnos una vez realizada la transposición correspondiente por el docente. Por lo tanto, llevar a cabo trabajos que tengan un impacto directo sobre los docentes, constituye un aporte significativo desarrollado en esta tesis.

El tercer aporte se refiere a la *naturaleza del tema* que se trata. Las estrategias de desarrollo de módulos con TIC para docentes varían según sea el contenido de la temática tratada en la experiencia educativa. Muchos de los desarrollos más cercanos a esta tesis se refieren a ciencias como la Física o la Química, en las que se enfatiza la naturaleza disciplinar y procedimental de la temática. Pero en algunas áreas, como la elegida en esta tesis, la naturaleza de los contenidos es multidisciplinar e incluye los contenidos actitudinales como una parte muy importante en la formación.

En nuestro caso, se decidió concentrarnos especialmente en temas donde los aspectos sociales y culturales constituyen una parte fundamental de la interdisciplinariedad, junto a otros aspectos más clásicos de las “ciencias duras”. Es a este tipo de contenidos donde apunta la tesis, y para los cuales prácticamente no se han encontrado antecedentes en la Enseñanza de las Ciencias. El tema de RSU, elegido para ejemplificar un e-módulo basado en MoCEL, se encuadra dentro de lo que se considera como educación para la sustentabilidad, que es una parte de la corriente disciplinar CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente).

Además de los aspectos reseñados, esta tesis aporta algunas novedades metodológicas en cuanto a que el MoCEL provee un método que ayuda a desarrollar e-módulos, dándole un ordenamiento sistematizado en dimensiones y estableciendo una secuencia ordenada en etapas. Este procedimiento no constituye una receta y posiblemente tampoco sea válido para todas las situaciones educativas, pero sí creemos de mucha utilidad tener en cuenta las dimensiones del MoCEL para el diseño y desarrollo de propuestas didácticas con TIC.

Además de lo planteado y dada la complejidad de las dimensiones y variables del MoCEL, se hace necesario regular el control de logros mediante una estrategia integral de evaluación. Para abordar estas cuestiones, otra contribución importante de nuestro trabajo creemos que ha sido la adaptación del modelo CIPP de investigación evaluativa, que permite valorar las diferentes etapas del MoCEL, el aprendizaje de los participantes, establecer un índice de calidad del e-módulo y desarrollar un mecanismo de retroalimentación para la mejora continua, tanto del e-módulo como del MoCEL.

Hay otros aspectos originales en la tesis que son más específicos por su naturaleza y que tienen que ver con el e-módulo elegido para el desarrollo:

- El estudio realizado sobre páginas Web acerca de la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos, especialmente los criterios de análisis establecidos. Esta investigación se ha resumido, en un formato característico de los artículos científicos, y ha sido aceptada para su publicación en la revista española *Enseñanza de las Ciencias* (Valeiras, Meneses, 2005).

- El e-módulo desarrollado que comprende los tópicos generativos, las metas y desempeños de comprensión seleccionados para los fines educativos propuestos. Se han presentado distintos aspectos de este trabajo en tres Congresos internacionales, y se encuentran publicados en sus anales: III Congreso Iberoamericano de Educación Científica en Guatemala (Valeiras y Meneses, 2004), VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias en Granada (Valeiras y Meneses 2005) y en la 6th International Conference on Information Technology based Higher Education and Training en Republica Dominicana (Valeiras, et al. 2005).
- El modelo de simulación SIGRES, recurso que permite simular la gestión de RSU manipulando una serie de variables. Su potencial educativo creemos que es importante porque permite abordar problemas de distinta complejidad sobre el tratamiento a dar a los RSU que genera una hipotética población.

En el siguiente apartado se resumen los resultados más importantes obtenidos en los distintos estudios y algunas de las consideraciones a que han dado lugar.

10.3 PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A lo largo de esta tesis hemos encontrado una variedad de resultados de la aplicación del MoCEL al diseño y desarrollo de un e-módulo sobre RSU y la ejecución de un Curso para la formación docente con esta propuesta tecnológica, que dan la posibilidad de establecer algunas conclusiones destacadas. No pretendemos que éstas sean definitivas ni generalizables, ya que se derivan de experiencias en un contexto determinado; sin embargo, resumen los hallazgos principales de este trabajo que pueden ser de utilidad en realidades diferentes a las estudiadas. Para organizar las conclusiones hemos utilizado las preguntas que guiaron la investigación, que se establecieron en el primer capítulo de la tesis.

(1) ¿Cuáles son los principales fundamentos de las corrientes constructivistas que deben considerarse para desarrollar un modelo didáctico?

En este aspecto partimos de la premisa que los desarrollos educativos que usan ambientes tecnológicos sólo pueden producir enriquecimiento o construcción del conocimiento si están respaldados por un enfoque educativo explícito. Nuestra búsqueda de un marco conceptual (capítulo 2) nos permitió concluir que un modelo didáctico con TIC requiere de fundamentos referidos a una perspectiva socio-cultural del proceso educativo, a un marco de aprendizaje significativo y a un enfoque de enseñanza orientado hacia la comprensión. Conclusiones mucho más específicas se presentaron en la sección 2.4 y sirvieron de base para el desarrollo del modelo propuesto en la tesis.

(2) ¿Cómo son las propuestas que se encuentran actualmente desarrolladas con TIC, en especial las referidas a la Enseñanza de las Ciencias?

Las propuestas desarrolladas con TIC que se encuentran en Internet o en la literatura son muy variadas, pero fundamentalmente tienen en común que todas ellas destacan las virtudes de plantear *indagaciones científicas*. Nuestras conclusiones específicas pueden resumirse como:

- La mayoría de las propuestas de envergadura no son iniciativas individuales sino que surgen de grupos de trabajo multidisciplinares creados en las universidades, en instituciones no gubernamentales o empresariales.
- Se observa una evolución de los desarrollos en el tiempo que va desde propuestas simples a otras más sofisticadas, en consonancia con la evolución de los avances tecnológicos y conceptuales.
- Las propuestas no se centran en un tema, sino que se construyen alrededor de una metodología en la que se van insertando temas.
- La mayoría de las propuestas están en idioma inglés y un pequeño subconjunto de ellas han sido traducidas al español, en cuyo caso son usadas en otros países diferentes al de origen del desarrollo.
- Muchas requieren la adquisición de una licencia para ser usadas.

- Todas las propuestas de envergadura son objeto de investigación y están sometidas a continua mejora, producto de las evaluaciones efectuadas y de los progresos tecnológicos. Las líneas de investigación más interesantes tratan de incorporar la metacognición como un elemento fundamental que refuerza el aprendizaje.
- Las áreas de desarrollo más frecuentes se refieren a la Física y a la Química, especialmente en lo que hace al modelado, predominando propuestas de resolución de problemas y proyectos aplicados a situaciones de la vida cotidiana.

(3) ¿Qué características específicas tiene la enseñanza y el aprendizaje a través de las TIC que inciden en el planteo de un modelo?

La articulación o integración de las TIC en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias tiene características específicas que fueron identificadas en el capítulo tres. Principalmente destacamos las siguientes: a) una redefinición del rol docente; b) la falta de coincidencia entre docentes y estudiantes tanto en el espacio como en el tiempo (generando necesidades de trabajo sincrónico y asincrónico); c) la necesidad de generar comunidades de aprendizaje en un ambiente colaborativo y d) la visión de los materiales educativos como recursos mediadores para la construcción del conocimiento y como elementos intermediarios entre el docente y los estudiantes.

(4) ¿Qué objetivos, dimensiones y sintaxis identifican a un modelo constructivista para la Enseñanza de las Ciencias en línea?

En el capítulo cuatro se justificaron todos estos elementos que concretan el MoCEL. En este modelo se destacan principalmente las seis dimensiones que se consideran fundamentales para elaborar e-módulos para la Enseñanza de las Ciencias en línea. Recordamos que estas dimensiones se han denominado del siguiente modo: contextual, multimedial, pedagógica-didáctica, cognitiva, epistemológica y comunicacional. Cada una de ellas se entiende en un sentido amplio, por ejemplo la dimensión epistemología incluye, entre otros, los aspectos relativos a la historia de las ciencias.

Así mismo, el MoCEL anticipa una serie de etapas a tener en cuenta para planificar y llevar a cabo Cursos en línea. De destacan principalmente las fases

de análisis del contexto, de diseño-desarrollo del e-módulo, de implementación de la propuesta didáctica y de evaluación continua de la misma con fines de mejora.

