

UNIVERSIDAD DE BURGOS

Facultad de Educación



Trabajo Fin de Grado

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la
indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una
propuesta innovadora

Rationale, performance and drawbacks of inquiry-
based methodology: design, implementation and
evaluation of an innovative science project

Para optar al Título de
Graduado en Maestro de Educación Primaria:
Mención Extranjera Lengua Inglesa.

Autor:

Toma, Radu Bogdan.

Directora:

Greca Dufranc, Ileana María

Burgos, 2015

*A tu recuerdo
que se aproxima despacio,
más cerca que lejos
en un allá que es siempre aquí.*

*All grown-ups were once children...
but only few of them remember it.*
The Little Prince. Antoine de Saint-Exupéry

Agradecimientos

A mis padres por lo que es necesario y a mi directora Ileana por lo que puedo.

Gracias.

Resumen:

En el presente trabajo presentamos una investigación sobre la introducción de la metodología de indagación escolar en ciencias y estudiamos el sentido, desarrollo y límites de su implementación a partir del análisis del rendimiento cognitivo y procedimental del alumnado y la administración de la escala de actitudes hacia la ciencia TOSRA, adaptada. Para ello, diseñamos la unidad didáctica “La construcción de las pirámides”, constituida por una situación problemática que da pie a la enseñanza y el aprendizaje de las máquinas simples en el 4º curso de Educación Primaria a partir de la pregunta: “Sin las máquinas actuales, ¿de qué forma construyeron los egipcios las pirámides?”. Contamos con 96 alumnos, de los cuales 55 participaron en la indagación. Los resultados constatan diferencias muy significativas según la metodología utilizada: las actitudes hacia la ciencia son más positivas entre la muestra que ha participado en una indagación en comparación con la que no. Asimismo, se perciben reticencias en los maestros para implementar la indagación en sus aulas, promovida por una falta de conocimientos y por considerar la asignatura de Conocimiento del Medio complementaria a otras como Lengua o Matemáticas.

Palabras clave:

Indagación, TOSRA, cambio conceptual, aprendizaje significativo, máquinas simples.

Abstract:

In this paper, we present a research about the introduction of inquiry-based methodology in Elementary School and we the effect, development and limits of its implementation based on the analysis of cognitive and procedural student performance and by adapting and administering the test of science-related attitudes TOSRA. To do this, we designed an inquiry-based teaching unit called “The construction of the pyramids” that allows students in 4th grado of Primary School to learn about simple machines while answering the following question: How do Egyptians built the pyramids without the current machines and technology? We counted with 96 students, 55 of which participated in the inquiry lesson. The results verify significant differences according to the methodology used: attitudes towards science are more positive among students who participated in the inquiry lesson compared with those who have not. Apart from this, we perceived reticence in teachers to implement inquiry learning in their science classroom, promoted by a lack of knowledge and because they consider Science as an complementary subjects to Language or Maths.

Key words:

Inquiry, TOSRA, conceptual change, meaningful learning, simple machines.

Índice de contenidos

*Repito con la más vehemente convicción:
la verdad está en camino, y nada la detendrá.*

Émile Zola.

I. INTRODUCCIÓN	2
I. 1. JUSTIFICACIÓN	2
I. 2. FINALIDAD Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO	3
II. MARCO TEÓRICO	5
II. 1. ESTADO DE LA CUESTIÓN	5
II. 2. INDAGACIÓN Y CURRÍCULO DE CIENCIAS EN ESPAÑA	10
III. MARCO EMPÍRICO	16
III. 1. METODOLOGÍA	16
<i>III. 1.1. Objetivos</i>	16
<i>III. 1.2. Población</i>	17
<i>III. 1.3. Instrumentos y recursos didácticos</i>	18
III. 1. 3. 1. La unidad didáctica	18
III. 1. 3. 2. Escala de actitudes TOSRA	20
III. 1. 3. 3. Test cambio conceptual	21
IV. 1. 3. 4. Entrevista a tutoras de aula	21
<i>III. 1. 4. Procedimiento</i>	22
III. 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
IV. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	39
V. REFERENCIAS	42
VI. APÉNDICES	46
VI. 1. INSTRUMENTOS	46
<i>VI. 1. 1. Escala de actitudes TOSRA</i>	46
<i>VI. 1. 2. Test cambio conceptual</i>	47
<i>VI. 1. 3. Encuesta de opinión al alumnado</i>	49
VI. 2. RECURSOS DIDÁCTICOS	51
<i>VI. 2.1. Unidad didáctica</i>	51
<i>VI. 2.2. Cuaderno de campo</i>	57
<i>VI. 2.3. Cuaderno de actividades</i>	70

Índice de tablas, gráficos y figuras

*La ciencia es para el mundo moderno
lo que el arte fue para el antiguo.*

Benjamin Disraeli

I. TABLAS

Tabla 2-1. Relación entre habilidades y capacidades requeridas en la indagación (Bybeem 2004) y las actividades básicas de la misma (Khan, 2007)	8
Tabla 2-2. Similitudes entre las capacidades inherentes a la indagación y los objetivos LOE para la enseñanza de las ciencias	14
Tabla 3-1. Categorización de las actividades hacia la ciencia	20
Tabla 3-2. Estadísticos de fiabilidad de la escala TOSRA	21
Tabla 3-3. Principales preguntas de la entrevista a las tutoras	22
Tabla 3-4. Prueba T para muestras independientes	27

II. GRÁFICOS

Gráfico 2-1. Representación de un proceso de investigación dirigida. A partir de Gil (1993)	11
Gráfico 2-2. Principios y factores que determinan la investigación escolar. A partir de Cañal (2006)	13
Gráfico 3-1. Proporción de sujetos que conforman la muestra	18
Gráfico 3-2. Calificaciones generales obtenidas en el test de cambio conceptual	24
Gráfico 3-3. Calificaciones individuales obtenidas en el test de cambio conceptual	25
Gráfico 3-4. Relación existente entre la metodología utilizada y la disposición del alumnado hacia la ciencia	26
Gráfico 3-5. Valoraciones del alumnado sobre la asignatura Conocimiento del Medio	28

Gráfico 3-6. Interés del alumnado por la realización de experimentos en función de la metodología	30
Gráfico 3-7. Interés del alumnado por actividades de aplicación del conocimiento en función de la metodología	31
Gráfico 3-8. Frecuencia de uso de las siguientes actividades didácticas	36

III. FIGURAS

Figura 2-1. Componentes comunes a la indagación. A partir de NRC (2000:35)	7
Figura 3-1. Polea simple diseñada y construida por los alumnos	32
Figura 3-2. Experimento sobre el plano inclinado con la ayuda de piezas LEGO y un dinamómetro	32
Figura 3-3. Alumnas realizando el mural sobre las máquinas simples	33
Figura 3-4. Ejemplos de murales que conforman “El museo de las máquinas”	33
Figura 3-5. Presentación sobre el sistema solar.	34
Figura 3-6. Presentación sobre las máquinas simples.	34

I. Introducción

*Frecuentemente hay más que aprender en las preguntas
inesperadas de un niño que de los discursos de un hombre.*

John Locke.

I. 1. Justificación

Las expectativas de la alfabetización científica como exigencia y factor determinante en la educación y desarrollo de la persona no se está cumpliendo en la actualidad. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias parece continuar obedeciendo a concepciones tradicionales basadas en la transmisión, repetición y memorización de un conocimiento elaborado en base a un cuerpo teórico objetivo, rígido y aceptado por la comunidad científica (Gallagher, 1991; Cronin-Jones, 1991; Cañal, 2000, 2007). Esto es, pese a evidencias que manifiestan la escasa eficacia de los modelos pasivos de enseñanza para el aprendizaje de las ciencias (Tobin et al., 1994), se asume que la ciencia posee una naturaleza cuyo tratamiento y aprehensión se ha de realizar a través de métodos teórico-memorísticos de enseñanza, alejados y anacrónicos a la realidad de los educandos. Esta praxis docente redundante en un fracaso generalizado de la educación científica que ha fomentado un ya en alza rechazo de los estudiantes por la ciencia.

Más concretamente, el Informe Rocard llamado *Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe* (Rocard et al., 2007) concluyó que la forma de enseñar ciencias a través de métodos analíticos y transmisivos es la principal causa del desinterés por el aprendizaje de las ciencias así como por los estudios científicos del alumnado.

En vista de ello, los contenidos y la pedagogía de las ciencias están siendo examinados con el fin de establecer nuevos estándares que rejuvenezcan la educación científica (AAAS, 1993; National Research Council, 1996; 2000).

Así, han emergido numerosos estudios e investigaciones (Anderson, 2002; Abd El Khalick, 2004) que remarcan la necesidad de abandonar modelos tradicionales en pro de prácticas basadas en la investigación o la indagación científica, y a su vez, muchos docentes y maestros en formación han tratado de implementar esta metodología en su aula. Prueba de ello lo constituye este trabajo.

I. 2. Finalidad y estructura del trabajo

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene por objeto estudiar la enseñanza de las ciencias naturales en la Educación Primaria a través de la metodología de indagación para poder determinar la viabilidad, ventajas e inconvenientes de su puesta en práctica así como recoger los beneficios que esta pueda reportar. En particular, la meta es establecer un modelo de Unidad Didáctica indagatoria que pueda ser vinculada al libro de aula para que el contenido de “Las máquinas simples” pueda ser impartido y aprehendido sin necesidad de optar por un método tradicional que usa fundamentalmente los libros didácticos y que concibe al profesor como protagonista. El fruto de esta investigación se presenta en este TFG en tres principales partes cuyos contenidos atienden a la siguiente organización:

- En el primer apartado, *Marco teórico*, se cubren los aspectos vinculados a la indagación a fin de que el lector entienda su concepto y el estado de la cuestión. Además, es en este mismo apartado donde se recoge a modo de pinceladas las principales líneas del currículo de ciencias según la LOE¹.
- A continuación, en un segundo apartado titulado *Marco Empírico* se describe de forma detallada las nociones propias de la indagación realizada: objetivos e hipótesis, el muestreo y los instrumentos utilizados. Posteriormente, se encuentran los resultados obtenidos y su

¹ Esta investigación se ha desarrollado en el marco legislativo de la LOE y no de la LOMCE.

análisis e interpretación.

- Finalmente, el apartado *Conclusiones y futuras líneas de investigación* reúne los datos más significativos de este trabajo y además, se esbozan propuestas para futuras investigaciones y trabajos a realizar.

II. Marco teórico

*Los que nos deberían enseñar...
están demasiado ocupados aprendiendo más.*
Jean-Paul Sartre

II. 1. Estado de la cuestión

Resulta no poco complicado determinar con exactitud la primera aparición de la indagación como metodología de enseñanza de las ciencias. Sin embargo, la intención por involucrar al alumnado en procesos y actividades de indagación se remonta a John Dewey, defensor de las experiencias prácticas como pilar fundamental de la adquisición de nuevos conocimientos que generan la resolución de problemas reales a través de la discusión y la argumentación de posturas entre iguales (Dewey, 1910, 1938). Posteriormente, el diálogo sobre la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje, en particular de Jean Piaget, Lev Vygotsky y David Ausubel, esbozaron con más claridad una postura en relación al aprendizaje en general que se opone a las perspectivas defensoras de la acumulación de información.

A partir de las obras de los autores anteriormente mencionados, nació la corriente filosófica y psicológica conocida como constructivismo (Cakir, 2008), y con ello multitud de materiales e instrumentos didácticos que han tenido un gran impacto en la pedagogía de las ciencias; una de sus principales características era la de motivar e involucrar al alumnado en actividades experimentales y prácticas sobre conceptos científicos². Desde estos momentos iniciales de la indagación científica aplicada a la educación han sido numerosos los autores e instituciones que han mostrado interés al respecto, postulándose en contra de la enseñanza de la ciencia por instrucción directa³.

Así, emergieron numerosas interpretaciones del concepto de indagación que

² Su denominación original, *Hands-on materials and activities*, hace referencia a materiales que requieren de manipulación y experimentación.

Schwab (1960) catalogó en dos tipos: una estable, en la que se genera nuevo conocimiento, y una emergente cuyo rasgo característico es la invención de nuevas estructuras conceptuales o la creación de modelos que ayuden al desarrollo de la ciencia. Además, describió un proceso llamado “indagación dentro de la indagación”⁴ en el que se animaba a los docentes a hacer uso de los laboratorios de ciencia como apoyo para el aprendizaje de conceptos. El resultado de ello, sumado a las investigaciones y publicaciones en didácticas de las ciencias experimentales, tuvo un gran impacto en la realidad educativa: se reforzó la lectura de informes y libros de investigación por parte de estudiantes, y el debate y la discusión de problemas reales empezó a utilizarse como técnica de aprendizaje para la interpretación de datos (Barrow, 2006).

En 1964, Novak define la indagación como “una serie de comportamientos involucrados en los seres humanos para encontrar explicaciones razonables”. Rutherford (1964) añade que la indagación puede ser considerada como tal solo cuando “el contenido y los conceptos son comprendidos en el contexto en el que fueron descubiertos y que permiten futuras indagaciones.

Años más tarde, el National Research Council de los Estados Unidos defiende la indagación como principal estrategia para la enseñanza de la ciencia, concluyendo que:

“El aprendizaje de las ciencias es algo que los alumnos hacen, no algo que se les hace a ellos. La indagación es central para el aprendizaje de las ciencias. Al comprometerse en la indagación, los estudiantes describen objetos y fenómenos, elaboran preguntas, construyen explicaciones, prueban estas explicaciones contra lo que se sabe del conocimiento científico, y comunican sus ideas a otros. (...) desarrollan activamente su comprensión de la ciencia al combinar el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento”. (NRC, 1996:2)

3 Un claro ejemplo de ello lo conforman los siguientes trabajos basados en principios Dewenianos: Solomon, 1989; Tinker, 1991; Roup et al, 1992; Krajcik et al., 1994; Roth, 1995; Sunal et al., 2002.

4 La denominación original es *enquiry into enquiry*. Nótese que no se trata de un error, pues tradicionalmente se utilizaba *enquiry* o *inquiry* de forma indistinta, sin embargo, en la actualidad el diccionario Oxford de la lengua inglesa recomienda utilizar el verbo *inquire* para investigaciones formales ya que *enquire* tiene una connotación informal y se asemeja más al acto de consultar que el de indagar.

Asimismo, expande los horizontes del concepto de indagación al no hacer alusión únicamente a los estudiantes y al establecer los componentes comunes compartidos por los diferentes modelos y metodologías basadas en la indagación:

“(…) las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en las que ellos desarrollan conocimientos y comprensión de las ideas científicas”. (NRC, 1996:23)

Pese a la falta de consenso para definir la indagación, lo cierto es que de todas las perspectivas aquí analizadas, se deducen cuatro componentes que son comunes a todo proceso de indagación. Estos se presentan en la figura 2-1.

