



---

# **Universidad de Valladolid**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Grado en Educación Primaria**

## **LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN**

**Autor: D. Mario Pastor Lanchares**

**Tutora: Dña. Elena Charro Huerga**

## **RESUMEN**

El presente trabajo pretende analizar el modelo de aprendizaje de las ciencias experimentales a través de la indagación en la escuela y presentar una propuesta didáctica que permita mejorar su enseñanza en las aulas de Educación Primaria. Como punto de partida, se tomarán los hechos que se exponen en la introducción y la justificación y se establecerán una serie de objetivos sobre los que se especificará la propuesta didáctica con su consecuente exposición de resultados y análisis de la misma, ya que dicha propuesta ha sido implementada con un grupo de alumnos de 9 y 10 años de 4º curso de Educación Primaria, por lo que podemos constatar resultados y reflexiones sobre su puesta en práctica.

**Palabras clave:** ciencias experimentales, aprendizaje por indagación y Educación Primaria

## **ABSTRACT**

This project has been designed to analyze the model of the inquiry-based learning and education through science at school and to provide an educational proposal that allows improving its teaching at Primary Education schools. As a starting point, we'll take the facts as outlined in the introduction and justification and establish a series of goals that will specify the methodological approach and their subsequent presentation of results and analysis of it. This proposal has been implemented with a group of students aged 9 and 10 years in year 4 of Primary Education, so we can see results and reflections on its implementation.

**Keywords:** science, inquiry-based learning and Primary Education

# ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN .....	1
2.- OBJETIVOS GENERALES DEL TFG: .....	2
3.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO: .....	2
4.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES:.....	6
4.1. Antecedentes:.....	6
4.2. El aprendizaje por indagación: .....	8
4.2.1 Características: .....	10
4.2.2 Niveles: .....	11
5.-EL MÓDULO DE INDAGACIÓN: ¿CUÁNTA ENERGÍA PUEDO AHORRAR? .....	14
5.1.- Consideraciones previas .....	15
5.2.- Objetivos .....	16
5.3.- Contenidos.....	17
5.4.- Contribución del módulo al desarrollo de las competencias básicas.....	18
5.5.- Metodología .....	19
5.5.1 Fases en el proceso de indagación .....	20
5.6.- Estrategias y técnicas utilizadas en el proceso de indagación .....	27
5.7.- Equipamientos, materiales y recursos didácticos:.....	27
6.- EXPOSICIÓN DE RESULTADOS:.....	28
8.-OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES DE LA PROPUESTA.....	31
8.1.-Oportunidades.....	31
8.2.-Limitaciones.....	31
9.- REFLEXIÓN FINAL.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

## 1.- INTRODUCCIÓN

En primer lugar, es importante señalar que este trabajo se enmarca dentro de las líneas de investigación e innovación didáctica que desarrolla el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación y trabajo Social de la Universidad de Valladolid, y más concretamente, se vincula al proyecto europeo PROFILES ("Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science"- Reflexión profesional enfocada en el aprendizaje por indagación y en la educación mediante la ciencia), un consorcio de red cooperativa formado por 21 instituciones, entre ellas la Universidad de Valladolid.

En la escuela se nos enseña a memorizar, a repetir una y otra vez los contenidos y los conocimientos, pero a veces, sin saber cuál es la aplicación práctica o de dónde proceden estos contenidos y fórmulas que se intenta que queden grabadas en nuestro cerebro. Se ha debatido mucho en las últimas décadas acerca de si este método de aprendizaje es el más adecuado y esto ha provocado que muchos pedagogos, investigadores, académicos, etc. del mundo entero hayan modificado fórmulas y estrategias de enseñanza-aprendizaje.

La educación siempre se ha considerado como el proceso de conocimiento que se transmite a los estudiantes y, formalmente, ocurre en las aulas. Este sistema, que se repite escuelas de todo el mundo, es aburrido y desmotivador, el maestro tiene la tarea de que un grupo de niños, cada uno con características, aficiones, habilidades y necesidades distintas aprendan lo mismo y al mismo tiempo, para muchos esta es una idea del pasado. Hoy la educación busca que los niños aprendan basándose en los mecanismos naturales del aprendizaje, la experimentación y la reflexión. En la actualidad es muy sencillo conseguir información fácilmente gracias a las nuevas tecnologías y esto hace que la memorización de datos pierda la importancia que tenía en el pasado, la formulación de preguntas es la nueva columna vertebral del conocimiento, pero solo un aprendizaje basado en la vivencia y la práctica puede conducirnos a dichas preguntas.