(5) ¿Qué características del contexto son importantes para adecuar el diseño de los materiales al mismo?

Las características más importantes impuestas por el contexto son básicamente dos: la *cultura de la organización docente* y el *sistema de apoyo tecnológico*. Estas características permiten contextualizar y enmarcar propuestas de formación adecuadas a las expectativas, realidades y necesidades de los profesores.

En el capítulo 6 se han expuesto los resultados sobre la cultura de la organización docente, explorando algunos rasgos comunes que comparten los docentes sobre sus ideas acerca de la comprensión. Se refiere a la condición innovadora que debe de tener el perfil de los docentes como posibles usuarios de los materiales desarrollados con el MoCEL. En este sentido, se requiere de nuevas capacidades y actitudes para poder utilizar las TIC en situaciones diferentes de aprendizaje, de manera tal que se puedan establecer otras relaciones de comunicación centradas en los lenguajes virtuales (Riveros, 1997; Chadwich, 1998; Steele, 1998).

En cuanto al sistema de apoyo tecnológico, los resultados y sus conclusiones se exponen en las preguntas siete y ocho.

(6) ¿Cuál es el pensamiento que poseen los docentes sobre el proceso de comprensión de los aprendizajes?

Como resultado de las indagaciones que hemos realizado, estamos en condiciones de concluir que los docentes de ciencias tienen ideas claras acerca del significado de la comprensión; al menos, los docentes argentinos de las muestras analizadas distinguen entre lo que significa “comprender” y otros procesos cognitivos.

Concretamente, en la investigación diagnóstica reportada en el capítulo seis se encontró que los docentes:

- Distinguen entre saber algo y comprender, asienten que se puede aprender un mecanismo y sin embargo no comprenderlo.
- Coinciden en que la comprensión es la capacidad de transferir o aplicar hechos y conceptos a diferentes situaciones.
- Entienden que la comprensión se visualiza por medio de la comunicación, ya sea gestual, oral o escrita, a través de explicitaciones directas e indirectas según la calidad de los comentarios o de las preguntas que formulan los estudiantes.
- Señalan distintos niveles de comprensión y diferentes etapas dentro del proceso de aprendizaje. Comienza con un enfrentamiento ingenuo al fenómeno sin comprenderlo, para que después de estudiarlo se cambien los supuestos iniciales, siendo de esta manera la comprensión la etapa final del proceso.
- Asocian la comprensión con la indagación, lo que implica relacionar conceptos claves de las disciplinas con disposiciones intelectuales y hábitos mentales asociados a la investigación.
- Establecen la comprensión cuando se puede pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que se sabe, enfatizando en la comprensión en lugar de la memorización.
- Admiten que comprender requiere más que reproducir información y sugieren que la comprensión permite trabajar una gama completa de actividades, sensible a los intereses y necesidades de los estudiantes y de los contextos locales específicos. Esto hace alusión al valor del contexto y a la necesidad de adecuarlo a los diferentes niveles.
- Proponen una diversidad de estrategias de trabajo, fundamentalmente centradas en los alumnos, priorizando la indagación, la investigación activa y la resolución de problemas.
- Remarcan que la comprensión se produce fundamentalmente cuando se promueven o se presentan conflictos y existe más de una comprensión, ya que los cambios de actitudes también se pueden comprender.

Esta conclusión sobre el proceso de comprensión corrobora las características asignadas a la comprensión desde la literatura y confirma los hallazgos

obtenidos por otros autores, como Gardner (1997), Blythe et al. (1999) y Wiske (1999).

Como consecuencia de esta conclusión, se pone de manifiesto un marco conceptual compartido entre los docentes y los investigadores. Esta última condición resulta imprescindible para tomar una decisión acerca de elegir una estructura conceptual para diseñar y dirigir un desarrollo tecnológico. Los motivos de esta afirmación están respaldados en que, por una parte, no es necesario negociar o renegociar significados con los docentes acerca del concepto de comprensión, acercando de esta manera las “miradas” provenientes de los investigadores con la de los docentes de aulas. Por otra, esto ratifica que los procesos que involucran la comprensión brindan la posibilidad de guiar el aprendizaje científico en cuanto a la indagación, la resolución de problemas y la aplicación del conocimientos, entre otros.

(7) ¿Cuál es la situación de los docentes con respecto al uso y a la disposición de los recursos tecnológicos?

La exploración llevada a cabo en esta tesis permite establecer la siguiente conclusión: la existencia de una fuerte motivación por parte de los docentes participantes y de flexibilidad en el diseño curricular del Curso permiten superar restricciones de los participantes referidas a su propio tiempo y a su acceso limitado a los recursos tecnológicos necesarios.

En otras palabras, en entornos de restricciones de todo tipo (económicas, formativas, recursos, etc.), la formación mediante estas tecnologías puede ser ventajosa porque ayuda proveyendo flexibilidad en los horarios de estudio, en la participación y permite mayor acceso a la formación.

Esta conclusión se fundamenta en la investigación diagnóstica reportada en el capítulo seis y en la investigación evaluativa del capítulo nueve. En el ámbito de aplicación del e-módulo llevado a cabo en Argentina, es clara la existencia de fuertes restricciones que enmarcaron la experiencia:

- Los docentes tenían escasa disponibilidad de tiempo para su formación y se encontraban sobrecargados en su tarea docente. La forma de superar estas limitaciones fue usando tiempos de fines de semana, para lo cual era necesario generar un ámbito flexible para su participación en el Curso.

- Las tecnologías computacionales disponibles en las escuelas de los docentes eran escasas, así como las disponibilidades de conexión a Internet. Para superar esto, los participantes usaron computadoras fuera del ámbito escolar (propias o a las que tuvieron acceso). Las escuelas no comparten una situación uniforme, sino que algunas cuentan con buenas instalaciones computacionales mientras que en otras son inexistentes.
- Los docentes tenían fuertes motivaciones para recibir capacitación y esa motivación continuó aun al finalizar el Curso, dado que manifestaron expectativas acerca de continuar su formación mediante esta modalidad.

Pensamos que en un futuro los docentes estarán en mejores condiciones de trabajar con estas herramientas tecnológicas y que una propuesta como la de esta tesis, puede ser utilizada para favorecer el mejoramiento en la calidad de la formación de los docente, sin perder de vista que seguramente será un proceso largo que se necesitará de un alto apoyo para concretar un aprendizaje efectivo con estas herramientas.

(8) ¿Qué criterios de calidad hay que aplicar para analizar el material científico existente en páginas Web que sirvan de apoyo para desarrollos en línea?

Esos criterios fueron desarrollados en el capítulo siete en concordancia con los principios actuales de la Enseñanza de las Ciencias; proporcionan herramientas teóricas y metodológicas para seleccionar materiales educativos de uso didáctico en desarrollos de formación permanente de docentes por medio de las TIC.

Se definieron criterios de calidad con la finalidad de identificar los materiales que podrían utilizarse como parte de otras aplicaciones con TIC. Los criterios se desarrollaron a través de cuatro dimensiones: de procedencia, lingüística, cognitiva y contextual y varios indicadores dentro de cada dimensión. Esto permitió establecer conexiones entre ciertas características estructurales del discurso y del contexto social y cultural, así como las relaciones existentes entre ambos y los procesos cognitivos que se promueven.

Los criterios se aplicaron para analizar páginas disponibles en Internet sobre RSU. Aunque la intención de quien desarrolló el material no haya sido educativa/constructivista, lo que interesa al desarrollador de materiales

educativos con TIC es su aplicabilidad a un contexto educativo específico y con una función determinada. Los resultados obtenidos permiten afirmar que:

- La procedencia de las páginas analizadas tiende a reforzar una desconfianza en el material presentado, debido a la falta de respaldo de autoría y de fuentes científicas, independientemente de la existencia o no de errores significativos en las páginas.
- Las páginas tienen un estilo que es propio de los textos de divulgación, en los cuales no hay argumentaciones sino que abundan las descripciones y enunciados no justificados o especulaciones.
- Aun en casos en que existan contenidos de tipo conceptual, procedimental o actitudinal, es muy difícil que los usuarios puedan internalizar estos contenidos “leyendo” las páginas, de modo que se requiriere de materiales intermediarios que permitan las interacciones.
- No se crean condiciones favorables para la interactividad, convirtiendo al alumno en un simple conocedor de un conjunto de datos; aunque en algunos casos ayudan a percibir la ciencia en un contexto social, no se preocupan por presentar su dimensión histórica.