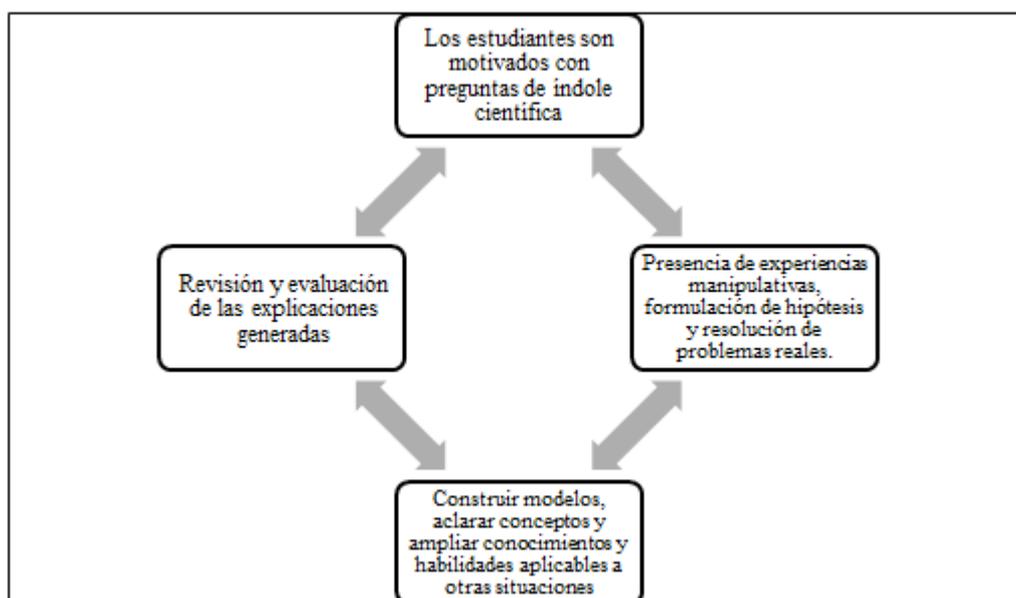


Figura 2-1. Componentes comunes a la indagación. A partir de NRC (2000:35)

Martin-Hansen (2002) defiende esta perspectiva y basándose en el libro *Inquiry and the National Science Education Standards* (NRC, 2000) establece un total de cuatros enfoques diferentes de indagación:

- *Indagación abierta*: enfoque paidocéntrico en el que el estudiante parte de una pregunta de investigación que ha de contestar a través del diseño

y puesta en práctica de una investigación, el planteamiento de hipótesis y la comunicación de resultados.

- *Indagación guiada*: el estudiante trata de dar respuesta a una pregunta de investigación previamente asignada, recibiendo ayuda por parte de profesor en forma de preguntas guiadas.
- *Indagación acoplada*: combina partes de la indagación abierta y la guiada.
- *Indagación estructurada*: Todo el proceso es dirigido por el profesor con el objetivo de que los alumnos lleguen a unas conclusiones específicas. Hansen apunta que a menos que los estudiantes tengan libertad para expresar sus ideas y debatir los resultados o las decisiones a tomar, este enfoque no se debería considerar como una indagación.

Por su parte, Bybee (2004) recoge las habilidades requeridas para llevar a cabo una indagación en el aula, y Samia Khan (2007) articula las actividades básicas a toda indagación.

Capacidades inherentes a la indagación	Actividades propias de la indagación
Identificar problemas susceptibles de ser investigables.	Identificar y reunir información bibliográfica acerca de un problema real.
Diseñar y realizar una investigación, desarrollando descripciones, explicaciones y predicciones.	Definir el problema a resolver, y hacer predicciones y observaciones.
Usar de forma correcta las técnicas de recopilación, análisis e interpretación de datos.	Analizar y representar datos, trabajar con pruebas obtenidas, y generar relaciones entre variables.
Pensamiento crítico y racional para establecer relaciones entre los experimentos, los resultados y la explicación.	Evaluar la fidelidad de la información. Reflexionar sobre el trabajo realizado
Comunicar resultados y explicaciones obtenidas.	Compartir el conocimiento adquirido.

Tabla 2-1. Relación entre habilidades y capacidades requeridas en la indagación (Bybee, 2004) y las actividades básicas de la misma (Khan 2007). Elaboración propia

Con respecto a las actividades de la indagación, años antes, French y Russel (2002) otorgan protagonismo al alumnado para crear su propio aprendizaje a partir de procesos indagatorios, y consideran el papel activo del estudiante como rasgo característico de la reforma de la enseñanza de las ciencias,

indicando lo siguiente:

(...) la indagación pone más énfasis en el estudiante como científico. Coloca la responsabilidad en los estudiantes de plantear hipótesis, diseñar experimentos, hacer predicciones, escoger las variables independientes y dependientes, decidir cómo analizar los resultados, identificar las suposiciones subyacentes, y otras cuestiones. Se espera que los estudiantes comuniquen sus resultados y apoyen sus propias conclusiones. (...) en la indagación los conceptos que hay detrás de los experimentos se deducen durante el trabajo de laboratorios. (...) Los resultados que no apoyan las hipótesis (...) son una oportunidad para que ellos repiensen cualquier error conceptual que tengan. (French y Russel, 2002, pp 1036-7)

Un sexteto de ejemplos de investigaciones actuales y sus resultados sirven para concluir este apartado y para plasmar la relevancia del enfoque pedagógico por indagación en la renovación del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias:

- Bell et al. (2003): se ha estudiado los cambios en las concepciones de la naturaleza de las ciencias en alumnos de Secundaria tras la realización de una indagación de 8 semanas de duración. Los resultados demuestran que las concepciones de los alumnos no son coherentes con las teorías científicas y pese a haber adquirido conocimientos nuevos mediante la indagación, estos no han sido suficientes para que se produzca el cambio conceptual deseado.
- Lederman (2004): analiza y propone un enfoque con un menor número de temas globales para favorecer la comprensión de la ciencia y progresar hacia las metas de la reforma educativa científica.
- Garritz (2006): presenta las características de la naturaleza de la ciencia y propone como incorporar estos aspectos a los libros de texto de ciencias para ofrecer un enfoque basado en la indagación.
- Barrow (2006): describe la evolución que han experimentado las interpretaciones sobre la indagación en ciencias y sugiere propuestas metodológicas y formativas para llegar a un consenso sobre qué es la

indagación.

- Akerson y Hanuscin (2007): estudian la influencia de un programa de desarrollo profesional sobre la naturaleza de las ciencias para maestros de Educación Primaria. Los resultados muestran una mejora en las concepciones de los docentes así como en su pedagogía.
- Crawford (2007): tras examinar los conocimientos y las prácticas de maestros en formación sobre la ciencia, la autora concluye que los factores críticos que influyen en las intenciones de estos para enseñar ciencia a través de la indagación son el conjunto de creencias personales sobre la naturaleza de la ciencia y las concepciones sobre las estrategias de enseñanza tradicionales.

II. 2. Indagación y currículo de ciencias en España

Como indica Anderson (2002), desde finales del siglo XX en Estado Unidos la indagación es símil de buenas prácticas educativas en el aula de ciencia. Ahora bien, el término indagación *-inquiry* en su denominación original- es muy utilizado en países de habla inglesa y pioneros en la materia que nos ocupa como EEUU, Australia o Reino Unido, y además, su uso varía en función del enfoque y autor que se haya manifestado al respecto⁵; no así en España.

En nuestro país, los máximos exponentes de la indagación son Daniel Gil Pérez y Pedro Cañal que defienden el *modelo de enseñanza y aprendizaje como investigación*, que por otra parte denominan investigación dirigida Gil (1993) e investigación escolar Cañal (2005, 2006, 2007). Ambos autores coinciden en la necesidad de otorgar libertad al alumnado para construir conocimientos e investigaciones sobre problemas de carácter abierto cuyos resultados sean reforzados por los profesores; los alumnos se han de enfrentar

⁵ Algunos autores asocian indagación con un papel activo por parte del estudiante y con actividades *hands-on*. Otros, como Abd El Khalick (2004) sostiene que la indagación puede ser un medio (ayudar en la comprensión de conceptos científicos) o un fin (el estudiante adquiere nociones sobre la naturaleza de las ciencias y su epistemología).

a situaciones por las que atraviesan los científicos para así familiarizarse con los métodos inherentes a la ciencia.

Más concretamente, Gil (1993) resalta el fracaso del aprendizaje por descubrimiento como un modelo que desatiende los contenidos y que insiste en la autonomía del alumnado, y propone una enseñanza de las ciencias en donde los alumnos reconstruyen los conocimientos ya establecidos por los científicos más notables. He aquí el por qué de la denominación de investigación dirigida, pues los conocimientos organizados por los alumnos, parciales y limitados, son cotejados y reforzados por el profesor y por los intercambios entre los grupos de trabajo, todo ello a la luz de los resultados obtenidos los científicos predecesores. En otras palabras, Gil propone la figura del investigador novel que crea su propia ciencia a partir de situaciones problemáticas reales y abiertas, trabajo e interacción científica en equipos, y el apoyo del experto en materia -el profesor- como portavoz de lo aceptado lenta y arduamente por la comunidad científica.

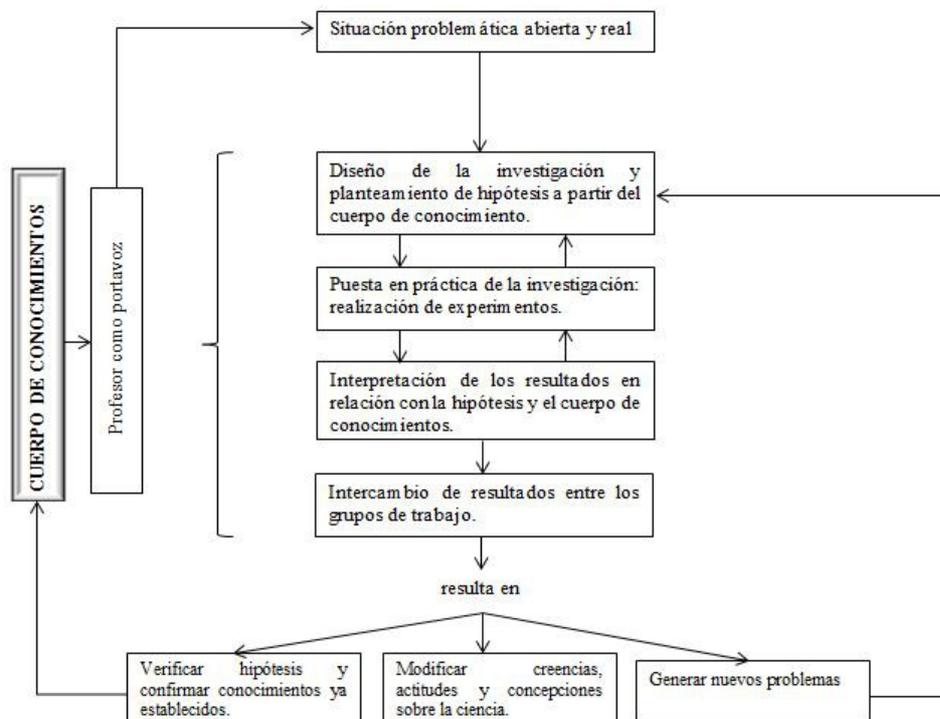


Gráfico 2-1. Representación de un proceso de investigación dirigida. A partir de Gil (1993)

Por otro lado, Pedro Cañal elabora un modelo de enseñanza de las ciencias basado en la capacidad y el interés por el descubrimiento innato al hombre:

(...) los procesos indagadores están presentes en todas las personas a lo largo de toda su vida y constituyen un rasgo biológico de gran importancia adaptativa en nuestra especie. La curiosidad, la capacidad de detectar problemas, la tendencia a explorarlos mediante planes de actuación (...) nuestra capacidad y predisposición para el aprendizaje, todo ello nos configura primordialmente como grandes exploradores. (Cañal, 2007, pp. 10).

En cuanto a la definición de investigación escolar, apunta:

La investigación escolar es una estrategia de enseñanza en la que, partiendo de la tendencia y capacidad investigadora innata de todos los niños y niñas, el docente orienta la dinámica del aula hacia la exploración y reflexión conjunta en torno a las preguntas que los escolares se plantean (...) diseñando entre todos planes de actuación que puedan proporcionar los datos necesarios para la construcción colaborativa de soluciones (...) satisfaciendo el deseo de saber de los escolares y, al mismo tiempo, se avance en el logro de los objetivos curriculares. (Cañal, 2007, pp. 11)

Cañal interpreta la indagación como un modelo de enseñanza y aprendizaje aplicable no solo a la ciencia. La suya, es una visión enfocada al sistema educativo en general, haciendo especial hincapié en las exigencias y particularidades de la escuela como un sistema complejo en el que intervienen numerosos factores que determinan las necesidades que el acto educativo ha de considerar. En el gráfico 2-2 se recoge los principios básicos de la investigación escolar formulada por Cañal.

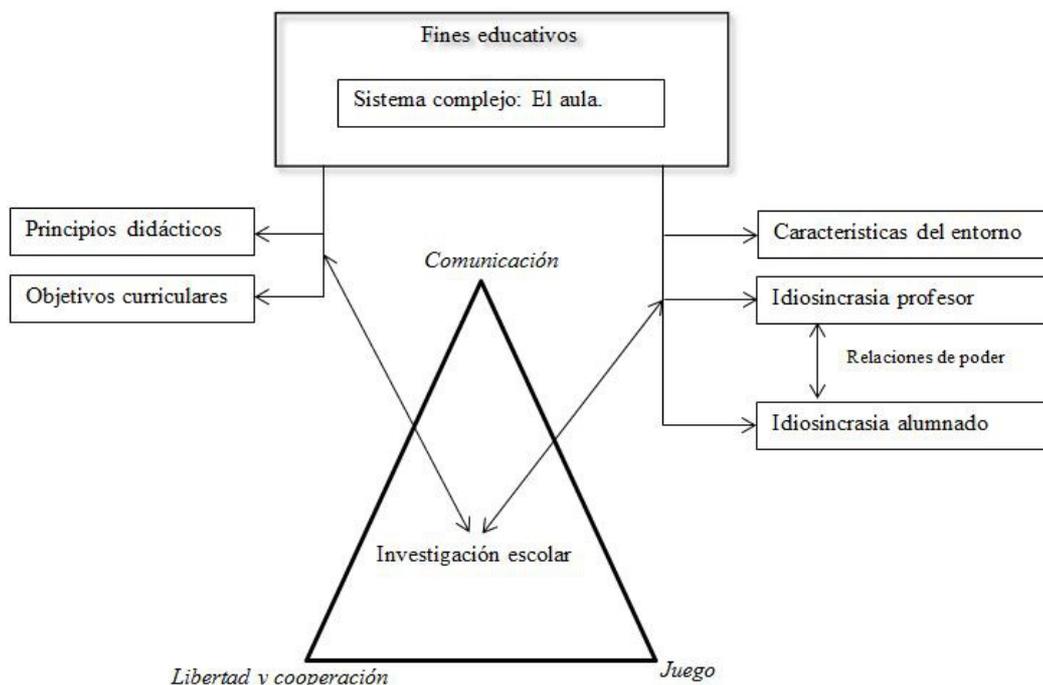


Gráfico 2-2. Principios y factores que determinan la investigación escolar.
A partir de Cañal (2006)

En relación al currículum de ciencias en la Educación Primaria, consideramos suficiente presentar el siguiente cuadro comparativo entre los objetivos recogidos en la LOE para la enseñanza del Conocimiento del medio natural, social y cultural, y las capacidades que se pretende conseguir mediante la realización de una indagación, ya desglosadas en el apartado anterior. En la Tabla 2-2, se observa una fuerte relación similitud entre lo establecido por la Ley Educativa LOE y las capacidades y habilidades propias de la indagación, tanto, que no sería nada arriesgado considerar el octavo objetivo de la LOE como una clara definición de un proceso de indagación escolar.

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

Capacidades inherentes a la indagación	Objetivos recogidos en la LOE
Identificar problemas susceptibles de ser investigables.	1. Identificar los principales elementos del entorno natural, social y cultural, analizando (...)
Diseñar y realizar una investigación, desarrollando descripciones, explicaciones y predicciones.	8. Identificar, plantearse y resolver interrogantes y problemas relacionados con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. 9. Planificar y realizar proyectos (...) con una finalidad previamente establecida.
Usar de forma correcta las técnicas de recopilación, análisis e interpretación de datos.	7. Interpretar, expresar y representar hechos, conceptos y procesos (...) mediante gráficos y otros.
Pensamiento crítico y racional para establecer relaciones entre los experimentos, los resultados y la explicación.	5. Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana (...)
Comunicar resultados y explicaciones obtenidas.	3. Participar en actividades de grupo adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario (...)

Tabla 2-2. Similitudes entre las capacidades inherentes a la indagación y los objetivos LOE para la enseñanza de las ciencias. Elaboración propia.

Como podemos observar, existe una ausencia de unificación de paradigmas en la investigación aplicada a las clases de ciencias. En nuestra opinión, la disparidad de modelos no supone descrédito o problema para el tema de estudio; se ha observado que las alternativas al modelo tradicional guardan en común que el aprendizaje de ciencias y sobre ciencias es un proceso largo y complejo en el que la experimentación y la interpretación e intercambio de resultados da lugar a la construcción de teorías y modelos, postura semejante a la de Pujol (2003). Los nuevos modelos de enseñanza de la ciencia, con los cimientos basados en las perspectivas constructivistas del aprendizaje, pretenden facilitar al educando la construcción de su propio aprendizaje a partir de la interacción con los objetos de medio ambiente que le estimulan, despierta su curiosidad, y fomenta el desarrollo de pensamientos de orden superior y la resolución de problemas. Se trata de una necesidad cuyas demandas fueron plasmadas en la LOGSE (1990) mediante un currículo

abierto, flexible y que mediante los principios constructivistas (Bernard, 1994) pretendía asumir un rol más acorde a los cambios socioculturales de la época. Años más tarde, mediante la LOE (2006) se reforzaba esta postura a través de la concreción e incorporación de ocho competencias básicas para una formación integral de la persona, y actualmente, la LOMCE (2015) avanza en este sentido al incluir al menos una unidad en cada curso que versa sobre los procedimientos científicos.

III. Marco empírico

*Habremos de ser lo que hagamos
con aquello que hicieron de nosotros.*

Jean-Paul Sartre

III. 1. Metodología

El desarrollo de este trabajo se ha orientado atendiendo al paradigma de investigación-acción (Lewin, 1973), según el cual el autor de la misma asume el doble rol de profesor/investigador, convirtiéndose en agente creador de prácticas que están orientadas hacia el cambio y la mejora educativa a través de su transformación mediante metodologías innovadoras. En sintonía con el paradigma, esta investigación ha estado apoyada por un investigador externo cuyas aportaciones han complementando la estructuración, recogida y análisis de los datos obtenidos.

A pesar que la investigación-acción se encuadra dentro de una perspectiva netamente cualitativa, hemos rechazado las posiciones epistemológicas extremas que implican emplear un único método para de este modo evitar en lo posible las limitaciones que ello supone. Así, en consonancia con la propuesta de Bericat (1998), hemos adoptado un planteamiento intermediario que permita el uso de un enfoque cuali-cuanti. De esta forma se pretende obtener una visión holística que otorgue igual importancia a ambas metodologías y que integre el planteamiento científico con las técnicas cualitativas que permiten el análisis de la temática objeto de estudio.

III. 1. 1. Objetivos

Teniendo en cuenta la discusión teórica y a para dar respuesta a la finalidad de esta investigación se han formulado los siguientes objetivos, catalogados en generales y específicos:

- **Objetivo general**

Analizar los efectos y la viabilidad de la indagación escolar en ciencias a partir de la implementación de un proyecto de indagación en el 4º curso de Educación Primaria.

- **Objetivos específicos**

1. Elaborar una Unidad Didáctica sobre las máquinas simples basada en el modelo de indagación, viable a la hora de implementar en el marco educativo actual y que concilie prácticas innovadoras con el libro de texto.
2. Confeccionar y aplicar un test con anterioridad y posterioridad a la indagación para determinar en qué medida se ha producido el cambio conceptual en el alumnado.
3. Diagnosticar la influencia de una indagación en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia.
4. Señalar las consideraciones de las tutoras de aula sobre la ciencia y su aprendizaje en general, y la metodología por indagación en particular.

III. 1. 2. Población

Se ha conformado una muestra atendiendo a las siguientes condiciones: cuatro grupos de alumnado que cursan el 4º curso de Educación Primaria, dos de ellos participantes en una indagación, residentes en la ciudad de Burgos. Un total de 96 alumnos conforman la muestra no probabilística por cuotas objeto de estudio. En el gráfico 3-1 se muestra la distribución de estos en función de su participación o no en una indagación.



Gráfico 3-1. Proporción de sujetos que conforman la muestra

III. 1. 3. Instrumentos y recursos didácticos

La elección de instrumentos mantiene relación con los objetivos específicos que se pretenden lograr en esta investigación. Así, se han utilizado instrumentos de índole cualitativa -cuaderno de campo y entrevista- y cuantitativa -test de cambio conceptual, escala de actitudes hacia la ciencia, y encuesta de opinión sobre la asignatura de Conocimiento del Medio-. Un modelo de los instrumentos antedichos se puede encontrar en los apéndices.

III. 1. 3. 1. La unidad didáctica

Previo a la elaboración de la unidad didáctica que se presenta (ver apéndice VI. 2.1. *Unidad didáctica*), se realizó un estudio en el que se identifican las dificultades de los estudiantes del Grado en Maestro de Educación Primaria para elaborar programaciones didácticas de ciencias utilizando una metodología de indagación (Toma y Greca, 2015). A partir de los resultados que mostramos en ese estudio, se ha confeccionado una programación por indagación acoplada (Martin-Hansen, 2002), que pretende permitir al alumnado alcanzar las metas establecidas (1^{er} objetivo específico)⁶.

La unidad, centrada en las máquinas simples y pensada para ser desarrollada en un total de nueve sesiones, forma parte del curriculum de ciencias

⁶ En apartados posteriores se desarrollan las razones de esta elección.

perteneciente a la Educación Primaria⁷ y está constituida por tres etapas:

- Invitación a la indagación: introducción del método científico y presentación de la situación problemática a través de una carta convencional que reciben los alumnos de clase (en el apéndice anteriormente citado se completa esta información).
- Indagación guiada: realización por parte de los estudiantes de experimentos guiados y pautados por el profesor-investigador sobre el concepto de fuerza y las tres máquinas simples que se van a estudiar, la palanca -de primer, segundo y tercer género-, el plano inclinado, y la polea -fija y móvil-. Para ello, los participantes seguirán los pasos del método científico: observación de la realidad, planteamiento de preguntas, elaboración de hipótesis, realización del experimento y análisis de resultados, y comprobación de las hipótesis planteadas.
- Indagación abierta: resolución de la situación problemática inicial a partir de los resultados obtenidos y mediante el diseño y la construcción de una maqueta LEGOTM que represente la ruta por la que los obreros egipcios arrastraban los bloques de piedras hasta las pirámides y la forma en la que superaban los obstáculos del entorno -colinas, zonas de desnivel, etc.-.
- Evaluación: confección y defensa oral por grupos de trabajo -máximo cuatro personas- de un mural que recoge la información más relevante sobre los conceptos estudiados.

Los materiales vehículos de la unidad didáctica han sido el cuaderno de campo, cuaderno con actividades de aplicación de los conceptos, y piezas LEGOTM.

⁷ Bloque 7: Objetos, máquinas y tecnologías, de la asignatura Conocimiento del Medio, LOE.

III. 1. 3. 2. Escala de actitudes TOSRA

Para diagnosticar la influencia de una indagación en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia (2º objetivo específico) se ha utilizado la escala de actitudes TOSRA⁸, que es una adecuación del “Test sobre actitudes relacionadas/hacia la ciencia” desarrollado por Barry J. Fraser (1981). Este instrumento (ver apéndice VI. 1.1. *Adaptación del test TOSRA sobre actitudes hacia la ciencia*), compuesto por 70 ítems en su versión original, fue desarrollado para medir siete aspectos diferentes relacionados con las actitudes que muestran los alumnos de secundaria hacia la ciencia. Nuestra adaptación del TOSRA se compone de 14 ítems enunciados de forma afirmativa; la respuesta se marca en una escala Likert de 5 puntos, siendo 1 “Totalmente de acuerdo” y 5 “Totalmente en desacuerdo”.

En la tabla 3-1 se muestra las categorías en que se dividen los aspectos actitudinales a evaluar, y su relación con las clasificaciones facilitadas por Klopfer (1971) que definen lo que se entiende por actitudes hacia la ciencia. Una tercera columna muestra los ítems que las componen.

Aspectos relacionados con las actitudes hacia la ciencia	Clasificación de Klopfer (1971)	Ítems
Implicación social	Manifestaciones favorables sobre la ciencia y sus aportaciones a la sociedad a la sociedad.	1; 8
Percepción de la ciencia	Aceptación de la ciencia y la indagación como un modelo de aprendizaje.	2; 9
Adopción de actitudes científicas	Adopción de actitudes propias de la ciencia y los científicos.	3; 10
Interés por la indagación		4; 11
Disfrute con las clases de ciencias	Manifestaciones positivas sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de ciencias.	5; 12
La ciencia como ocio	Desarrollo del interés por la ciencia y por actividades científicas.	6; 13
Interés en la formación científica	Intención de estudiar y formarse en ciencias.	7; 14

Tabla 3-1. Categorización de las actitudes hacia la ciencia

Antes de la aplicación definitiva de la escala se ha realizado una prueba piloto con 4 estudiantes que ha servido para amoldar el lenguaje a las capacidades de los alumnos y evitar problemas de comprensión por el lenguaje.

8 Las siglas provienen del nombre original en inglés: *Test of science-related attitudes*.

Se han efectuado dos estadísticas de fiabilidad cuyos resultados se consideran buenos si atendemos a las recomendaciones de George y Mallery (2003).

Estadísticas de fiabilidad		Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos	Coficiente de Spearman-Brown	Longitud igual
,807	15		,870
			Longitud desigual
		Coficiente de dos mitades de Guttman	,869

Tabla 3-2. Estadísticos de fiabilidad de la escala TOSRA

III. 1. 3. 3. Test cambio conceptual

A fin de determinar en qué medida se ha producido el cambio conceptual en el alumnado se ha confeccionado un test -disponible en apéndice VI. 1.2 Test cambio conceptual- que ha sido aplicado en los días previos al inicio de la indagación y tras su finalización. Está compuesto por un total de 25 preguntas o problemas, de las cuales solo dos son teóricas y las restantes se resuelven a partir de la aplicación del conocimiento que se posee seleccionado la opción correcta o marcando como verdadero o falso diferentes afirmaciones. Se han establecido tres categorías en función del concepto sobre el que versa la pregunta/problema: concepto de fuerza, concepto de máquina simple y compuesta, e identificación y aplicación de las máquinas simples en la vida cotidiana.

III. 1. 3. 4. Entrevista a tutoras de aula

La realización de una entrevista a las tutoras está destinada a conseguir información amplia y válida sobre las concepciones de estas en cuanto a la ciencia se refiere, y más concretamente acerca de la asignatura de Conocimiento del Medio y la metodología de indagación.

La entrevista utilizada fue semi-estructurada. A continuación se muestran las principales preguntas planteadas y la temática sobre la que versa cada una.

Categoría	Preguntas
Acerca de la ciencia en el currículum escolar	<i>Con la LOMCE, se divide la asignatura de Conocimiento del Medio en dos áreas diferentes. ¿A qué cree que se debe este cambio y cuál es su valoración de esta medida educativa?</i>
Concepciones sobre su práctica como docente	<i>¿Cuáles cree que son los factores más importantes para el éxito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Primaria?</i>
	<i>¿Qué asignaturas considera como las más importantes en la etapa E.P.O?</i>
	<i>¿Cuál es la asignatura que más prefiere impartir y por qué?</i>
	<i>¿Qué tipo de materiales y actividades utiliza en la asignatura Conocimiento del Medio y cuál es el motivo de su elección?</i>
Acerca de la indagación en ciencias	<i>¿Qué estrategias de evaluación utiliza para Conocimiento del Medio y por qué?</i>
	<i>¿Qué conocimientos poseía sobre la indagación?</i>
	<i>De acuerdo a lo aplicado en clase, ¿qué opinión le merece la indagación como metodología para la enseñanza de las ciencias naturales?</i>

Tabla 3-3. Principales preguntas de la entrevista a las tutoras

III. 1. 4. Procedimiento

Se aplicó el test de cambio conceptual a la muestra participante en el proyecto de indagación (N = 55). Posteriormente, se implementó la Unidad Didáctica por indagación durante doce sesiones, tres por semana; el promedio de duración cada sesión fue de 60 minutos. Una vez finalizada la indagación, se volvió a realizar el test de cambio conceptual.

La adaptación de escala de actitudes TOSRA se administró en la semana posterior a la realización de la indagación. El intervalo de tiempo entre la aplicación del instrumento entre ambas muestras -metodología por indagación y metodología tradicional- no fue superior a las dos semanas. En cualquier caso, todos los participantes (N=96) completaron el test una vez estudiado el tema de las máquinas simples.

Las entrevistas se realizaron con las tutoras que han presenciado el desarrollo de la indagación y se ha administrado en el entorno escolar de forma individual, con una duración de aproximadamente 20 minutos cada una.

Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos, haciendo uso del programa IBM SPSS Statistics 22 para aquellos provenientes de la escala TOSRA y el test de cambio conceptual.

II. 2. Resultados y discusión

Con el fin de facilitar la exposición y discusión de los resultados obtenidos, estos son analizados a través de los objetivos específicos planteados en este trabajo. Así, en relación con el primero, acudimos a la siguiente aportación para introducir los resultados obtenidos:

Uno de los pilares básicos sobre los que se sustenta la acción docente en cualquier nivel educativo es el libro de texto. Resulta hoy por hoy incuestionable su poderosa influencia en el trabajo en el aula, tanto para los profesores como para los alumnos, constituyéndose en bastantes ocasiones como el referente exclusivo del saber científico. (Perales y Jiménez, 2002)

Por ello, se ha elaborado una Unidad Didáctica de naturaleza indagatoria que tuerca entre las metodologías más innovadoras que tienden a rehuir de materiales didácticos tan anacrónicos como se puede considerar, a priori, el libro de texto. De esta manera, hemos conseguido que su implementación en el aula sea satisfactoria tanto desde una perspectiva didáctica y pedagógica como a nivel de motivación e interés del alumnado, y asimismo, se ha dado respuesta a las principales reticencias entre el profesorado para hacer indagaciones en el aula de Primaria. A este respecto, Cañal (2007) recoge:

- *La investigación escolar es un método muy lento. No es viable desarrollar los extensos programas actuales con esa opción.* (Cañal, 2007, p. 10)

En alusión a esta afirmación, destacamos que la U.D por indagación se ha impartido en un número de sesiones parecido al que se dedica mediante la metodología tradicional basada en el libro de texto, necesitando solamente dos sesiones más de las habituales y debiéndose esto al proceso de familiarización del alumnado con un método completamente innovador para ellos, siendo esta una circunstancia que consideramos se resolvería a medida que los estudiantes adquieran mayor experiencias en la indagación.

- *Si se trabaja atendiendo a los intereses de los alumnos (...) será*

imposible desarrollar los objetivos y contenidos curriculares previstos y exigidos para cada curso. (Cañal, 2007, p 11)

Durante el desarrollo de la indagación, hemos constatado que no solo se han cumplido los objetivos y contenidos curriculares previstos, sino que la indagación siembra en el estudiante el interés por el propio aprendizaje⁹.