En base a lo anterior, concluimos que es necesario contar con un docente que actúe como mediador en el uso de las páginas Web, para poder incluirlas en desarrollos didácticos con TIC.

Esta mediación debe llevarse a cabo especialmente a través de una revisión previa y sistemática de las mismas, por ejemplo, usando los criterios de calidad desarrollados en esta tesis. En ningún caso puede llevarse a cabo la implementación de estos materiales provenientes de Internet de manera automatizada en el proceso de enseñanza y aprendizaje con TIC.

(9) ¿Qué características debe tener un e-módulo diseñado para la comprensión de conocimientos de acuerdo al marco teórico planteado?

Para responder se suponen los requerimientos y las dimensiones elegidas para su formulación, de manera tal que se definen en primer lugar las etapas de diseño y desarrollo tecnológico, que han sido puntualizadas en el capítulo ocho de esta tesis. Se han obtenido resultados positivos acerca de las distintas

dimensiones que se visualiza en el e-módulo, desde el punto de vista de los expertos y de los participantes.

La experiencia adquirida en el desarrollo de un e-módulo en el capítulo ocho y su evaluación en el capítulo nueve nos permiten concluir que un desarrollo multimedial por sí mismo, no garantiza una propuesta de calidad que promueva la comprensión del aprendizaje. Tiene que ir acompañado de una labor de apoyo y seguimiento por parte del tutor y lograr una comunicación grupal que permita la construcción compartida del conocimiento.

Específicamente, identificamos que un e-módulo debe:

- Reconocer el contexto como un entorno que determina condiciones para diseñar el ambiente de aprendizaje.
- Desarrollar estrategias instruccionales centradas en las habilidades y procedimientos básicos de la Enseñanza de las Ciencias.
- Partir de los conocimientos previos de los estudiantes, planteando subsumidores específicos, claros y relevantes, y relacionando los nuevos conocimientos con los anteriores.
- Diseñar organizadores previos como un puente entre lo que el alumno sabe y lo que se pretende que debe saber.
- Plantear un formato tecnológico que facilite ensamblar diferentes estructuras multimediales para la construcción del conocimiento con TIC.
- Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos a través de programas que faciliten en los estudiantes la comprensión de fenómenos abstractos, tratando de conectarlos con el mundo real.
- Desarrollar una concepción de ciencia centrada en la construcción social del conocimiento.
- Ofrecer una variedad de recursos tales como materiales, actividades y estrategias de aprendizaje que propicien los procesos cognitivos centrados en la comprensión y tengan oportunidad de elegir los más apropiados a sus estilos cognitivos.
- Viabilizar diferentes espacios de comunicación interactivos que permitan establecer una comunidad de aprendizaje. Desarrollar el potencial

comunicativo, y de acceso a fuentes universales de información y del conocimiento científico.

- Desarrollar el análisis crítico y el autoaprendizaje, prestando especial atención a los contenidos de difícil comprensión por los estudiantes.
- Presentar actividades como un sistema abierto, con múltiples opciones y caminos para la identificación y resolución de problemas.
- Tener en cuenta las cuestiones emotivas e incluir actividades de reflexión y metacognición del aprendizaje.
- Buscar aplicaciones del conocimiento en la vida real, incentivando la toma de decisiones en los alumnos.

(10) ¿De qué forma se puede llevar a cabo la evaluación de un modelo didáctico con estas características?

En este trabajo se ha encontrado que una investigación de tipo evaluativo (adaptada del modelo CIPP), facilita la valoración de un modelo didáctico como el propuesto, fijando una metodología de trabajo acorde con una concepción de evaluación integrada en todo el proceso de diseño, desarrollo y puesta en práctica del e-módulo. Esta metodología también ha permitido detectar las dificultades didácticas y tecnológicas que se han producido durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, y ha posibilitado que pudieran subsanarse.

A través de los resultados obtenidos mediante los instrumentos empleados en los cuatro momentos evaluativos, podemos concluir que los participantes:

- Poseen altas motivaciones que surgen de la combinación de la temática presentada y de la propuesta tecnológica en línea.
- Plantean contenidos y temas bastante similares a los derivados del campo disciplinar y propuestos dentro de los tópicos generativos elegidos para el desarrollo de esta problemática ambiental, aunque los establecen con menor precisión y profundidad.
- Pueden regular su aprendizaje y ser activos y autónomos en el trabajo, gracias al tipo de enseñanza que se lleva a cabo, utilizando como recurso mediador el e-módulo, diseñado atendiendo al MoCEL.

- Observan que la secuencia de las actividades propuestas, los procesos de reflexión involucrados y los intercambios en los foros, constituyen estrategias que les ayuda a desarrollar la comprensión de los aprendizajes en este tema.

Finalmente, la evaluación que hacen los docentes del e-módulo refleja un alto índice de calidad de este desarrollo, por lo que creemos que el modelo formulado cumple con las expectativas de manera satisfactoria.

(11) El modelo didáctico propuesto, ¿favorece el aprendizaje y la comprensión de tópicos científicos?

La limitada experiencia lograda hasta el presente, en el sentido que solamente se ha implementado el modelo en un e-módulo muy específico, no es suficiente para obtener conclusiones contundentes a esta pregunta; sin embargo, los resultados alcanzados hasta el momento son muy alentadores y esperanzadores de que el modelo didáctico MoCEL pueda favorecer un aprendizaje significativo y la comprensión de temáticas científicas

Comparando los datos obtenidos -con varios instrumentos- sobre el aprendizaje de los participantes en los momentos evaluativos de “entrada” y “producto”, se observó una apreciable diferencia que demuestra una evolución de sus estructuras cognitivas. Principalmente se confrontaron los mapas conceptuales iniciales con los finales, instrumentos que según muchos autores permite visualizar la comprensión del aprendizaje. Los primeros fueron esquemas simples, incompletos, sin un orden jerárquico ni conectores entre conceptos. En cambio, los mapas elaborados al finalizar el Curso fueron mucho más completos y mejor estructurados. Además, se observó que la mayoría de los participantes incluyeron nuevos conceptos (por ejemplo: reducir residuos, desarrollo sustentable, consumo ecológico, ..) que estaban ausentes en los esquemas iniciales, al igual que se incrementaron los conceptos relacionados con aspectos sociales. Los resultados de la evaluación final de los contenidos, tanto como la de las actividades que potencian los desempeños de comprensión, fueron satisfactorios, por lo que parece lícito suponer que hubo una evolución en la conceptualización del tema y, por tanto, en el aprendizaje.

10.4 RECOMENDACIONES PARA TRABAJO FUTURO

El tema que se ha presentado en esta tesis no ha sido agotado, si bien se ha tratado de responder a las preguntas formuladas a lo largo de este trabajo, quedan aspectos por profundizar y ampliar. Todo esto hace necesaria la continuidad de este tipo de estudio para lo cual proponemos las siguientes acciones:

- Progresar en el análisis del modelo didáctico propuesto, concentrando el esfuerzo en investigar la dimensión comunicacional propuesta por el MoCEL por considerarla imprescindible para la constitución de una comunidad de aprendizaje en la cual se desarrollan las interacciones que dan lugar a un aprendizaje significativo. Se propone constituir una red virtual de docentes que han participado en los cursos para propiciar un grupo activo de discusión que permita hacer el seguimiento de la formación impartida y explorar distintos aspectos de la comunicación que allí se establezcan.
- Reforzar la dimensión multimedial del modelo, incluyendo una mayor diversidad de recursos audiovisuales, como videos cortos en sustitución de texto escrito, tele conferencia con investigadores expertos en el área e imágenes variadas, ya que los desarrollos mostrados en la tesis para RSU no han sido intensivos en el uso de multimedia o en aspectos visuales y se han concentrado en desarrollos con recursos limitados.
- Mejorar los procedimientos de investigación para la obtención de datos que permitan una mayor aproximación al proceso de aprendizaje de los participantes y de mejora de la enseñanza. Como también profundizar en el modelo de investigación evaluativa utilizado en esta investigación, mejorando las técnicas e instrumentos de evaluación.
- Perfeccionar la propuesta del e-módulo acerca de los Residuos Sólidos Urbanos a partir de la investigación realizada. Eventualmente se podría incorporar temas enfocados hacia aplicaciones tecnológicas que tengan que ver con el impacto de los residuos en el ecosistema, los procesos químicos de recuperación de residuos, o de generación de nuevos productos a partir de ellos. Este es un campo más cercano a la tecnología de los residuos, pero es interesante explorar de qué manera esta temática puede ser eje para introducir otros temas en la currícula de las escuelas.