El análisis comparativo entre la aplicación del test de cambio conceptual antes y después de la indagación (relacionado con el segundo objetivo del trabajo), refuerza estos resultados, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

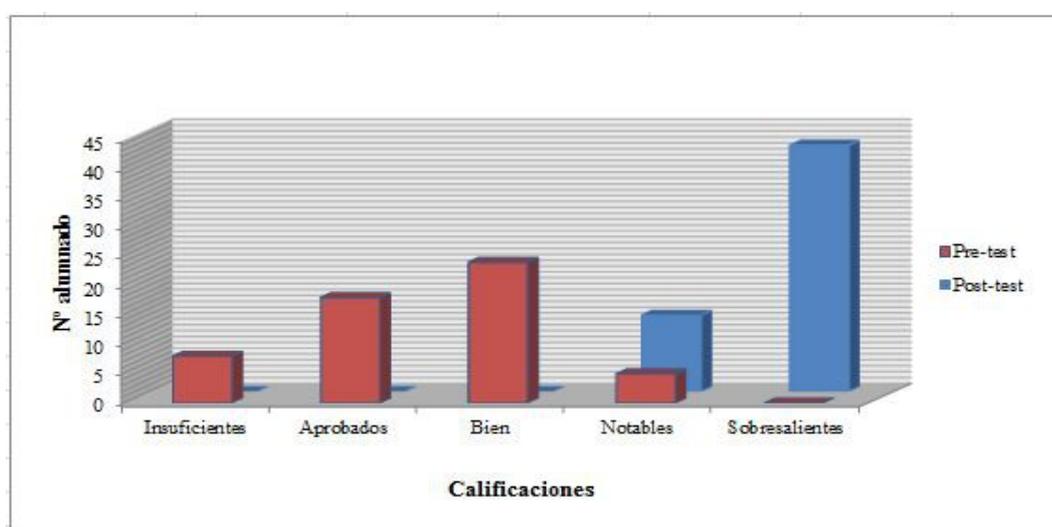


Gráfico 3-2. Calificaciones generales obtenidas en el test de cambio conceptual

Para establecer las calificaciones, se han realizado tres puntos de cortes atendiendo al número de aciertos: de 0-12 aciertos insuficiente, 13-15 aprobado, 16-18 bien, 19-21 notable, y por último, de 22 a 25 aciertos se obtiene sobresaliente. Se observa una mejora en las calificaciones globales y también en las individuales (ver gráfico 3-3). Todos los participantes han mejorado su puntuación previa a la indagación, siendo significativa en los casos 12, 15, 38 y 43, y muy significativa en los alumnos 8, 11 y 23. Estos

9 Ante la numerosa cantidad de materiales -fotografías, artículos de revistas, etc.- relacionados con las máquinas simples que los estudiantes constantemente traían a clase para compartirlas con sus compañeros, se ha ofrecido la posibilidad de grabar un vídeo en casa de forma voluntaria e individual, repitiendo alguna experiencia de las clases o aplicando los conocimientos adquiridos a otras situaciones reales. Tan solo seis de los 55 participantes en la indagación, decidieron no hacerlo.

resultados contradicen las afirmaciones de los docentes según las cuales la calidad de los conocimientos que logran los alumnos mediante la indagación es bajo o muy bajo (Cañal, 2007, p. 11).

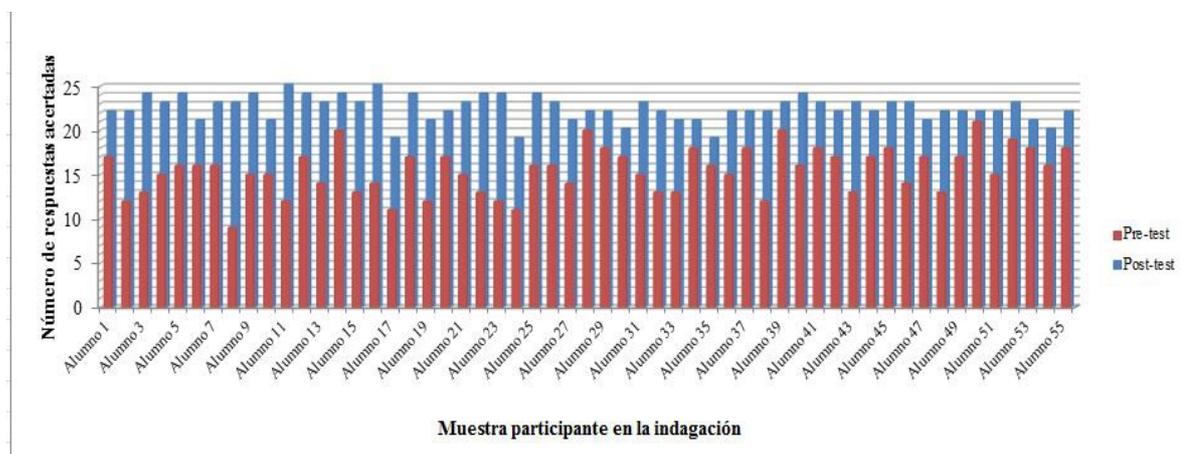


Gráfico 3-3. Calificaciones individuales obtenidas en el test de cambio conceptual

Profundizando en el análisis de las respuestas ofrecidas por los alumnos, a la hora de explicar qué son las máquinas simples, en el test previo a la indagación predominaban las respuestas que las definen como *una máquina fácil de hacer, o muy útil, y que se tarda poco en fabricar*. En el caso de las máquinas compuestas, los alumnos consideraban que *son máquinas que tienen varios funcionamientos y que es difícil de construir ya que tiene unos mecanismos muy difíciles*. Así mismo, menos de la mitad de los alumnos han identificado de forma correcta el plano inclinado, la polea y la palanca.

Tras la indagación, todos los alumnos supieron definir correctamente las máquinas simples y compuestas, sin embargo, el 96,3% ha identificado de forma errónea la carretilla como una máquina simple, debiéndose probablemente al hecho de haber empleado este objeto en las clases para explicar la diferencia entre las palancas de primer, segundo y tercer género.

Asimismo, previo a la indagación, un 90,9% de los alumnos no supieron acertar o argumentar de forma correcta a la pregunta “Indica si la siguiente frase es verdadera o falsa y explica tu respuesta: Solo los seres vivos tienen fuerza”. Los alumnos, en su mayoría, afirman que la frase es verdadera,

siendo predominante la respuesta *porque lo que no se mueve no tiene fuerza* o los argumentos con ejemplos causa-efecto: *es verdadero porque una planta no puede aguantar nada* (aquí se demuestra además una errónea concepción sobre el concepto ser vivo); *solo lo que tiene vida y es rápido tiene fuerza*. Cabe destacar que el 38,6 de este porcentaje había marcado la respuesta de forma correcta, sin embargo, los argumentos para defender su postura eran erróneos: *es falsa porque un tractor tiene energía y se mueve; no es verdad porque los objetos como un balón son fuertes y es un objeto; si los objetos no tenían fuerza no costaría romperles*. En el test posterior a la indagación, el porcentaje de aciertos había aumentado significativamente pues solo un alumno contestó de forma equivocada. Pese a ello, las explicaciones de las respuestas han sido incompletas y se ha observado una tendencia a relacionar el concepto de fuerza con el movimiento: *una pelota, cuando se mueve, tiene fuerza; (...) los objetos tienen fuerza porque el dinamómetro mide la fuerza de los objetos*.

En lo referente al tercer objetivo “Diagnosticar la influencia de una indagación en las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia”, se ha administrado la escala de actitudes TOSRA obteniéndose las siguientes puntuaciones:

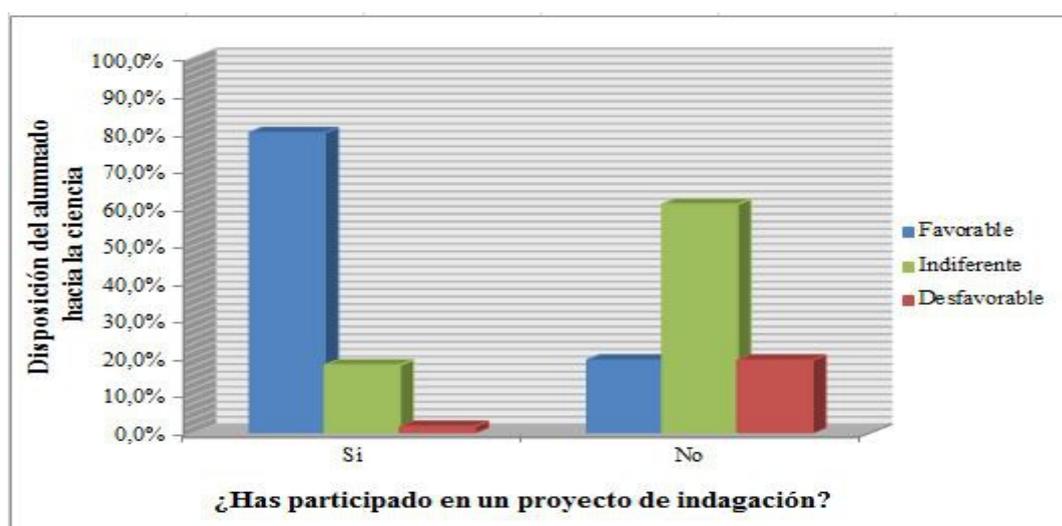


Gráfico 3-4. Relación existente entre la metodología utilizada y la disposición del alumnado hacia la ciencia.

En el gráfico 3-4 se plasman los resultados obtenidos por la muestra (N = 96) que permitieron clasificar en tres categorías diferentes las actitudes hacia la ciencia en función del grado de aceptación y valoraciones positivas hacia la misma. Los alumnos que han estudiado las máquinas simples mediante la metodología de indagación han obtenido resultados proclives a aceptar y adoptar actitudes científicas, mientras que 33 (80,5%) de los 41 alumnos pertenecientes a la metodología tradicional, se muestran indiferentes o rechazan la ciencia. La prueba T muestra una diferencia muy significativa (sig. 0,000) entre los resultados obtenidos según la metodología utilizada:

Prueba de muestras independientes										
		de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Disposición del alumnado hacia la ciencia. Resultado final	Se asumen varianzas iguales	,259	,612	-7,021	94	,000	-,782	,111	-1,003	-,561
	No se asumen varianzas iguales			-6,707	69,637	,000	-,782	,117	-1,014	-,549

Tabla 3-4. Prueba T para muestras independientes.

Del mismo modo se ha efectuado la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, obteniéndose que con un error del 0.00 (0%) las actitudes hacia la ciencia son más positivas (valor de U calculado = 1837) entre la muestra que ha participado en una indagación en comparación con la que no.

En la encuesta de opinión, en relación a la pregunta “Puntúa la asignatura de Conocimiento del Medio” se han obtenido los siguientes resultados que muestran igualmente diferencias significativas (sig 0,000) al compararlos en función de la metodología utilizada.

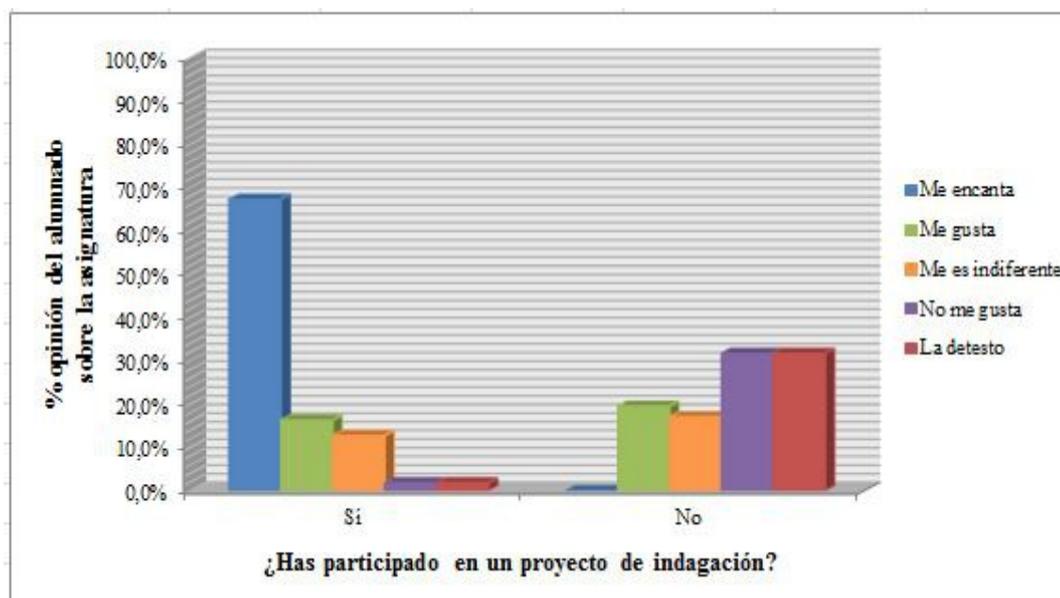


Gráfico 3-5. Valoraciones del alumnado sobre la asignatura Conocimiento del Medio

Las valoraciones de un 80,5 % de la muestra perteneciente a la metodología tradicional son negativas, de los cuales un 31,7% afirman detestar la asignatura o ser la menos preferida del curriculum. Por el contrario, los sujetos que han llevado a cabo una indagación consideran la asignatura “muy interesante” y “divertida”, recibiendo una votación positiva por parte del 83,7% de los participantes.

También destaca que el 100% de la muestra de la indagación (N = 55) ha contestado “Sí” a las preguntas “¿Te ha gustado la forma de estudiar las máquinas simples?; Utilizando experimentos, ¿has aprendido mejor las cosas que hemos trabajado? ¿Te ha interesado más la ciencia trabajando de esta forma?”. Asimismo, a las preguntas de la encuesta de opinión “¿Qué es lo que más te gusta de las clases de Conocimiento del Medio?” y “¿Qué es lo que menos te gusta de las clases de Conocimiento del Medio?”, la mayoría de los alumnos de la muestra de la indagación ha resaltado los experimentos como la actividad favorita (92,7%) y todos han acusado la falta de material como la principal desventaja de la indagación¹⁰. En el caso de los alumnos

¹⁰ A este respecto, cabe mencionar que para la presente investigación hemos contado con escaso material LEGO, por lo que los grupos de trabajo eran numerosos (6 personas) y por ello, la participación individual de cada uno fue menor de la deseada.

pertenecientes a la muestra de metodología tradicional, el 82,2% contestaron que no les gusta hacer resúmenes, y un 46,3 afirmaron que *no me gusta el profesor porque lo lee todo del libro*. En cuanto a los aspectos más valorados de Conocimiento del Medio las respuestas mayoritarias hacían referencia a los diferentes temas y cabe destacar que ningún alumno señaló un aspecto relacionado con la metodología o con alguna actividad en concreto.

La pregunta “Marca con una X las razones por las que te gusta una asignatura” ha mostrado una tendencia por parte de la muestra de la indagación de seleccionar la respuesta que valoran el aspecto pragmático de las ciencias, siendo “Utilizo en mi día a día lo que aprendo” elegida por un 60% de los alumnos y “Puedo utilizar mi imaginación” por el 76,36% de los participantes. El resultado más elegido por la muestra que no ha participado en la indagación fue “Me gusta el profesor/a”, sin embargo esta muestra poca coherencia con las demás respuestas ofrecidas.

Además, en la encuesta de opinión se les ha preguntado a los participantes por el deseo de realizar cuatro actividades propias de la ciencia:

- A la pregunta “¿Te gustaría realizar experimentos?”, un 90,7 % de la muestra total ha contestado “Sí”, resultado que se muestra en total oposición a las posturas de los docentes recogidas por Cañal (2007), según las cuales muchos alumnos rechazan la opción investigadora pues conlleva la realización de tareas poco habituales y de escaso dominio para los alumnos ¹¹.