- Transferir y aplicar el modelo presentado a otros temas del conocimiento científico, en especial resulta importante abordar la problemática del agua o de la energía que son otros de los grandes problemas ambientales actuales.
- Extender la aplicación del MoCEL y su investigación, a la formación de futuros docentes de ciencias (pre-service), adaptando la propuesta a una forma semipresencial. Como también explorar la posibilidad de adaptar la propuesta a los estudiantes de escuela.
- Ampliar el trabajo de investigación a nuevas preguntas relacionadas con simulación propuesta en SiGRES, de manera que esto podría derivar en otra línea de investigación.

Para finalizar creemos que es fundamental concretar nuevos desarrollos y materiales con tecnologías de la información y la comunicación para poder acompañar los cambios, que a este nivel, experimenta la sociedad actual. Pero las propuestas deben apoyarse en fundamentos teóricos como los utilizados en este trabajo y mejorar las estrategias que permitan comprender cada vez mejor la manera en que estas tecnologías favorecen el aprendizaje significativo. Es necesario consolidar esta línea de investigación de manera tal que genere resultados que ayuden a tomar decisiones sobre como usar las TIC y de alguna manera poder acompañar a lo que “poco a poco se irá configurando; una mente virtual sustancialmente distinta a la mente letrada que conocemos y con la que interpretamos y respondemos al mundo” (Monereo, 2005).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACES (1994). Proyecto Aprendiendo Ciencias en la Escuela Secundaria. En Otero Gutiérrez. L. Escogiendo opciones para todos. *Alambique*, 1 (1), pp. 75-84.
- ACEVEDO J. (1993). ¿Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, pp. 11-12. (IV Congreso de Enseñanza de las Ciencias).
- ADS (2004). *Plan Estratégico para el Manejo de Residuos Sólidos en Puerto Rico*. Puerto Rico: Autoridad de Desperdicios Sólidos. Mimeo. (Citado en SiGRES).
- AIKENHEAD, G. y RYAN, A. (1992). The development of a new instrument: Views of science-technology-society (VOSTS). *Science Education*, 76 (5), pp. 477-491.
- AIKENHEAD, G., FLEMING, R. y RYAN, A. (1987). High-school graduates beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring student views. *Science Education*, 71 (2), pp.145-161.
- APCUA (2005). Aprendizaje de los productos químicos sus usos y aplicaciones. Disponible en <http://www.etseq.urv.es/APQUA/>
- ARNAL, J., DEL RINCÓN, D. y LATORRE, A. (1992). *Investigación Educativa. Fundamentos y Metodología*. Barcelona: Labor.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. (2000). *Psicología Educativa Un Punto de Vista Cognoscitivo*. (decimotercera ed.). México: Trillas.
- AYUNTAMIENTO DE LA CORUÑA (2005). Plan de manejo de los residuos. Disponible en www.aytolacoruna.es/medioambiente/030102plan.jsp (Citado en SiGRES).
- AUZMENDI, E., SOLABARRIETA, J. y VILLA, A. (2003). *Cómo Diseñar Materiales y Realizar Tutorías en la Formación on Line*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- BADIA, A. y MONEREO, C. (2005). Aprender a aprender a través de Internet. En MONEREO, C. et al. (Ed.) *Internet y competencias básicas* Cord. Barcelona: Grao.
- BAINOTTI, M. L. y VALEIRAS, N. (2002). Análisis del perfil docente en el área de Ciencias Naturales de la provincia de Córdoba, en relación al uso de las tecnologías de la información y comunicación. Inédito.
- BALTES, P. B. (2004). Notas sobre el concepto de inteligencia. En R. Sternberg y Detterman, D. K. (Eds.) *¿Qué es la inteligencia?* (3ra edición) Madrid: Pirámide.
- BÁRCENA, B. y VALEIRAS, N. (2000). Utilización de las nuevas tecnologías por los docentes de Ciencias Naturales. Inédito.
- BARDIN, L. (1986). *Análisis de Contenido*. Madrid: Akal.
- BARTHES, R. (1993). *El Grado Cero de la Escritura y Nuevos Ensayos Críticos*. Siglo XXI: México.
- BARTOLOMÉ, A. R. (1999). *Nuevas Tecnologías en el Aula*. Barcelona: ICE- Grao.
- BATES, T. (2003). *Cómo Gestionar el Cambio Tecnológico*. Barcelona: Gedisa

- BERGER, C. F., LU, C. R., BELZER, S. H. y VOSS B. E. (1994). Research on the uses of technology in science education. Capítulo 16 en *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Gabel D. (Ed.). New York: MacMillan.
- BERNAL, J. (1979). *Historia Social de la Ciencia*. Península. Barcelona.
- BLALOCK, H. (1966). *Estadística Social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- BLUMENFELD, P. C., MARX, R. W., PATRICK, H., KRAJCIK, J. y SOLOWAY, E. (2000). Enseñanza para la comprensión. En Biddle, B. J. Good, T. L. y Goodson I. F. *La Enseñanza de los Profesores II*. Barcelona: Paidós.
- BLYTHE, T. et al. (1999). *La Enseñanza de la Comprensión*. Barcelona: Paidós.
- BONFANTI, F. A. (2005). *Los residuos sólidos urbanos*. Disponible en www.ecoport.net/contenido/temas_especiales/basura_residuos/los_residuos_solidos_urbanos (citada en SiGRES).
- BONIL, J., CALAFELL, G., ORELLANA, L., ESPINET, M. y PUJOL, R. M. (2004). El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, pp. 83-97.
- BONNES, M. y SECCHIAROLI, G. (1992). *Psicologia Ambientale. Introduzione alla psicologia sociale dell'ambiente*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.
- BORICH G. (1990). Decision Oriented Evaluation, en Walberg, H. G. y Haertel, G. D. (Eds.): *The International Encyclopedia of Education Evaluation*, pp. 31-35. Oxford: Pergamon Press.
- BRANSFORD, J. D., BROWN, A., y COCKING, R. (2000). (Eds.), *How People Learn: Mind, Brain, Experience and School*, Expanded Edition Washington, DC: National Academy Press.
- BRUNER, J. (1976). *El Proceso Mental en el Aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- BRUNING, ROGER H., SCHRAW, GREGORY J., y RONNING, ROYCE R. 1999. *Cognitive Psychology and Instruction, Third Edition*. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall.
- BUFI, E. A. y LEMOS, A. M. (2001). *Internet en los proyectos educativos*. Buenos Aires: Colección Didáctica.
- CAAMAÑO, A. (1997). Lenguaje y comunicación en ciencias. *Alambique* No. 12, pp. 5-7.
- CABERO ALMENARA, J. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación, *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. Disponible en, www.edutecrevistaelectronica1.htm/
- CALLE GUERRA, A. M. (2000). El hipertexto: reivindicación de la lectura y la escritura en el medio electrónico, a un nivel más virtual que físico. *Revista de Ciencias Humanas*. Colombia, No 21, pp.38-43.
- CALVET, M. (1997). La comunicación escrita en el trabajo experimental. *Alambique*. No. 12, pp. 63-74.
- CASTIGLIONI, A., CLUCELLAS, M. y SANCHEZ ZINNY, G. (2000). *Educación y Nuevas Tecnologías ¿Moda o Cambio Estructural?* Buenos Aires: Verdit.

- CATALAN, A. y CATANY, E. (1986). Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), pp. 163-166.
- CEBRIÁN, M. (Ed.) (2003). *Enseñanza Virtual para la Innovación Universitaria*. Narcea: Madrid.
- CHADWICH, C. (1998). Las Nuevas tecnologías y la formación del profesorado y el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje. En Fainholc, B. (Ed.). *Formación del Profesorado para el Nuevo Siglo: Aportes de la Tecnología Educativa Apropiciada*. Lumen: Buenos Aires.
- CHANG, N. B Y CHEN, H. W. (2000). Prediction analysis of solid waste generation based on grey fuzzy dynamic modeling, *Resources, Conservation y Recycling*, 29 (1-2), pp. 1.
- CHI, M. T. H., GLASER, R y FARR, M. (1991). *The Nature of Expertise*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- CIRIGLIANO, G. y VILLAVERDE, A. (1968). *Dinámica de Grupos y Educación*. Buenos Aires: Humanitas.
- COHEN, L. y MANION, L. (1990). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.
- COLELLA, V. (2000). Participatory simulations: building collaborative understanding through immersive dynamic modelling. *The Journal of the Learning Sciences*, 9 (4), pp. 471-500.
- COLLE, R. (2000). Cómo evaluar información en la WWW. Disponible en www.puc.cl/infscic/boltec15.htm/
- COLLINS, A. (1998). El potencial de las tecnologías en la enseñanza. En Vizcarro C.y León J. (Eds.). *Nuevas tecnologías para el aprendizaje*. Buenos Aires: Ediciones Pirámide.
- CLP. Computer as Learning Partner, 2004, Disponible en <http://tels.berkeley.edu:16080/~mclinn/projects2.html>
- CONCORD CONSORTIUM E-LEARNING GROUP (2003). *El modelo de Concord para aprendizaje a distancia*. Disponible en concord.org/home
- CONEXIONES. (2004). Red Nacional Colombia. Disponible en <http://www.conexiones.eafit.edu.co/>
- CoVIS (2004). Learning Through Collaborative Visualization. Disponible en www.covis.nwu.edu
- CROCCO, L., JALIL, A. M. y VALEIRAS, N. (2004). Una propuesta metodológica para la capacitación docente en Ciencias Naturales con tecnologías de la información y la comunicación: origen de la vida. *VI Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Buenos Aires: Asociación de Docentes en Biología de la Argentina. En prensa.
- CSILE (2004). Computer Supported Intentional Learning Environments. Disponible en www.hi.is/~joner/eaps/wh_csile.htm

- CUDMANI, L. C., PESA, M. y SALINAS, J. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), pp. 3-13.
- DANIELS, H. (2003). *Vygotsky y la Pedagogía*. Buenos Aires. Paidós.
- DE JONG, T. y VAN JOOLINGEN, W. (1998). El entorno SMISLE: diseño y aprendizaje con entornos integrados de simulación. En Vizcarro, C. y León, J. (Eds.). *Nuevas tecnologías para el aprendizaje*. Madrid: Pirámide.
- DE LA ORDEN, A. (1991). *Investigación Evaluativa: Tecnología de la Educación*. Madrid: Santillana.
- DEDE, C. (2000). *Aprendiendo con Tecnología*. Buenos Aires: Paidós.
- DEDE, C., WHITEHOUSE, P. y BROWN-L'BAHY, T. (2002). Designing and studying learning experiences that uses multiple interactive media bridge distance and time, en Vrasid, C. y Glass, G. (Eds.). Current perspectives on applied information technologies. *Distance Education*, 1, pp. 1-30. Greenwich, C.N.: Information Age Press.
- DEL CARMEN L. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*. No. 11, pp. 7-11.
- DEL VAL, A. 2004. Tratamiento de los residuos sólidos urbano. Disponible en habitat.aq.upm.es/cs/p3/a014.html (Citado en SiGRES).
- DÉSAUTELS, J. y LAROCHELLE, M. (2003). Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp.3-20.
- DEWEY, J. (2004). *Experiencia y Educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- DURÁN DE LA FUENTE, H. (Ed.) (1997), *Gestión Ambientalmente Adecuada de Residuos Sólidos: Un Enfoque de Política Integral*, CEPAL/GTZ, Santiago, Chile.
- DURAT, J. (2000). Educar en valores por medio de la Web. En Durat, J. y Sangrá, A. (Eds.). *Aprender en la Virtualidad*, pp. 61-76. Barcelona: Comp. Gedisa.
- DURAT, J. y SANGRÁ, A. (2000). Formación universitaria por medio de la Web: un modelo integrador para el aprendizaje superior, en Durat, J. y Sangrá A. (Eds.). *Aprender en la Virtualidad*, pp. 23-50. Barcelona: Comp. Gedisa.
- DUSCHL, R. A. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), pp. 3-14.
- EDELSON, D. C., PEA, R. D., GOMEZ, L. M., (1996). *The Collaboratory Notebook*. Communications of the ACM, 39, 32-33.
- EDELSON, D. (1998). Realizing authentic science learning through the adaptation of scientific practice. En Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*, pp. 317-332. Gran Bretaña: Kluwer Academic Publishers.
- FANDOS GARRIDO, M. (2003). *Formación basada en las tecnologías de la información y la comunicación: análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili.

- FERRERES PAVÍA, V. S. (1997). *El Desarrollo Profesional del Docente. Evaluación de los Planes Provinciales de Formación*. Barcelona: Oikos-Tau.
- FLEMING, R. W. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society II. The interaction among science, technology, and society. *Science Education*, 71(2), pp. 163-186.
- FRAWLEY, W. (1997). *Vygotsky y la Ciencia Cognitiva*. Barcelona. Paidós.
- GALLINO, M. y VALEIRAS, N. 2003. La enseñanza para la comprensión como un modelo válido para una propuesta multimedial. II Encuentro de Investigadores en Didáctica de las Ciencias Biológicas. (Trabajo 6 en formato CD). Buenos Aires: Asociación de Docentes en Biología de la Argentina.
- GALTUNG, J. (1973). *Teoría y Método de la Investigación Social*. Tomo 2. Buenos Aires: Eudeba.
- GARCIA DA SILVA, D. (2002). Los valores sociales del habla y de la escritura. Disponible en www.unb.br/il/liv/prof/denize.
- GARDNER, H. (1993). *Estructuras de la Mente: la Teoría de las Múltiples Inteligencias*. Barcelona: Paidós.
- GARDNER, H. (1997). *La mente No Escolarizada*. Paidós: Barcelona.
- GARDNER, H. (1999). *La Inteligencia Reformulada*. Paidós: Barcelona.
- GARDNER, H. (2004). Decadencia de los Test de inteligencia. En Sternberg, R. y Detterman, D. K. (Eds.) *¿Qué es la inteligencia?* Pirámide: Madrid.
- GARDNER, H., KORNHABER, M. L. y WAKE, W. K. (2000). *Inteligencia. Múltiples perspectivas*, Barcelona: Aique.
- GIERE, R. N. (1997) *Understanding Scientific Reasoning*. Nueva York: Harcourt Brace.
- GIL PÉREZ, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), pp. 111-121.
- GIL PÉREZ, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp. 197-212.
- GIL PÉREZ, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 154-164.
- GILL, A. y WHEDBEE, K. (1997). Retórica. En van Dijk, T. A. (Ed.). *El Discurso como Estructura y Proceso*. Barcelona: Gedisa.
- GIMENO SACRISTÁN y PÉREZ GÓMEZ (1985). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.
- GIORDAN, A. et al. (1988). *Conceptos de Biología 1*. Barcelona: MEC-Labor.
- GIORDAN, A. y DE VECCHI, G. (1988). *Los Orígenes del Saber*. Sevilla: Diada.
- GISBERT, M. (1992). *Technology-based training*. Formador de formadores en la dimensión ocupacional. Tarragona: Universidad de Rovira i Virgili.
- GOBIERNO DE BUENOS AIRES (2004). Programa de recuperadores urbanos. Disponible en http://www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/pru/?menu_id=412

- GONZALEZ GAUDIANO, E. y DE ALBA, A. (1994). Hacia unas bases teóricas de la educación ambiental en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), pp. 66-71.
- GONZÁLEZ RIVERA, P. (2003). Los foros de discusión en línea: su potencial como herramienta cognoscitiva. Simposio Virtual SOMECE 2003. Disponible en <http://www.somece.org.mx/virtual2003/ponencias/comunidades/foros/foros>.
- GONZÁLEZ, F. (1999). Acerca del uso de las páginas Web en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Departamento de Ciencias Naturales. Colegio Irabia. Disponible en www.irabia.org/departamentos/nntt/exper_nntt/naturales_9.htm.
- GUITERT, M. (1998). La tecnología educativa y la educación a distancia en una buena práctica pedagógica. En Fainholc, B. (Ed.). *Formación del Profesorado para el Nuevo Siglo: Aportes de la Tecnología Educativa Apropiable*. Lumen: Buenos Aires.
- GUNAWARDENA, CH. N. y ANDERSON, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal Educational Computing Research*, 17(4), pp. 397-431.
- GUTIERREZ, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), pp. 118-128.
- GUZDIAL, M. (1997). Technological support for an apprenticeship in object-oriented design and programming. Proceedings of the OOPSLA'97 Educators Symposium. Atlanta, GA, ACM. Disponible en guzdial.cc.gatech.edu/papers/oopsla97ed/
- GUZDIAL, M. (2000). Soporte tecnológico para el aprendizaje basado en proyectos, en Dede, C. (Ed.). *Aprendiendo con Tecnología*, pp. 79-108. Buenos Aires: Paidós.
- HERNÁNDEZ FIERRO, V. M. (2000). Lenguaje: creación y expresión del pensamiento. *Razón y Palabra*. No. 19, pp. 1-5.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA, L. (2003). *Metodología de la Investigación* (tercera edición). Mexico: Mc Graw Hill.
- HODSON, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*. 12, pp. 25-57.
- HODSON, D. (1988). Towards a philosophically more valid science curriculum, *Science Education*, 72 (1), pp.19-40.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico en el trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 299-313.
- JITT (2003). Indiana University and Purdue University. Disponible en www.webphysics.iupui.edu/jiit.html
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1992). Introducción y análisis de modelos. *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza*. Madrid: MEC.