¹¹ Cabe destacar que el 80,5% de los alumnos que no han participado en la indagación se muestran deseosos de realizar experimento a pesar de contar con un escaso o nulo conocimiento sobre este tipo de prácticas.

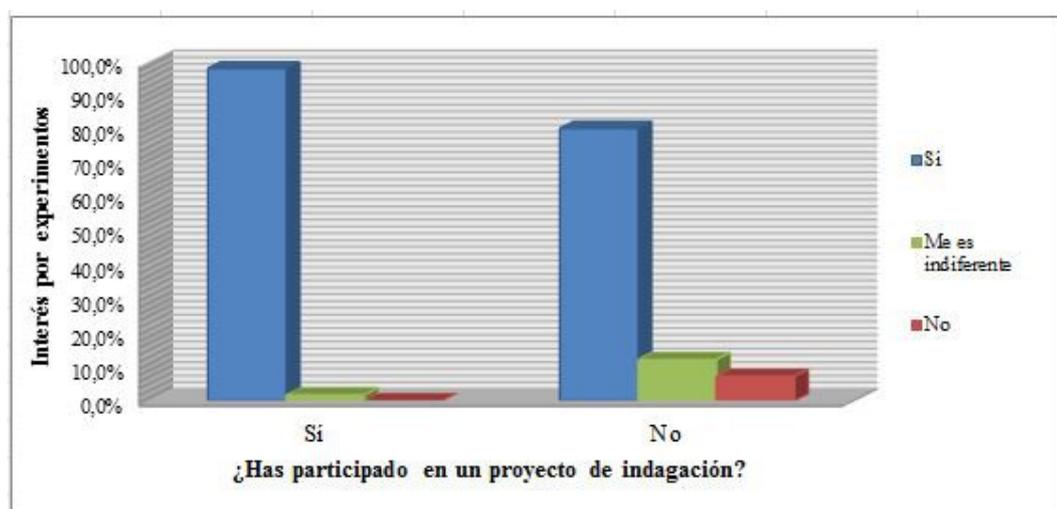


Gráfico 3-6. Interés del alumnado por la realización de experimentos en función de la metodología utilizada.

- En lo referente al uso del cuaderno de campo, un 54,5% de los alumnos que han realizado la indagación se muestran indiferentes al respecto, mientras que un 51,2% de la metodología tradicional la rechazan por completo, debiéndose en gran medida por falta de conocimientos al respecto¹².
- La pregunta “¿Te gustaría tener una evaluación diferente? Exposiciones orales, debates, etc.” tuvo una gran aceptación, principalmente entre la muestra de la indagación en la que un 87,3% afirmaron desear repetir estas actividades. Este porcentaje disminuye en el caso de los alumnos que siguen una metodología tradicional: un 36,6% adoptan la postura de la indiferencia y el 29,3% la rechazan.
- La última propuesta está relacionada con actividades de aplicación de conocimientos, como la elaboración de murales, construcción de maquetas, grabación de vídeos, etc. Los resultados obtenidos (gráfico 3-8) indican que un alto porcentaje de ambas muestras poseen un alto interés por la misma (94,5% en el caso de la metodología por indagación, y un 87,8% en la metodología tradicional), lo que evidencia

¹² Los participantes de la muestra tradicional mostraron constantes dudas sobre el cuaderno de campo al realizar la encuesta de opinión. Una vez explicada la definición, comentaron “vaya, ¿se trata de escribir no?” y otros añadieron “(...) si eso lo hacemos todos los días con los resúmenes”.

la demanda de los estudiantes de poseer un papel más activo en las clases de ciencias.

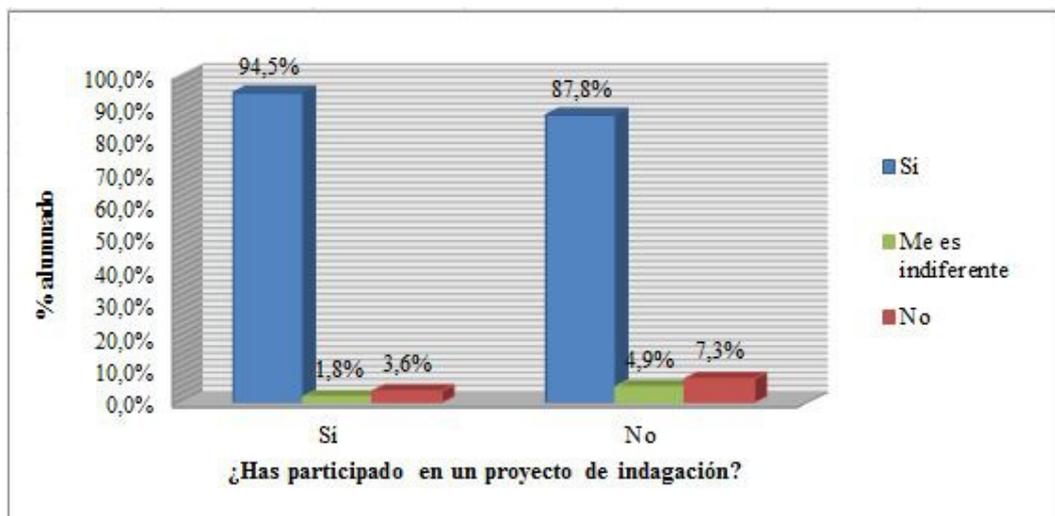


Gráfico 3-7. Interés del alumnado por actividades de aplicación del conocimiento en función de la metodología utilizada.

En vista de estos resultados que demuestran un gran interés del alumnado por la realización de actividades afines a la ciencia, hacemos un inciso para centrarnos en la descripción de la motivación de los participantes en el proyecto de indagación de las máquinas simples. Tras un corto período de adaptación a la nueva metodología, el interés y la motivación de los participantes fue creciendo exponencialmente de tal modo que en las sesiones de clase trabajaban de forma prácticamente autónoma y sin necesidad de una explicación constante de lo que se iba a hacer. Esto permitió profundizar en las experimentaciones de la unidad didáctica, otorgando libertad al alumnado para proponer su propio diseño experimental y una construcción de la maqueta de las máquinas simples diferente a la que en un inicio se había planificado

para la unidad didáctica¹³. En las fotografías que se muestran a continuación, observamos un modelo de polea diseñado por un grupo de estudiantes y dos alumnas utilizando el dinamómetro para determinar la fuerza necesaria que permita desplazar la carretilla que habían fabricado.



Figura 3-1. Polea simple diseñada y construida por los alumnos



Figura 3-2. Experimento sobre el plano inclinado con la ayuda de piezas LEGO™ y un dinamómetro

Dado que el desarrollo y los resultados de esta medida fueron muy positivos, se decidió modificar la evaluación de la unidad y en lugar del examen escrito, se propuso elaborar y defender en pequeño grupo -máximo 4 alumnos- un mural en el que se plasme lo aprendido sobre las máquinas simples¹⁴. Es necesario destacar que esta actividad tuvo una gran aceptación entre el alumnado pese a que los alumnos cuentan con muy poca experiencia de exposiciones de trabajos y a sabiendas que una profesora de la universidad estaría presente durante el día de la presentación¹⁵. Con los resultados de estos trabajos, creamos en los pasillos de la escuela “El museo de las

13 En la unidad didáctica utilizada se han introducido instrucciones que faciliten el montaje con piezas LEGO de las máquinas simples para su posterior experimentación. Dichas guías, que pretendían facilitar el diseño de las maquetas, tan solo se han utilizado para la polea, siendo ésta la primera máquina estudiada y por tanto, el primer acercamiento de los participantes a la nueva metodología empleada. Posteriormente, para el diseño y la experimentación del plano inclinado, y principalmente en el caso de la polea, se decidió aprovechar la motivación y autonomía del alumnado para prescindir de las instrucciones y así ofrecer total libertad de creación (en parte por este motivo la temporalización no coincide con la planificada).

14 Las condiciones del mural fueron pocas: debía aparecer al menos una máquina simple con su definición y partes, describir la utilidad de su uso en relación con la construcción de las pirámides y por último, ofrecer y explicar un ejemplo de máquina compuesta que cuente con ese componente.

máquinas” (ver figuras 3-3, y 3-4), que despertó gran interés entre los alumnos de otros cursos y sobretodo entre el profesorado. Para un mejor ejemplo de los murales elaborados, consultar apéndice V 3. *Disco Compacto (CD)*, apartado *El Museo de las máquinas*.



Figura 3-3. Alumnas realizando el mural sobre las máquinas simples.

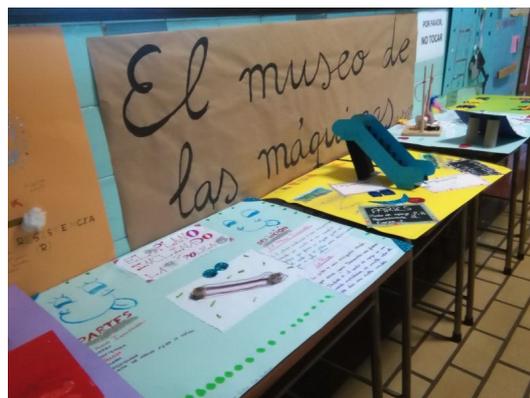


Figura 3-4. Ejemplos de murales que conforman "El museo de las máquinas".

Otra medida no prevista que se decidió llevar a la práctica es la participación en la I Feria de Ciencia y Tecnología de Castilla y León, organizada por la Universidad de Burgos. Para ello, se han seleccionado 12 alumnos -seis de cada clase que realizó la indagación- y se les asignó la tarea de elaborar un mural y un experimento referidos a algún concepto científico que pudieran ser explicados y realizados *in situ*. Uno de los grupos ha explicado el proyecto realizado en clase sobre las máquinas simples y el segundo han decidido centrar su presentación sobre el sistema solar. Con independencia de haber obtenido el segundo puesto en la Feria de Ciencias, los resultados referidos al proceso de diseño y creación de los murales y las maquetas, así como la preparación del discurso y la puesta en escena, pueden ser catalogados como excelentes en términos de interés¹⁶ y adquisición de capacidades científicas

15 La directora de esta trabajo, Ileana María Greca Dufranc presenció las exposiciones de los alumnos y valoró de forma positiva el aprendizaje que éstos habían conseguido.

16 Dada la falta de tiempo y otros aspectos relacionados con la organización interna del centro, los proyectos y la presentación de la Feria de Ciencias fueron elaborados en los momentos de descanso y recreo y durante dos horas por las tardes. Con ello queremos remarcar la disposición y el afecto para con las ciencias que han adquirido los alumnos, que en ningún momento se han mostrado en contra de sustituir los recreos por trabajos.

como la observación, el planteamiento de hipótesis o el desarrollo de experimentos. En el apéndice V3. *Disco Compacto (CD)*, vídeo *Presentación I Torneo de Ciencias*, se encuentra un reportaje sobre las presentaciones y el trabajo realizado por los alumnos.



Figura 3-5. Presentación sobre el sistema solar

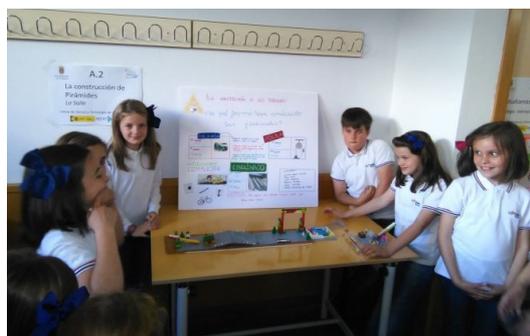


Figura 3-6. Presentación sobre las máquinas simples

En lo referente al último instrumento empleado para la recolección de datos, la entrevista, cabe mencionar que fue realizada a las dos tutoras que presenciaron la unidad didáctica de indagación. Ambas cuentan con amplia experiencia como docentes -más de 20 años- y especialidades diferentes: educación especial (EE en adelante) por un lado, y lengua extranjera inglés (que denominaremos EI) por otro. Las respuestas ofrecidas guardan mucha similitud en la primera y tercera categoría de preguntas (acerca de la ciencia en el curriculum escolar; acerca de la indagación escolar en ciencias), no siendo así en las concepciones sobre la propia práctica docente.

De este modo, a la pregunta “Con la LOMCE, se divide la asignatura de Conocimiento del Medio en dos áreas diferentes. ¿A qué cree que se debe este cambio y cuál es su valoración de esta medida educativa?”, contestaron de forma genérica ofreciendo una respuesta que puede considerarse políticamente correcta: *Su decisión supongo que viene dada para mejorar las capacidades, procedimientos y actitudes de los alumnos*. Además, la maestra EI añadió que se trata de una medida positiva, sin embargo los argumentos guardan relación con un beneficio para la enseñanza del inglés y del castellano más que una mejora en el aprendizaje de las ciencias: *En el caso de*

nuestro colegio¹⁷ será muy positiva ya que daremos ciencias naturales en inglés y sociales en español lo que facilitará el aprendizaje de los alumnos. Al preguntar por qué considera que facilitará el aprendizaje de los alumnos, la maestra EI mostró una actitud que valora más las ciencias sociales que las naturales: A ver, no me imagino como se van a aprender las provincias de España y los ríos en inglés. Además, para mí es fundamental terminar primaria sabiéndose el mapa de España Físico y Político.

A la segunda pregunta, “¿Cuáles cree que son los factores más importantes para el éxito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en Educación Primaria?”, las tutoras destacaron la necesidad de utilizar un enfoque práctico con actividades manipulativas y la maestra EI añadió que la relación alumno-profesor ha de basarse en el diálogo, la pasión y la motivación. No obstante, se ha observado que las concepciones de ambas tutoras no coinciden con su práctica educativa, pues al citar el tipo de materiales y actividades que utilizan en la asignatura Conocimiento del Medio hicieron especial hincapié en el libro de texto y las actividades escritas (ver gráfico 3-9). En cuanto al por qué de esta elección, EI debe sus motivos a la conveniencia del material y a que *el libro de texto viene impuesto. Algo que se ha comprado se debe usar. A veces el tiempo es escaso para ampliar o utilizar otros recursos.* Vemos que aquí predomina la concepción tratada anteriormente que acusa la falta de tiempo y poco pragmatismo de la indagación. En la respuesta de EE se percibe asimismo una concepción equivocada sobre las nuevas prácticas en ciencias, pues su argumentación referencia a la eficacia para el aprendizaje y apunta que *los alumnos necesitan rutinas y hábitos y con el libro se organizan mejor.*

17 Se trata de un centro bilingüe en el que se imparte Conocimiento del Medio en castellano y Science en inglés. Ambas asignaturas versan sobre la misma temática aunque las unidades y programaciones didácticas guardan independencia una de la otra y el mismo contenido se aprende en ambos idiomas.

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora



Gráfico 3-8. Frecuencia de uso de las siguientes actividades didácticas.

En lo que atañe a las concepciones sobre la propia práctica docente, ambas tutoras consideran Lengua y Matemáticas como las asignaturas más importantes ya que *si no se aprueban no se promociona de curso* (indica EI) y según EE *son la base de todo lo que van a aprender más tarde*.

A la pregunta “¿Qué estrategias de evaluación utiliza para Conocimiento del Medio y por qué”, EI contestó el examen escrito e indicó que *nunca he utilizado el cuaderno de campo como en la indagación porque me parece menos eficaz para evaluar*. Por otro lado, EE aboga más por las preguntas orales en clase aunque señala que *casi siempre hacemos un examen escrito con cada tema*.