- JIMÉNEZ VALLADARES, J. y PERALES, J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*. 19 (1), pp. 3-19.
- JOYSE, B. y WEIL, M. (2002). *Modelos de Enseñanza*. Madrid: Gedisa.
- JUNI, J. et al. (2001). Análisis y evaluación de los recursos educativos de Internet sobre biología. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. Tomo 2: 175. Instituto de Ciencia de la Educación. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- KOTLAND, J. (1997). Garbage: dumping, burning and reusing/recycling: students' perception of the waste issue. *International Journal of Science Education*, 19(1), 65-77.
- KOZAK, D. (2004). Las TICs en el aula: el proyecto Aulas en Red de la Ciudad de Buenos Aires. *Revista Iberoamericana de Educación*. OEI. Disponible en <http://Bibliografia2004/Revista Iberoamericana de Educación>
- KRAJCIK, J. SOLOWAY, E. BLUMENFELD, P. y MARX R. (2000 a). Un andamiaje de herramientas tecnológicas para promover la enseñanza y el aprendizaje de ciencias, en Dede, C. (Ed.). *Aprendiendo con Tecnología*, pp. 59-78. Buenos Aires: Paidós.
- KRAJCIK, J. S, MARX, R., BLUMENFELD, P.C., SOLOWAY, E. y FISHMAN, B. (2000 b). Inquiry based science supported by technology: Achievement among urban middle school students. Presentado en National Association of Research in Science Teaching, New Orleans.
- KRIPPENDORFF, K. (1990). *Metodología de Análisis de Contenido*. Barcelona: Paidós.
- LACASA, P. (1994). *Aprender en la Escuela Aprender en la Calle*. Madrid: Visor.
- LANDOW, G. (1992). *Reconfigurar la Educación Literaria. Hipertexto*. Buenos Aires: Paidós.
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a Hablar Ciencia*. Barcelona: Paidós.
- LENTO, E., O'NEILL, D. y GÓMEZ, L. (1998). Cómo integrar los servicios de Internet a las comunidades escolares. En Dede, C. (Ed.). *Aprendiendo con Tecnología*, pp. 191-228. Buenos Aires: Paidós.
- LEÓN, J. A. (1998). La adquisición de conocimiento a través del material escrito: texto tradicional y sistemas de hipertexto. En Vizcarro C. y León J. (Eds.). *Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje*. Buenos Aires: Ediciones Pirámide.
- LINN, M. C. (1998). The impact of technology on science instruction: historical trends and current opportunities, en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Ed.). *International Handbook of Science Education*, pp. 265-294. Gran Bretaña: Kluwer Academic Publishers.
- LINN, M. C. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y la comunicación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 347-355.

- LINN, M. C. SLOTTA, J. y BAUMGARTNER, E. (2000). *Teaching high school science in the information age: a review of courses and technology for inquiry-based*. Informe Milken Family Foundation. Santa Monica. USA. Disponible en www.mff.org/publications/publications
- LINN, M. C. y HSI, S. (2000). *Computer, Teacher, Peers: Science Learning Partners*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- LISCOVSKY, I. J. y VALEIRAS, N. (2003). Perfil de los usuarios en cursos de capacitación de docentes en Ciencias Naturales mediados por las nuevas tecnologías. *Primer Encuentro de Innovadores Críticos*. (Trabajo No 14, Formato CD). Huerta Grande. Argentina: Asociación de Docentes de Biología de Argentina.
- LITWIN, E. (2000). *Tecnología Educativa: Política, Historia, Propuestas*. Paidós: Buenos Aires.
- LLORENS, J. (1997). Indicadores de calidad lingüística en el diseño y evaluación de los programas de actividades en el aprendizaje de las ciencias. *Alambique*. No. 12, pp. 75-84.
- LOWY, E. (1999). Utilización de Internet para la enseñanza de las ciencias. *Alambique*. No. 19, pp. 65-72.
- MACROMEDIA, 2005. Macromedia Flash. Disponible en <http://www.macromedia.com/es/software/flash/flashpro/>
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, pp. 187-208.
- MARCELO, C., PUENTE, D., BALLESTEROS, M. A. y PALAZON, A. (2002). E-learning y Teleinformación. Barcelona: Gestión.
- MARQUES, P. (2001). Plantilla para la catalogación, evaluación y uso contextualizado de páginas Web. Disponible en <http://dewey.uab.es/pmarques>
- MARRERO IRRIZARRY, E. (1995). El lenguaje en la dialéctica psico-social; una introducción reflexiva a la teoría de Lev Vigotsky. *Ciencias de la Conducta*, 7, pp. 51-77.
- MATTHEWS, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 255-277.
- MAYER, M. (1998). Educación ambiental: de la acción a la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 217-231.
- MAYER, R. E. (1997). Multimedia Learning: Are We Asking the Right Questions? *Educational Psychologist*, 88, 49-63.
- MEDINA, M. (1997), The effect of income on municipal solid waste generation rates for countries of varying levels of economic development: A model, *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 24(3), pp. 149.

- MENESES VILLAGRÁ, J. Á. (1992). Modelos didácticos con enfoque constructivista para la enseñanza de la Física en el nivel universitario. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, pp. 93-106.
- MENESES VILLAGRÁ, J. Á. y CABALLERO SAHELICES, C. (2002). Diseño de una unidad didáctica: "la energía". *Revista Mexicana de Física*, vol XX pp. 45-47.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2000). *El Equipamiento Informático en el Sistema Educativo (1994-1998)*. Informe de Investigación No 6. Buenos Aires.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2001). *La Integración de las TIC en las Escuelas: un Estudio Exploratorio*. Informe de Investigación No 7. Buenos Aires.
- MIR, J. I., REPARAZ, C. y SOBRINO, A. (2003). *La formación en Internet*. Ariel. Barcelona.
- MODEL-IT (2004). New York: Cognito Learning Media. Disponible en <http://www.cogitomedia.com>.
- MODELLUS. (2005). Disponible en <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>
- MOODLE (2005). Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. Disponible en moodle.org/doc/
- MONEREO, C. et al. (Ed.) (2005). *Internet y competencias básicas* Cord. Barcelona: Grao.
- MORÁN, J. M. (2000). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Sao Pablo: Editora Papirus.
- MOREIRA, M. A. (1995a). La Teoría de la mediación de Vygotsky. Monografía del Grupo de Enseñanza. Serie *Enfoques Teóricos* N° 7. Mimeo.
- MOREIRA, M. A. (1995b). La Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Monografía del Grupo de Enseñanza. Serie *Enfoques Teóricos* N° 10. Mimeo.
- MOREIRA, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.
- NELSON, W. y PALUMBO, D. 1992. Learning, instruction and hipermedia. *Educational Multimedia and hypermedia*, No. 1, pp. 287-299. En Vizcarro C. y León J. (Eds.). *Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje*. Pirámide. Madrid.
- NOVAK, G., PATTERSON, E., GAVRIN, A. y CHRISTIAN, W. (1999). *Just-in-time Teaching. Blending Active Learning with Web Technology*. New Jersey: Prentice Hall.
- ORIEHUELA, J. L. y SANTOS, M. L. (2000). *Introducción al Diseño Digital. Concepción y Desarrollo de Proyectos de Comunicación Interactivos*. Madrid: Anaya Multimedia.
- OSCH, E. (1997). Narrativa. En van Dijk, T. A. (Ed.). *El Discurso como Estructura y Proceso*. Barcelona: Gedisa.
- PADUA, J. (1993) *Técnicas de investigación aplicadas a las Ciencias Sociales* (quinta edición). Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- PAPERT, S. (1993). *The Children's machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York: Basic Books.

- PEA, R. D. (2001). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En Salomón, G. (Ed.). *Cogniciones Distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu Ed.
- PEABODY. (2004). Disponible en peabody.vanderbilt.edu/projects/funded/jasper/Jasperhome.html
- PERALES PALACIOS, J. y CAÑAL DE LEÓN, P. (Ed.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- PÉREZ GÓMEZ, Á. (1985). Paradigmas Contemporáneos de Investigación Didáctica. En Gimeno, Sacristán J. y Pérez, A. (Eds.). *La Enseñanza: su Teoría y su Práctica*. Madrid: Akal.
- PÉREZ SERRANO, G. (1994). *Investigación Cualitativa. Retos e Interrogantes II*. Madrid: La Muralla.
- PERKINS, D. (1992). *Smarts Schools: Better Thinking and Learning for Every Child*. New York: Free Press.
- PERKINS, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En Wiske, M. S. (Ed.). *La Enseñanza para la Comprensión*, pp. 69-94. Buenos Aires: Paidós.
- PERKINS, D. N. (2001). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En Salomón, G. (Ed.). *Cogniciones Distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu Ed.
- PETROSINO, A. J., SHERWOOD, R. D., BRANSFORD, J. D., y BROPHY, S. (1995). The use of cognitive tools to facilitate knowledge construction in macro context environments: Foundations, design issues, and the development of applications in applied settings. En Helgeson S. (Ed.), *Proceedings: Working Conference on Technology Applications in the Science Classroom*. The National Center for Research in Science Teaching and Learning.
- PIViT (2004). PBS Group, Universidad de Michigan. Disponible en www.umich.edu/pbsgroup/psnet.
- PONTES PEDRAJAS, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, No. 19, pp. 53-64.
- PORLAN, R. (1989). Constructivismo y Escuela. *Investigación en la Escuela*. Diada. Sevilla.
- PORLAN, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes del magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22, pp. 67-84.
- POZO J. I. y GOMEZ CRESPO, M. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.
- PRAIA, J. y CACHAPUZ, F. (1994). Un análisis de las concepciones acerca del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, pp. 350-354.
- PROYECTO 2061 (2005). Proyecto para el avance de las ciencias. Disponible en <http://www.project2061.org/esp/>
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

- RATHJE, W. L. (1991), Once and future landfills, *National Geographical*, Mayo, pp. 117-134.
- REISNER, B. et al. (2000). BGuILE: Strategic and conceptual scaffolds for scientific inquiry in biology classrooms, en Carver, S. M. y Klahr, D. (Eds.). *Cognition and Instruction: Twenty-Five Years of Progress*. New Jersey: Erlbaum.
- RePORTE (2004) Disponible en http://www.buenosaires.gov.ar/red_libre/
- REZENDE, F. (2001). Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18 (2), pp. 197-213.
- REZENDE, F. y DE SOUZA BARROS, S. (2003). Diseño instruccional de un sistema hypermedia para el aprendizaje de la física fundamentado en las perspectivas teórica del cambio y del desarrollo conceptual. *Enseñanza de las Ciencias* Número extra, pp. 103-109.
- RIBEIRO A. y GRECA I. M. (2003). Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. *Quimica. Nova*, Vol. 26, 4, 542-549, 2003
- RIVEROS, R. (1997). La informática como ayuda para crear nuevos ambientes de aprendizaje. *Revista Pensamiento Educativo*. Vol. 20, pp. 32-48.
- RODRÍGUEZ AROCHO, W. (1998). La revolución cognoscitiva: Ajuste de cuentas frente al nuevo milenio. *Revista Peruana de Psicología*, 2, pp. 23-38.
- RODRÍGUEZ AROCHO, W. (1999). La perspectiva Vygotskiana y sus implicaciones para la educación. *Revista de Educación en Biología*, 2, pp. 13-20.
- SALOMON, G. (1992). Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente. *Infancia y Aprendizaje*. No. 58, pp. 143-159.
- SALOMON, G. (1993). On the nature of pedagogic computer tools. The case of the writing partner. En Lajoie, S. y Derry, S. (Eds.). *Computer Cognitive Tools*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- SALOMON, G. (2001). *Cogniciones Distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu Ed.
- SALTERS (2000). En Martín Díaz y col. *El Proyecto Química SALTERS: un Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad para la Química del Bachillerato*. Madrid: Narcea.
- SÁNCHEZ, M. E. (1993). *Los textos expositivos. Estrategias para mejorar su comprensión*. Santillana. Madrid. En Izquierdo, M. y Rivera, L. 1997. *Alambique*. No. 11, pp. 24-33.
- SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en clases de ciencias. *Alambique*. No. 12, pp. 51-61.
- SARDÁ, A. y SANMARTÍ, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), pp. 405-422.
- SARRAMONA, J. (2001). Evaluación de programas de educación a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 4 (1), pp. 9-31.

- SCARDAMALIA, M., BEREITER, C. y LAMON, M. (1994). The CSILE Project: trying to bring the classroom into World 3. En K. Mc Gilly (Ed.). *Classroom Lessons: Integration Cognitive Theory and Classroom Practice*, pp. 201-228. Cambridge, Mass: MIT Press.
- SCHANK, R. (2001). *Designing World-Class E-Learning*. New York: McGraw-Hill.
- SCHAVERIEN, L. (2003) Teacher education in the 3 generative virtual classroom: developing learning theories through a web-delivered technology and science education context. *International Journal of Science Education*, 25 (12). 1471-1487.
- SCIENCE WARE (2004). Hi-C Group Investigation Station. Michigan University. Disponible en URL: hi-ce.eecs.umich.edu/index.html
- SHERWOOD, R., PETROSINO, A. y LIN, X. (1998). Problem-based macro contexts in science instruction: design issues and applications, en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Ed.). *International Handbook of Science Education*, 349-365. Gran Bretaña: Kluwer Academic.
- SIERRA FERNÁNDEZ, J. L. (2000). Informática y la enseñanza de las ciencias. En Perales, F. J. y Canal, P. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil, Alcoy, España.
- SOLVES, J. y VILCHES, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica y sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), pp. 181-186.
- SOLVES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia tecnología sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), pp. 337-348.
- SOLWAY, J. (1990), *Municipal Solid Waste Management: Making Decisions in the Face of Uncertainty*, Institute for Risk Research, University of Waterloo, Waterloo, Canadá. (Citado en SIGRES).
- SPITULNIK, M., STRATFORD, S., KRAJCIK, J. y SOLOWAY, E. (1998). Using technology to support student's artifact construction in science, en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Ed.). *International Handbook of Science Education*, pp. 363-381. Gran Bretaña: Kluwer Academic.
- SRINIVASAN, S. y CROOKS, S. (2005). Multimedia in a science learning environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 14 (2), pp. 151-167.
- STEELE, R. (1998). El medio ambiente educativo del siglo XXI y preparando personas para la era de la Información: enseñanzas extraídas de la práctica. Cap 3 en Fainholc, B. (Ed.). *Formación del Profesorado para el Nuevo Siglo: Aportes de la Tecnología Educativa Apropiable*. Lumen: Buenos Aires.
- STELLA (2004) Disponible en <http://www.iseesystems.com/software/Education/StellaSoftware.aspx>
- STERNBERG, R. y DETTERMAN, D. K. (2004). *¿Qué es la Inteligencia* (tercera edición). Madrid: Pirámide.
- STUBBS, M. (1987). *Análisis del Discurso*. Madrid: Alianza.