Ninguna de las tutoras conocía la metodología de la indagación y coincidieron que es poco factible llevarlo a la práctica por la falta de tiempo. Más concretamente, EI dijo *Me gustaría llevarlo a cabo pero solo lo veo factible en una unidad dado lo apretado del horario, materias y actividades colegiales*. Además, añadió que *exige mucha preparación previa y es más complicado controlar la clase*. En la misma línea, EE señaló que *me ha parecido muy positiva pero dado el horario y las materias es complicado llevarlo a cabo en el aula*, y en ambos casos se remarcó *los buenos resultados en los conocimientos y autonomía y la gran ilusión de los alumnos*.

Tras el análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en la entrevista, se relacionaron con distintas categorías en función del grado de renovación

metodológica y pedagógica presente en las concepciones de las tutoras sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Nistal et al.,2009). Tanto las respuestas de la maestra EI y EE poseen una concepción tradicional que se centra en el maestro y en el aprendizaje a partir de la realización de ejercicios rutinarios y de la recepción y memorización de conocimientos escolares. Con todo y ello, las respuestas de la maestra EE sobre su práctica docente se sitúan en una concepción de transición entre una perspectiva tradicional y una innovadora.

Finalizamos esta sección aportando las impresiones del profesor-investigador del presente trabajo. Así, y de forma genérica, considero que el diseño y la implementación de la Unidad Didáctica ha sido todo un éxito, más de lo esperado a priori. Las principales inquietudes que tuve antes de realizar la indagación estaban relacionadas con la disciplina de la clase y con los problemas actitudinales que pueden surgir de apostar por una metodología que no concibe la educación como una transmisión de conocimientos de modo magistral. No obstante, estas preocupaciones nunca se hicieron realidad pues las únicas dificultades que he encontrado versan sobre la forma de implementar la indagación sin prescindir del libro de clase y con la falta de material que en ocasiones ha limitado la experimentación.

Desde el inicio de mi andadura en el mundo de la educación, he puesto en tela de juicio los métodos utilizados en la misma; para mí, la memorización mecánica y la repetición sin cuestionamiento, las eternas tareas que hay que realizar en casa, o más aún, arrebatar el tiempo y el espacio del niño para sentir, ser, pensar y actuar como un infante no son sinónimos de educar. Aprobar exámenes sobre temas y conceptos que en muy pocas ocasiones se descubre su utilidad pertenece a unas prácticas anacrónicas cuyo único resultado es forjar alumnos sin interés por el aprendizaje y lo que es aún más grave, sin conocimiento sobre sus propias habilidades y su persona. La metodología de indagación requiere de mejoras para poder ser implementada de forma exitosa, mas se trata de una práctica escolar que ha demostrado su

eficacia para generar aprendizajes significativos sobre la ciencia y con la que he podido experimentar personalmente el renacer de la motivación, la pasión y la fascinación presentes en la infancia y que tan ausentes se muestran en la actualidad. Nutrir y no socavar, diría Ken Robinson; un sistema educativo cuya cultura dominante se centre en facilitar el aprendizaje y el descubrimiento, no en promocionar y aprobar pruebas y exámenes.

IV. Conclusiones y futuras líneas de investigación

No puedo enseñar nada a nadie.

Solo puedo hacerles pensar.

Sócrates de Atenas

La presente investigación arroja resultados relevantes y de interés para la mejora de la práctica educativa científica en la etapa de Educación Primaria. En conjunto, se confirma que la participación de los estudiantes de 4º curso de Educación Primaria en un proceso de indagación, está relacionada de forma más positiva con las puntuaciones obtenidas en la escala de actitudes hacia la ciencia TOSRA que aquellos que han recibido una instrucción tradicional. Además, conforme se desarrolla y participa en un proyecto de indagación, aumentan las consideraciones positivas de los estudiantes sobre la asignatura de Conocimiento del Medio y disminuye el rechazo por la misma. Por otro lado, se evidencia un desfase entre la acción pedagógica de los maestros, su concepción con respecto a la ciencia y sobre sus consideraciones con respecto a la forma de cómo aprenden los alumnos los conceptos científicos.

En cuanto a la primera aportación, si bien consideramos que la metodología de indagación ha mejorado las concepciones y actitudes de los alumnos hacia la ciencia, en tanto que permite adquirir capacidades y procedimientos propios al método científico, hemos apreciado una falta de vocación de los participantes en querer tener una profesión relacionada con la ciencia o la tecnología, resultados que coinciden con Marbá-Tallada et al. (2010)¹⁸. Así y

¹⁸ En este trabajo, los autores recogen las opiniones sobre las clases de ciencia de los alumnos que estudian en 9 centros de Primaria y 19 de Secundaria, concluyendo que el interés por la ciencia disminuye a medida que se promociona de curso, debiéndose en gran parte a que los estudiantes consideran que lo que aprenden en las clases de ciencias no les ayuda en su vida diaria y tampoco les muestran perspectivas de futuro.

todo, resulta remarcable la forma en la que los estudiantes plasmaban sus modelos mentales en el diseño y elaboración de experimentos.

En relación a las tutoras de aula que han presenciado el desarrollo del proyecto de indagación, no resulta sorprendente que aún valorando de forma positiva esta metodología, muestran reticencias para su puesta en práctica, en parte, debido a la evidente falta de formación y también por considerar la asignatura de Conocimiento del Medio menos importante que otras como Matemáticas o Lengua. Pese a ser conscientes que los resultados de este estudio no representan una muestra significativa de maestros, siquiera para la plantilla del centro escolar en el que se ha llevado a cabo la investigación, el análisis de los datos obtenidos ha permitido percibir incongruencias en el discurso de las mismas y una falta de aprecio de los conocimientos científicos. Así, cuando las tutoras explicaron los factores que consideran vitales para el éxito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, argumentaron que hay que realizar tareas prácticas y actividades cognitivas complejas basadas en la experimentación. En cambio, esto se contradice con sus prácticas de aula pues ambas proponen a los estudiantes más actividades repetitivas y mecánicas basadas en la recepción de conocimientos escolares, que prácticas en las que los procedimientos son fundamentales y que, en definitiva, promueven en los alumnos el desarrollo de procesos cognitivos complejos.

Como de costumbre, esta investigación despierta más interrogantes de los que contesta y que sirven de cimiento para futuras investigaciones. De este modo, cabe preguntarse por las razones de las concepciones negativas de las tutoras sobre la indagación y estudiar la forma de cambiarlas. Asimismo, se requiere un estudio complementario con una muestra representativa que a partir del análisis de las opiniones de los maestros de ciencias y la comparación con su práctica educativa, permita descubrir las principales razones y principios sobre los que fundamentan su metodología y prácticas en la clase de ciencia.

Finalmente, el presente estudio cuenta con diversas limitaciones: en primer

lugar, no se posee mucha información sobre el tratamiento y desarrollo de los contenidos referentes a las máquinas simples que ha tenido lugar con la muestra perteneciente al grupo de la metodología tradicional. Por otro lado, se necesita aplicar un test de cambio conceptual a ambas muestras para determinar el grado de aprendizaje conseguido en ambas metodologías. También se propone valorar la asignatura de Conocimiento del Medio antes de realizar la indagación y comparar los resultados obtenidos posteriormente, para determinar en qué medida éstos han variado y evitar en la medida de lo posible los sesgos producidos por la realización de actividades novedosas para el alumnado. En tercer y último lugar, ante la falta de consenso sobre la indagación, es necesario identificar las necesidades de los profesores para implementar la indagación en el aula pues, en definitiva, lo inherente a la misma es la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Ante los desalentadores resultados obtenidos por parte de la muestra que no ha participado en una indagación, queda por recorrer un largo camino para revertir la situación actual y garantizar la renovación de la enseñanza de las ciencias; insistimos en la necesidad de implementar metodologías de trabajo que permitan subsanar las carencias presentes en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, como así también en la importancia de alcanzar consenso entre la comunidad educativa de qué es lo que se considera indagación escolar en ciencias y cuál son los principales cimientos de esta.

V. Referencias

En todo hay una parte de todo.

Anaxágoras

- AAAS. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- AKERSON, V. L. & HANUSCIN, D. L. (2007) Teaching nature of science through inquiry: results of a 3-year professional development program, *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), pp. 653-680-
- ANDERSON, R, D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), pp. 1-12.
- BARROW, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards, *Journal of Science Teacher Education*, 17, pp. 265–278.
- BELL, R. L., BLAIR, L. M., CRAWFORD, B. A. y LEDERMAN, N. G. (2003) Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), pp. 487-509.
- BERNARD, J. A. (1994). El constructivismo en la LOGSE: condiciones e instrumentos para su aplicación en las aulas. *Revista de psicología general y aplicada*. 47 (1), pp. 79-87.
- BYBEE, R. W. Scientific inquiry and science teaching. En: Flick, L. B. y Lederman, N. G. (2004). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, 1, pp. 1-14. Dordrecht, The Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*.
- CAÑAL, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de infantil*, 33, pp. 5-9.

- CAÑAL, P. (2007). La investigación escolar, hoy. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 52, pp. 10-11.
- CAÑAL, P., y PERALES, F. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Marfil.
- CAÑAL, P.; POZUELOS, F. J.; y TRAVÉ, G. (2005): *Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo*. Descripción General y Fundamentos. Sevilla. Díada. pp 6-12.
- CRAWFORD, B, A. (2007) Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), pp. 613-642.
- CRONIN-JONES, L.L. (1991) Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: Two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*. 28, pp235-250.
- EL KHALICK, F. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. International. *Journal of Science Education*, 38(3), pp. 397-429.
- ESPAÑA. Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. 293, pp. 43064, 43065.
- GALLAGHER, J.J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' beliefs about the philosophy of science. *Science Education*. 75, pp. 121 - 133.
- GARRITZ, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano, *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152.
- GEORGE, D., Y MALLERY, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update, 4. Boston, MA: Allyn & Bacon. p. 231.

- LEDERMAN, N. G. (2004) Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. En: L. B. Flick, & N. G. Lederman (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*, 14; pp. 301-317. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- LEWIN, K. (1973). Action research and minority problems. En K. Lewin: *Resolving Social Conflicts: Selected Papers on Group Dynamics* (ed. G. Lewin). London: Souvenir Press. pp. 201-216.
- MARBÁ-TALLADA, A., y MÁRQUEZ BARGALLÓ, C., (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (1), pp. 19-30.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1996). (2000). The National Science Education Standards. Washington DC: *National Academies Press*.
- NISTAL, et al. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clase de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*. 27(2). pp. 287-298.
- PERALES, F. J., y JIMÉNEZ, J. D. (2002): Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, n.º 20 (3). pp. 369-386.
- PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.
- RASER, B, J. (1981). *Test of science-related attitudes*. The Australian Council for Educational Research Limited.
- ROBINSON, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative*. Capstone Publishing Limited.
- ROCARD, M. et al. (2007). *Science Education Now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.

- ROUP, R.R., ET AL. (1992). *LabNet: Toward a community of practice*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- TOBIN, K., TIPPINS, D.J., Y GALLARD, A, J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. En D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan. pp. 45-93.
- TOMA, R., y GRECA, I., (2015) Enseñanza de las ciencias naturales a través de la metodología de indagación: un estudio de las unidades didácticas elaboradas por el alumnado del grado en Maestro de Educación Primaria. Burgos: *V Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias*. Universidad de Burgos.

VI. Apéndices

*Nada es suficiente
para el hombre para quien lo suficiente es poco.*

Epicuro

VI. 1. Instrumentos

VI. 1. 1. Escala de actitudes TOSRA

A continuación, hay diferentes afirmaciones sobre la ciencia. Debes rodear la respuesta con la que estés más de acuerdo:

1. Totalmente de acuerdo. (Estoy convencido de lo que dice la frase)
2. De acuerdo. (Estoy de acuerdo con la frase pero no estoy convencido)
3. No estoy seguro (No sé qué pienso sobre esta frase)
4. En desacuerdo (No estoy de acuerdo con la frase)
5. Totalmente en desacuerdo (No estoy para nada de acuerdo con la frase)

AFIRMACIONES SOBRE LA CIENCIA	MI RESPUESTA
1. Merece la pena gastar dinero en la ciencia para que se puedan hacer nuevos descubrimientos.	1 2 3 4 5
2. Los científicos son personas normales que se parecen a cualquier otra persona	1 2 3 4 5
3. Si tengo cosas que quiero saber sobre la ciencia y puedo realizar un experimento, prefiero hacerlo en vez de recibir la respuesta de otra persona	1 2 3 4 5
4. Tengo curiosidad por las cosas que me rodean y por el mundo en el que vivo	1 2 3 4 5
5. Conocimiento del Medio es la asignatura más interesante y me gusta mucho	1 2 3 4 5
6. Me gustaría recibir un regalo con materiales científicos para poder hacer experimentos en casa	1 2 3 4 5
7. Cuando sea mayor, me gustaría trabajar con personas que realizan descubrimientos científicos	1 2 3 4 5
8. La ciencia puede ayudar a que el mundo sea un lugar mejor	1 2 3 4 5
9. Los científicos son igual de amigables como las demás personas	1 2 3 4 5
10. Es mejor descubrir la respuesta mediante un experimento antes que preguntar al profesor	1 2 3 4 5
11. Me parece interesante escuchar las opiniones que son diferentes a las mías y debatir.	1 2 3 4 5
12. Deberíamos tener más horas de Conocimiento del Medio cada semana.	1 2 3 4 5
13. Me gusta hablar sobre la ciencia fuera de clase y visitar museos científicos.	1 2 3 4 5
14. Cuando sea mayor, quiero estudiar algo que tenga que ver con las ciencias.	1 2 3 4 5

VI. 1. 2. Test cambio conceptual

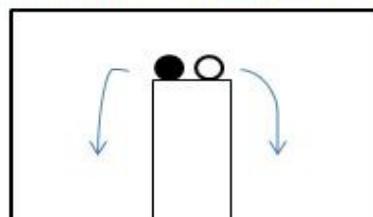
Nombre: _____ Curso: _____

- Indica si las siguientes frases son falsas (X) o verdaderas (V). Explica tu respuesta

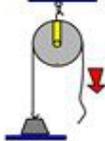
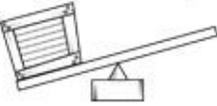
1. Solo los seres vivos tienen fuerza <input type="checkbox"/>	2. Un objeto que no se mueve, no tiene fuerza <input type="checkbox"/>
_____	_____
_____	_____

3. Dos bolas (una negra y otra blanca) tienen el mismo tamaño, sin embargo la pelota negra pesa 10 kg y la blanca 5 kg. Se lanzan desde un edificio en el mismo instante. ¿Cuál llega antes al suelo?

- a) Ambas bolas llegan al suelo al mismo tiempo
b) La bola negra llega antes porque pesa más.
c) La bola blanca llega antes porque pesa menos y el viento la empuja más.



- Indica debajo de cada fotografía el tipo de máquina que crees que es:

4) 	5) 	6) 	7) 
Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>
Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>
8) 	9) 	10) 	11) 
Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>	Máquina simple <input type="checkbox"/>
Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>	Máquina compleja <input type="checkbox"/>

12. Explica qué crees que es una máquina simple:

13. Explica qué crees que es una máquina compuesta:

14. Tienes que abrir un bote de pintura. Para ello, tienes una moneda y un destornillador. ¿Qué objeto elegirías?

- a) La moneda
b) El destornillador

Explica tu elección: _____

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

- Tienes que mover una caja que pesa mucho, así que vas a hacer uso de una palanca. Indica si las siguientes frases son falsas (X) o verdaderas (✓).

<p>Palanca A</p> 	<p>15. Da igual qué palanca elijo porque en los tres casos he de aplicar la misma fuerza. <input type="checkbox"/></p>
<p>Palanca B</p> 	<p>16. La palanca A moverá el peso con más facilidad porque la caja se encuentra cerca del punto de apoyo de la palanca. <input type="checkbox"/></p>
<p>Palanca C</p> 	<p>17. No podría mover la caja con ninguna de las tres palancas. <input type="checkbox"/></p>

- Observa la siguiente imagen. Sandro y Luis tienen que cargar un barril en una carroza. Ambos barriles pesan lo mismo. Sin embargo, Luis subió el barril con mayor facilidad que Sandro. ¿A qué crees que se debe esto? Indica si las siguientes frases son falsas (X) o verdaderas (✓).

<p>Sandro</p> 	<p>Luis</p> 	<p>18) Empujar es más fácil que levantar <input type="checkbox"/></p> <p>19) Luis utilizó un plano inclinado que permite elevar un objeto haciendo menos fuerza <input type="checkbox"/></p> <p>20) Luis utilizó una palanca para elevar el objeto, que ha hecho que su barril pese menos. <input type="checkbox"/></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Al día siguiente, Luis tiene que volver a subir un barril. Esta vez tiene que elegir si subirlo por la rampa A o por la rampa B. Indica si las siguientes frases son falsas (X) o verdaderas (✓).

<p>Rampa A</p> 	<p>Rampa B</p> 	<p>21) Por la rampa A o por la rampa B tiene que aplicar la misma fuerza para subir el barril. <input type="checkbox"/></p> <p>22) Si elige la rampa B tiene que hacer menos fuerza para poder subir el barril. <input type="checkbox"/></p> <p>23) Le resultará más fácil levantar el barril en Brazos en lugar de empujarlo por cualquier rampa. <input type="checkbox"/></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Al día siguiente, Sandro también tiene que volver a subir un barril. Esta vez puede utilizar una polea. Indica si las siguientes frases son falsas (X) o verdaderas (✓).



<p>24) Si utiliza la polea, podrá subir el barril con más facilidad porque tendrá que hacer menos fuerza. <input type="checkbox"/></p> <p>25) Si utiliza la polea podrá subir el barril más fácilmente porque le será más cómodo. <input type="checkbox"/></p>

VI. 1. 3. Encuesta de opinión al alumnado

- Para alumnos que no han realizado la indagación

Estimado alumno:

El motivo de este cuestionario es descubrir cuál es tu opinión sobre la ciencia. Dado que es anónimo, te pedimos amablemente que seas todo lo sincero que puedas. Recuerda que no existen respuestas correctas o equivocadas, tan solo interesa tu opinión. Muchas gracias por tu colaboración.

1) Puntúa las siguientes asignaturas por orden de preferencia. (1 será la que más te guste y 5 la que menos)

Matemáticas	Inglés	Conocimiento del Medio	Lengua	Música

2) Marca con una (X) las razones por las que te gusta una asignatura (puedes elegir más de una respuesta):

<input type="checkbox"/> Hay actividades prácticas	<input type="checkbox"/> Puedo usar mi imaginación
<input type="checkbox"/> Me gusta el profesor/a	<input type="checkbox"/> Utilizo en mi día a día lo que aprendo
<input type="checkbox"/> Los temas son interesantes	<input type="checkbox"/> Hay trabajos grupales

3) ¿Qué es lo que más te gusta de las clases de Conocimiento del Medio?

- 1) _____
 2) _____
 3) _____

4) ¿Y lo que menos?

- 1) _____
 2) _____
 3) _____

5) ¿Te gustaría hacer las siguientes actividades en las clases de Conocimiento del Medio? Rodea siendo 1 (no me gustaría) 2 (no lo sé) 3 (sí me gustaría)

ACTIVIDADES	VALORACION
Hacer experimentos	1 2 3
Actividades escritas	1 2 3
Exposiciones orales	1 2 3
Trabajos grupales como por ejemplo: murales, carteles, etc.	1 2 3

Otras actividades: _____

- Para alumnos que sí han realizado la indagación

Nombre: _____ Número: _____ Curso: _____

1) Puntúa las siguientes asignaturas por orden de preferencia. (1 será la que más te guste y 5 la que menos)

Matemáticas	Inglés	Conocimiento del Medio	Lengua	Música

2) Marca con una (X) las razones por las que te gusta una asignatura (puedes elegir más de una respuesta):

<input type="checkbox"/>	Hay actividades prácticas	<input type="checkbox"/>	Puedo usar mi imaginación
<input type="checkbox"/>	Me gusta el profesor/a	<input type="checkbox"/>	Utilizo en mi día a día lo que aprendo
<input type="checkbox"/>	Los temas son interesantes	<input type="checkbox"/>	Hay trabajos grupales

3) ¿Te ha gustado la forma de estudiar las máquinas simples?
a) Sí b) No

¿Por qué? Indica tres razones.

- 1) _____
2) _____
3) _____

4) Utilizando experimentos, ¿has aprendido mejor las cosas que hemos trabajado?
a) Sí b) No

5) ¿Te ha interesado más la ciencia trabajando de esta forma?
a) Sí b) No

6) ¿Qué es lo que más te ha gustado de estas clases de Conocimiento del Medio?

- 1) _____
2) _____
3) _____

7) ¿Y lo que menos?

- 1) _____
2) _____
3) _____

8) ¿Te gustaría hacer las siguientes actividades en las clases de Conocimiento del Medio? Rodea siendo 1 (no me gustaría) 2 (no lo sé) 3 (sí me gustaría)

ACTIVIDADES	VALORACION
Hacer experimentos	1 2 3
Actividades escritas	1 2 3
Exposiciones orales	1 2 3
Trabajos grupales como por ejemplo: murales, carteles, etc.	1 2 3

Otras actividades: _____

VI. 2. Recursos didácticos

VI. 2. 1. Unidad didáctica

1. TÍTULO

La construcción de las pirámides

2. JUSTIFICACIÓN

- Objetivos

Al finalizar esta unidad didáctica, los alumnos serán capaces de:

- Definir qué son las máquinas simples y complejas y conocer sus diferentes partes y utilidades
- Conocer los principales tipos de máquinas simples: palanca y los tres tipos, plano inclinado, polea fija y polea móvil.
- Conocer las partes de las que se compone una máquina simple: punto de apoyo, resistencia y fuerza.
- Saber qué es el dinamómetro y de qué forma se utiliza.
- Plantear hipótesis, diseñar experimentos y analizar los datos obtenidos.
- Comprender la importancia de las máquinas simples en nuestra vida.
- Entender el método científico y su utilidad para resolver problemas.

- Perfil del grupo

La primera clase está compuesta por 27 alumnos y la segunda por 28. Todos están acostumbrados a trabajar en grupo pues desde 1ª de Primaria han estudiado con la metodología del aprendizaje cooperativo. Muy pocos alumnos conocen los números decimales, lo que puede ocasionar problemas

para entender las medidas del dinamómetro.

- Conexión con el curriculum

La temporalización de la U.D coincide con el temario de lenguaje y matemáticas. En el primero caso se repasan los inventos de la humanidad, y en el segundo se aprenden los números decimales.

3. CONTENIDOS, ACTIVIDADES Y RECURSOS

La unidad didáctica ha sido diseñada para poder ser implementada sin prescindir del libro de clase. Así, la indagación se basa en los contenidos presentes en la unidad 6 de la Editorial SM. Edición Conecta 2.0.

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

Título de las sesiones	Preguntas de indagación	Objetivos	Contenidos	Materiales y recursos
Sesión de introducción: el método científico	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo aborda un científico un problema? - ¿De qué forma han construido los egipcios las pirámides? 	<ul style="list-style-type: none"> - Invitación a la indagación - Planteamiento del problema 	<ul style="list-style-type: none"> - Las fases del método científico - La construcción de las pirámides: problema inicial 	<ul style="list-style-type: none"> - Carta de invitación - Imagen resumen sobre las fases del método científico - Caja con bombones para explicar el método científico
1ª sesión: la fuerza	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué hago para mover un objeto? - ¿Y para moldear plastilina? - ¿Qué sucede cuando golpeo una pelota? - ¿Con qué objeto puedo medir la fuerza? 	<ul style="list-style-type: none"> - Introducir el concepto de fuerza: definición, tipos y efectos que produce en los objetos. - Determinar la forma de medir la fuerza que ejercen los objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de fuerza - El dinamómetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro
2ª sesión: la palanca	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es una palanca? - ¿Cuáles son las partes de una palanca? - ¿Cuántos tipos de palancas existen? - ¿De qué forma me ayuda una palanca a mover un objeto? - ¿Qué sucede si cambiamos el punto de apoyo de la palanca? 	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre la palanca - Descubrir las características de los tres tipos de palancas existentes - Diseñar y realizar un experimento utilizando la palanca 	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de palanca: definición, partes, tipos - Utilidad de la palanca 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO
3ª sesión: la polea	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es una polea? - ¿Cuáles son las partes de una polea? - ¿Qué dos tipos principales de poleas existen? - ¿De qué forma me ayuda una polea a mover un objeto? - ¿Qué tipo de polea me ayuda a 	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre la polea - Descubrir las características y los dos tipos principales de poleas existentes - Diseñar y realizar un experimento utilizando la polea 	<ul style="list-style-type: none"> Concepto de polea: definición, partes, tipos - Utilidad de las poleas 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

	levantar una carga con mayor facilidad? ¿Por qué? ¿Qué diferencias hay entre ellas?			
4ª sesión: el plano inclinado	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué es un plano inclinado? - ¿Cuáles son las partes de un plano inclinado? - ¿De qué forma me ayuda el plano inclinado a mover un objeto? - ¿Qué sucede si cambio la inclinación del plano inclinado? - ¿Qué sucede si cambio el tipo de superficie? 	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre el plano inclinado - Descubrir las características del plano inclinado: partes, inclinación y superficie. - Diseñar y realizar un experimento utilizando el plano inclinado 	<ul style="list-style-type: none"> - Concepto de plano inclinado: definición, partes, factores que determinan su eficacia - Utilidad de los planos inclinados 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO
5ª sesión: repaso	<ul style="list-style-type: none"> - Se repasa lo aprendido mediante el uso del libro de clase. 	<ul style="list-style-type: none"> - Repasar y reforzar lo aprendido - Resolver dudas y dificultades 	<ul style="list-style-type: none"> - El concepto de fuerza - Las máquinas simples: la palanca, la polea y el plano inclinado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Libro de clase Editorial SM, edición Conecta 2.0 - Máquinas simples construidas por los alumnos en las clases previas.
6ª sesión: resolución problema inicial	<ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué forma han construido las pirámides? 	<ul style="list-style-type: none"> - Proponer diseños sobre un circuito que represente el recorrido de los bloques de piedra desde su lugar de origen hasta las pirámides - Generar debate y elegir por consenso los mejores diseños. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las máquinas simples: la palanca, la polea y el plano inclinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Opcional: - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO - Libro de clase Editorial SM, edición Conecta 2.0
7ª sesión: construcción de los diseños realizados	<ul style="list-style-type: none"> - Se construyen los diseños elegidos para resolver el problema inicial 	<ul style="list-style-type: none"> - Plasmar lo aprendido mediante la construcción de los diseños planteados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las máquinas simples: la palanca, la polea y el plano inclinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Opcional: - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO - Libro de clase Editorial SM,

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

				edición Conecta 2.0
8ª sesión: construcción y defensa de los diseños realizados.	- Se construyen los diseños elegidos para resolver el problema inicial. - Defensa grupal de los diseños realizados.	- Plasmar lo aprendido mediante la construcción y defensa oral de los diseños planteados.	- Las máquinas simples: la palanca, la polea y el plano inclinado.	Opcional: - Cuaderno de campo - Cuaderno de actividades - Dinamómetro - Piezas LEGO - Libro de clase Editorial SM, edición Conecta 2.0

4. TEMPORALIZACIÓN

Nueve sesiones totales: una de introducción y ocho de indagación, impartidas durante las tres últimas semanas previas a la Semana Santa (del 9 de mayo hasta el 28 del mismo mes, 2015)

5. COMPETENCIAS

Las principales competencias sobre las que incide esta unidad se presentan por orden de importancia y tratamiento:

- 7. Competencia para aprender a aprender.
- 8. Autonomía e iniciativa personal.
- 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

6. EVALUACIÓN

- Criterios
 - Identifica las máquinas simples, conoce los diferentes tipos existentes y sus principales partes.
 - Entiende la utilidad de las máquinas simple en la vida cotidiana y

su aplicación.

- Comprende el concepto de fuerza y sabe de qué forma medirla.
- Aplica principios y conceptos a situaciones nuevas.
- Resuelve problemas demostrando el uso correcto del método científico.
- Usa criterios para valorar su propio trabajo.

- Instrumentos

- Cuaderno de campo y cuaderno de actividades.
- Diseño y construcción de la maqueta LEGO.
- Defensa oral del trabajo realizado.

VI. 2. 2. Cuaderno de campo

La construcción de las pirámides

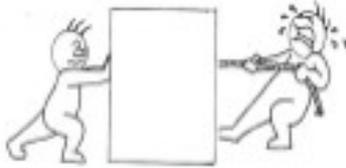


Nombre alumno: _____

Color equipo: _____

Curso: _____

¡Observo e identifico!



¡Reflexiono!

1. ¿Qué hago para mover un objeto? ¿Y para moldear plastilina?
2. ¿Qué sucede cuando golpeo una pelota?
3. ¿Con qué objeto puedo medir la fuerza?

¡Me documento!

Observo las siguientes imágenes. ¿Qué ha sucedido en cada una de ellas?



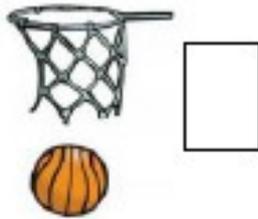
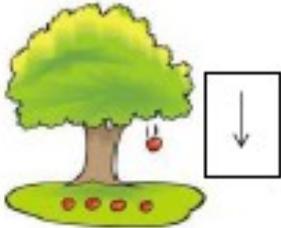


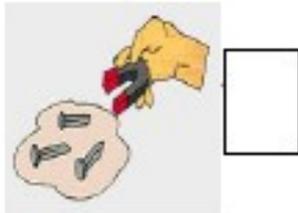
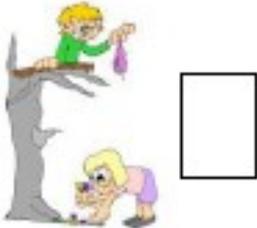
LA FUERZA

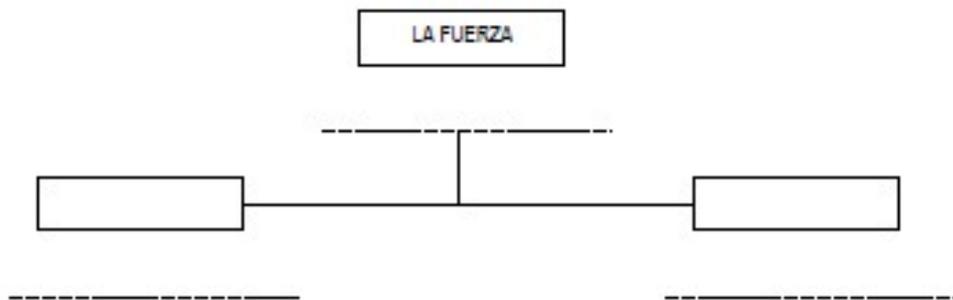
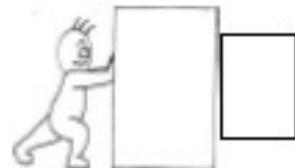


Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

¿En qué dirección se moverán estos objetos? (Lo indico dibujando una flecha en el cuadrado) ¿Por qué?







Observo y reflexiono sobre el siguiente objeto:



¿Qué es?

¿Quién lo ha inventado?

¿Para qué se utiliza?

¡Elaboro conclusiones!

1. ¿Qué hago para mover un objeto?

¿Y para moldear plastilina?