- STUFFLEBEAM, D. L. (1987). La evaluación orientada hacia el perfeccionamiento. En Stufflebeam, D. L. y Shinkfield A. J. (Eds.). *Evaluación Sistemática. Guía Teórica y Práctica*. Barcelona: Paidós MEC.
- STUFFLEBEAM D. L, y SHINKFIELD A. J. (Eds.). *Evaluación Sistemática. Guía Teórica y Práctica*. Barcelona: Paidós MEC.
- SUTTON, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*. No. 12, pp. 8-32.
- SWELLER, J. (1999). *Instructional Design in Technical Areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- TALAVERA SERRANO, M. C., PUENTE BAUTISTA, D. y MARCELO GARCÍA, C. (1998). ¿Quién habla ahí?: análisis del discurso virtual de los profesionales de la formación. *Congreso Nacional sobre Formación del Profesorado: Evaluación y Calidad*, Las Palmas, Canarias.
- TASKANEN, J. H. (2000), Strategic planning of municipal solid waste management, *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 30(2), pp. 111
- TAURO, A. y VALEIRAS, N. (2002). Las percepciones ambientales de los alumnos en una escuela urbano marginal de la ciudad de Córdoba. *Memorias Asociación Docentes de Biología de Argentina*. 5, pp. 346-349.
- TCHOBANOGLIOUS, G. y KREITH, F. (Eds.) (2002), *Handbook of Solid Waste Management*, Second Edition. New York: McGraw-Hill.
- TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H. y VIGIL, S. (1993), *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill.
- TEDESCO, J. C. (2000). La educación y las nuevas tecnologías de la información. Disponible en www.telewinformacion/modulos/modulo_/lecturas_obligatorias
- THE ADVENTURES OF JASPER WOODBUT (2004). Vanderbilt University. Disponible en <http://peabody.vanderbilt.edu/projects/funded/jasper/Jasperhome.html>
- THINKERTOOLS SCIENTIFIC INQUIRY (2004). Universidad de California, Berkeley. Disponible en thinkertools.soe.berkeley.edu/index.html
- TINKER, R. (2004). A history of Probreware. Molecular Dynamics Hypermodels. The Concord Consortium. Disponible en concord.org/home
- TOBIN, K. (1999) Internet como instrumento de formación de los maestros de ciencias ¿agente transformador o catalizador de la reproducción cultural? *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (2), pp. 155-164.
- TRAHTEMBERG, L. (2000). El impacto previsible de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza y la organización escolar. *Revista Iberoamericana de TIC en la Educación*. No 24.
- TSAI, C. C. (2001). A review and discussion of epistemological commitments, metacognition, and critical thinking with suggestions on their enhancement in internet-assisted chemistry classrooms. *Journal of Chemical Education*, 78 (7), pp. 970-974.
- TURKLE, S. (1997). *La Vida en la Pantalla*. Barcelona: Paidós.

- TYLER, R. (1973). *Principios Básicos del Currículo*. Buenos Aires: Troquel.
- UNESCO (1985). Interdisciplinary approaches in environmental education. *Environmental Education*, Serie No 14, París.
- UNESCO (2003). Nuevas tecnologías: ¿espejismo o milagro? *Boletín*. N° 7, octubre-diciembre. Disponible en www.unesco.cl/07e.htm
- VALEIRAS, N. CAMPANER, G. GALLINO M. y ARGUELLO, L. (1990). *Un Marco Conceptual en Educación Ambiental, su Operativización en la Formación de Recursos Humanos*. Córdoba, Argentina: Fundación Friedrich Ebert, Sistema REDUC; PNUMA.
- VALEIRAS, N. y CAMPANER, G. (1993). La Escuela y los Problemas Ambientales: una experiencia barrial. *Resúmenes*. Jornadas Nacionales y 6tas Regionales de Medio Ambiente, pp. 21. La Plata, Argentina.
- VALEIRAS, N. y MARCHESINI, V. (2000). ¿Cómo abordan los docentes la educación ambiental en escuelas municipales de la ciudad de Córdoba? *II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. (Publicado en CD-Rom, trabajo T5- 007).
- VALEIRAS, N. (2001). Inserción de una unidad didáctica sobre residuos sólidos urbanos en la comunidad. *Alambique*, 30, pp. 47-53.
- VALEIRAS, N., BURRONI, L., OCCELLI, M. y JALIL, A. (2001). El uso de las nuevas tecnologías por institutos terciarios no universitarios de la ciudad de Córdoba en carreras relacionadas con las Ciencias Naturales. *Anales del II Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Cipoletti: Universidad Nacional del Comahue Ed. pp. 40-43. (Publicado en CD-Rom)
- VALEIRAS, N., MICIELI, C. y SKICKO, M. (2003). Análisis el discurso escrito que proponen un grupo de páginas Web sobre Origen de la vida y Evolución. Congreso Virtual de Aprendizaje con tecnologías en la Universidad de Puerto Rico. pp. 9. Trabajo disponible en <http://www.universia.pr/congresovirtual>
- VALEIRAS, N. y MENESES, J. (2004). Hacia un modelo de formación de docentes en ciencias basado en las tecnologías de información y comunicación: investigación diagnóstico. *Actas III Congreso Iberoamericano de Educación Científica*. Guatemala.
- VALEIRAS, N., GALLINO, M. y CROCCO, L. (2005 a). El Origen de la Vida como tópico generativo en la enseñanza para la comprensión. *Journal of Science Education*. 6 (1), pp. 40-43.
- VALEIRAS, N., MENESES VILLAGRÁ, J. y GODOY, L. A. (2005 b). Distributed learning using on-line learning and computer simulations for solid waste management. Proceeding 6th *International Conference on Information Technology based Higher Education and Training (ITHET)*, IEEE. (Publicado en CD, Trabajo T4A-362).
- VALEIRAS, N. y MENESES VILLAGRÁ, J. (2005). Modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias en línea. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra.

- Aportaciones de las TIC. CD, 4.3. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias
- VALEIRAS, N. y MENESES VILLAGRÁ, J. (2005) Criterios y procedimientos de análisis en el estudio del discurso en páginas Web: el caso de los Residuos Sólidos Urbanos. *Enseñanza de las Ciencias*. (Trabajo en prensa).
- VALLES, M. S. (2000). *Técnicas Cualitativas de Investigación Social*. Madrid: Síntesis Editorial.
- VAN DIJK, T. A. (1984). *Texto y Contexto*. Madrid: Cátedra.
- VAN DIJK, T. A. (1997 a). *Discurso Cognición y sociedad. Signos teoría y práctica de la educación*. Disponible en http://www.geocities.com/estudiscurso/vandijk_edcs.html
- VAN DIJK, T. A. (1997 b). *El discurso como Estructura y Proceso*. Barcelona: Gedisa.
- VAN EEMEREN, F. H. (1997). Argumentación. En van Dijk, T. A. (Ed.). *El Discurso como Estructura y Proceso*. Barcelona: Gedisa.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión cultural. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), pp. 337-346.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 377-395.
- VILCHES, A. y GIL PÉREZ, D. (2003). *Construyamos un Desarrollo Sostenible. Diálogos de Supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.
- VEIT, A. E., MORS, P. y TEODORO, V. D. (1998). *Computadores e calculadoras no ensino da Ciências e da matemática*. IV Congreso RIBIE. Brasilia.
- VREMAN-DE OLDE, C. y DE JONG, T. (2004). Student generated assignments about electric circuits in a computer simulation, *International Journal of Science Education*, 25(12), pp. 1452-1469.
- VYGOTSKY, L. (1973). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- VYGOTSKY, L. S. (1997). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. Barcelona: Crítica.
- WALDEGG, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Disponible en <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-waldegg.html>
- WebSMILE (2004). EduTech. Instituto Tecnológico de la Universidad de Georgia. Disponible en www.cc.gatech.edu/edutech.
- WEISS, C. (1987). *Investigación Evaluativa*. Trillas: México.
- WHITE, B. (1998). Computer microworlds and scientific inquiry: and alternative approach to science education. En Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*, pp. 295-316. Gran Bretaña: Kluwer Academic.
- WHITE, B. y FREDERIKSEN, J. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16 (1), pp. 3-118.

- WHITE, P. T. (1983). The fascinating world of trash, *National Geographical*, Abril, pp. 424-457. (Citado en SIGRES).
- WHITELOCK, D. (2000). Estrutura para a avaliação de tecnologías de aprendizagem multimedia: lições aprendidas e futuras direções. *Ensaio*, 2 (1), pp. 57-74.
- WISE (2004). California: Universidad de Berkeley. Disponible en <http://wise.berkeley.edu/>.
- WISKE, M. S. (1998). *La Enseñanza para la Comprensión*. Buenos Aires: Paidós.
- WISKE, M. S. (2005). *Teaching for Understanding with Technology*. San Francisco: John Wiley.