2. ¿Qué sucede cuando golpeo una pelota?

3. ¿Con qué objeto puedo medir la fuerza?

¡Observo e identifico!



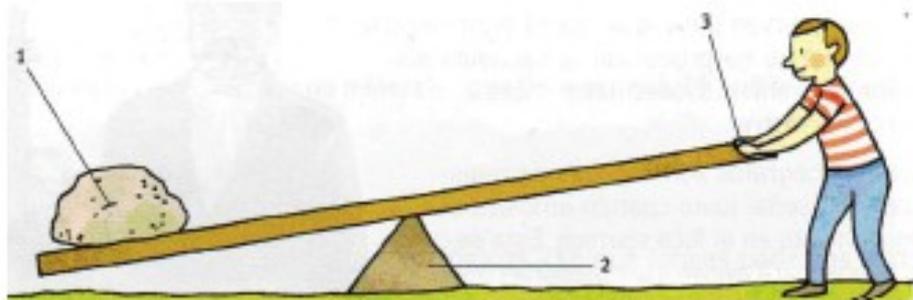
¡Reflexiono!

1. ¿Qué es una palanca?
2. ¿Cuáles son las partes de una palanca?
3. ¿Cuántos tipos de palancas existen?
4. ¿De qué forma me ayuda una palanca a mover un objeto?
5. ¿Qué sucede si cambiamos el punto de apoyo de la palanca?

¡Me documento!

1. ¿Qué es una palanca?

2. ¿Cuáles son las partes de una palanca?

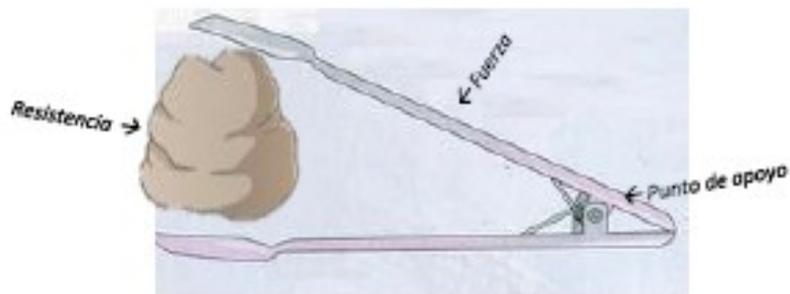


1) ----- 2) ----- 3) -----

3. ¿Cuántos tipos de palancas existen?



Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

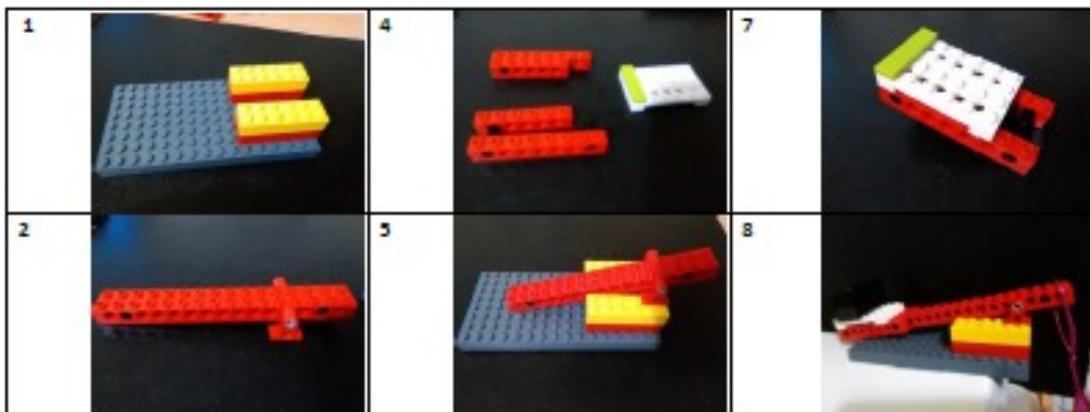


¡Planteo hipótesis! ¡Diseño y realizo experimentos!

- 4. ¿De qué forma me ayuda una palanca a mover un objeto?
- 5. ¿Qué sucede si cambio el punto de apoyo de la palanca?

Instrucciones para diseñar y realizar el experimento

- Paso 1: Observo las imágenes y construyo la palanca



Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

- Paso 2: Introduzco monedas en la bolsa hasta que la palanca levante la resistencia
- Paso 3: Utilizo el dinamómetro para pesar la bolsa con monedas
- Paso 4: Relleno la siguiente tabla:

Punto de apoyo de la palanca	Fuerza necesaria para levantar la resistencia sin palanca (Escribo el número de Newtons)	Hipótesis ¿Cuánta fuerza he de aplicar para levantar la resistencia con palanca? (Escribo el número de Newtons)	Resultados obtenidos con palancas (Escribo el número de Newtons)			Compruebo hipótesis ¿Mi predicción fue correcta o errónea? (Rodeo la cara)
			1ª Prueba	2ª Prueba	3ª Prueba	
						 
						 
						 

¡Elaboro conclusiones!

4. ¿De qué forma me ayuda una palanca a mover un objeto?

5. ¿Qué sucede si cambio el punto de apoyo de la palanca?

¡Observo e identifico!



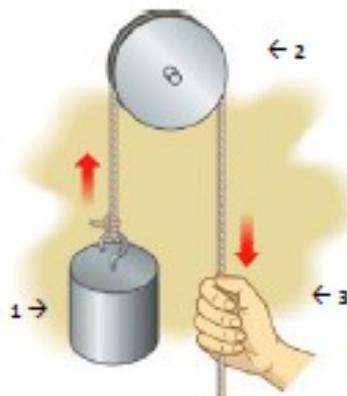
¡Reflexiono!

1. ¿Qué es una polea?
2. ¿Cuáles son las partes de una polea?
3. ¿Qué dos tipos principales de poleas existen?
4. ¿De qué forma me ayuda una polea a mover un objeto?
5. ¿Qué tipo de polea me ayuda a levantar una carga con mayor facilidad? ¿Por qué? ¿Qué diferencia hay entre ellas?

¡Me documento!

1. ¿Qué es una polea?

2. ¿Cuáles son las partes de una polea?



- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____

3. ¿Qué dos tipos principales de poleas existen?



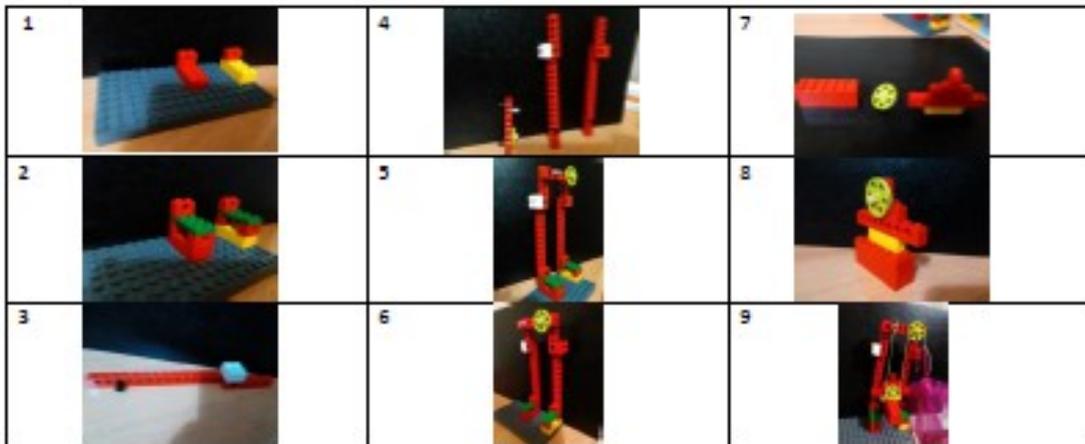
Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

¡Planteo hipótesis! Diseño y realizo experimentos!

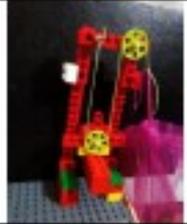
4. ¿De qué forma me ayuda una polea a mover un objeto?
5. ¿Qué tipo de poleas me ayuda a levantar una carga con mayor facilidad? ¿Por qué? ¿Qué diferencia hay entre ellas?

Instrucciones para diseñar y realizar el experimento

- Paso 1: Observo las imágenes y construyo las poleas



- Paso 2: Introduzco monedas en la bolsa hasta que la polea levante la resistencia
- Paso 3: Utilizo el dinamómetro para pesar la bolsa con monedas
- Paso 4: Relleno la siguiente tabla:

Tipo de polea	Fuerza necesaria para levantar la resistencia sin polea (Escribo el número de Newtons)	Hipótesis ¿Cuánta fuerza he de aplicar para levantar la resistencia con polea? (Escribo el número de Newtons)	Resultados obtenidos con poleas (Escribo el número de Newtons)			Compruebo hipótesis ¿Mi predicción fue correcta o errónea? (Rodeo la cara)
			1ª Prueba	2ª Prueba	3ª Prueba	
						 
						 

¡Elaboro conclusiones!

4. ¿De qué forma me ayuda una polea a mover un objeto?

5. ¿Qué tipo de polea me ayuda a levantar una carga con mayor facilidad?

¿Por qué?

¿Qué diferencia hay entre ellas?

¡Observo e identifico!



¡Reflexiono!

1. ¿Qué es el plano inclinado?
2. ¿Cuáles son las partes de un plano inclinado?
3. ¿De qué forma me ayuda el plano inclinado a mover un objeto?
4. ¿Qué sucede si cambio la inclinación del plano inclinado?
5. ¿Qué sucede si cambio el tipo de superficie?

¡Me documento!

1. ¿Qué es el plano inclinado?

2. ¿Cuáles son las partes de un plano inclinado?



1) -----

2) -----

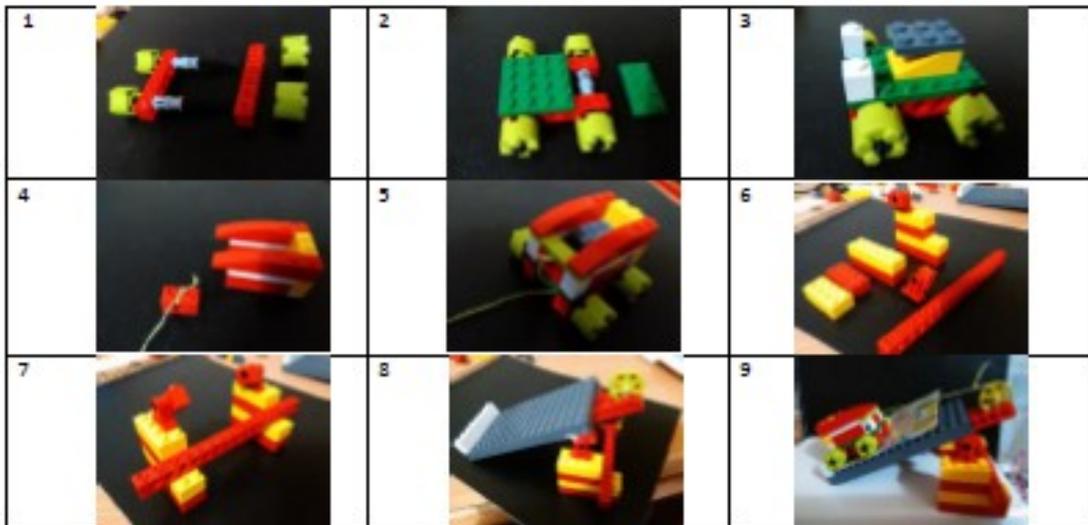
¡Planteo hipótesis! ¡Diseño y realizo experimentos!

3. ¿De qué forma me ayuda el plano inclinado a mover un objeto?
4. ¿Qué sucede si cambio la inclinación del plano inclinado?
5. ¿Qué sucede si cambio el tipo de superficie? Instrucciones para construir una palanca

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

Instrucciones para diseñar y realizar el experimento

- Paso 1: Observo las imágenes y construyo el plano inclinado y el vagón con la resistencia que lleva.



- Paso 2: Introduzco monedas en la bolsa hasta que el vagón sube por el plano inclinado
- Paso 3: Utilizo el dinamómetro para pesar la bolsa con el peso
- Paso 4: Relleno la siguiente tabla:

Superficie lisa (Coloco cartón plastificado sobre el plano inclinado)

Tipo de plano inclinado	Fuerza necesaria para levantar la resistencia sin palanca (Escribo el número de Newtons)	Hipótesis ¿Cuánta fuerza he de aplicar para levantar la resistencia por el plano inclinado? (Escribo el número de Newtons)	Resultados obtenidos con planos inclinados (Escribo el número de Newtons)			Compruebo hipótesis ¿Mi predicción fue correcta o errónea? (Rodeo la cara)
			1ª Prueba	2ª Prueba	3ª Prueba	
						 
						 

Fundamento, desempeño e inconvenientes de la indagación escolar en ciencias:
diseño, implementación y evaluación de una propuesta innovadora

Superficie rugosa (No coloco nada sobre plano inclinado)

Tipo de plano inclinado	Fuerza necesaria para levantar la resistencia sin palanca (Escribo el número de Newtons)	Hipótesis ¿Cuánta fuerza he de aplicar para levantar la resistencia por el plano inclinado? (Escribo el número de Newtons)	Resultados obtenidos con planos inclinado (Escribo el número de Newtons)			Compruebo hipótesis ¿Mi predicción fue correcta o errónea? (Rodeo la cara)
			1° Prueba	2° Prueba	3° Prueba	
						 
						 

¡Elaboro conclusiones!

3. ¿De qué forma me ayuda el plano inclinado a mover un objeto?

4. ¿Qué sucede si cambio la inclinación del plano inclinado?

5. ¿Qué sucede si cambio el tipo de superficie?

VI. 2. 3. Cuaderno de actividades

CUADERNO DE ACTIVIDADES

La construcción de las pirámides



Nombre alumno: _____

Color equipo: _____

Curso: _____

LA FUERZA

- ¿Qué es la fuerza?
- ¿Con qué objeto se puede medir la fuerza? ¿En qué unidades se mide la fuerza?
- ¿Qué efectos produce la fuerza?
- ¿Qué tipos de fuerza existen?
- Escribe debajo de cada imagen el efecto que se produce al aplicar fuerza:
- Escribe debajo de cada imagen el tipo de fuerza que se aplica:

LA PALANCA

- ¿Qué es una palanca?
- ¿Cuáles son las partes de una palanca?
- ¿Qué tres tipos de palancas existen?
- Escribe el tipo de palanca que se observa en cada imagen:
- ¿Qué tipo de palanca utilizarías para hacer las siguientes tareas? ¿Qué objeto se utilizaría en casa caso?
Transportar arena de un lugar a otro
Balancear a un niño en el parque
Sacar una astilla que se te ha clavado en la mano

LA POLEA

- ¿Qué es una polea?

- ¿Cuáles son las partes de una polea?

- ¿Qué dos tipos principales de poleas existen?

- Imagina que tienes que elevar un cubo de agua muy pesado. ¿Qué tipo de polea deberías usar si quieres usar para que tengas que hacer menos fuerza y puedas elevarlo con más facilidad? Diseña la polea y dibújala.

- ¿Qué tipos de máquinas utilizan poleas? Escribe tres ejemplos.

EL PLANO INCLINADO

- ¿Qué es el plano inclinado?

- Haz ido con tu familia de compras. Para salir del supermercado tienes que empujar el carro lleno de la compra por una rampa. ¿Cómo ha de ser el plano inclinado para que puedas empujarlo con más facilidad? Diseña el plano inclinado y dibújalo.

- Estamos rodeados por planos inclinados. Escribe tres ejemplos de planos inclinados en función del sitio en el que los encontramos:

En casa

En el colegio

Por la calle