Los niños son curiosos por naturaleza, tienen curiosidad por el mundo que les rodea y desean explorarlo, conocerlo. Esta curiosidad se refleja en la multitud de preguntas que los niños suelen plantear en la escuela o en su hogar. El objetivo del

docente es estimular el interés de los alumnos y presentar situaciones educativas en las que se planteen interrogantes que el niño sea capaz, por sus propios medios, de resolver. Para conseguir este objetivo existen varias metodologías, entre las que se encuentra el aprendizaje por indagación.

Las ciencias experimentales son el área idónea en la que plantear este tipo de aprendizaje por indagación y, desgraciadamente, menos del 10% del periodo lectivo se dedica a la enseñanza de la ciencia en los primeros cursos. Esta enseñanza se presenta esporádicamente y las actividades científicas que el profesorado utiliza tienden a ser muy cerradas e inhiben la investigación y la reflexión por parte de los alumnos.

### **2.- OBJETIVOS GENERALES DEL TFG:**

Con la realización de este trabajo se pretende desarrollar los siguientes objetivos generales:

- Analizar el método de aprendizaje por indagación y descubrir las ventajas e inconvenientes que ofrece dicho método,
- Indagar acerca de la necesidad de un cambio de metodología en el aprendizaje de las ciencias en Educación Primaria.
- Llevar a cabo una propuesta didáctica basada en el aprendizaje por indagación y observar los resultados en un grupo de 4º curso de Educación Primaria.

### **3.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO:**

La realización de este trabajo ha sido motivada por la necesidad de nuevos métodos de aprendizaje en el aula de primaria. Personalmente, el método de aprendizaje por indagación es el que más me llamó la atención, ya que implica un enfoque distinto de la enseñanza, el alumno descubre los contenidos en vez de memorizarlos lo que resulta mucho más motivador.

Para justificar el tema del aprendizaje de las ciencias a través de la indagación es necesario analizar los intereses y necesidades de nuestra sociedad con respecto a la educación científica tanto a nivel de Europa como a nivel nacional. Podemos distinguir dos ejes diferenciados en cuanto a los intereses sociales; el económico-laboral y el sociocultural.

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN

Para examinar las necesidades del sistema económico-laboral nos centraremos en el Análisis de los recursos destinados a I+D+i de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE, 2012), que expone un análisis de los recursos destinados a investigación, desarrollo e innovación en nuestro país. Dicho informe nos expone la grave situación que vivimos,

“la situación no mejora sino que, de forma global, empeora más aún. El presupuesto vuelve a decrecer por cuarto año consecutivo, esta vez por un importe de 460.964,79 K€, un 7,21% respecto al presupuesto aprobado para 2012.” (Análisis de los recursos destinados a I+D+i, COSCE, 2012)

Así mismo, se indica que los fondos destinados a formación científica se reducen drásticamente comparados con anteriores años, viéndose afectadas las becas y las ayudas a los estudiantes. Todo esto ve muy afectado a nuestro sistema educativo, principalmente a la formación superior en ciencias y a las expectativas de los estudiantes para el futuro, que no ven salidas laborales viables en el terreno de la ciencia y la tecnología, lo que ha visto aún más reducido el número de investigadores en nuestro país.

Por otra parte, nuestro país sufre una falta de cultura científica en general, lo que supone un grave problema teniendo en cuenta los problemas que afectan hoy en día a nuestra sociedad como el cambio climático y la escasez de recursos energéticos, que requieren ciudadanos preparados y competentes en el campo de la ciencia que sean capaces de llevarnos a un desarrollo sostenible. Estos indicadores hacen que hoy sea más necesario que nunca potenciar el interés de los estudiantes en la ciencia, para que lo vean no solo como salida laboral sino como la respuesta a la necesidad del ser humano de comprender el mundo que le rodea, que cada vez está más ligado a la ciencia y a la tecnología y para responder a necesidades sociales que exigen que los ciudadanos estemos preparados para los retos que se presentan en el futuro.

En cuanto al eje sociocultural analizaremos el informe de Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar (ENCIENDE) (COSCE, 2011), un referente muy importante de la enseñanza de las ciencias en España. Dicho informe constata un descenso alarmante en el interés del alumnado por la ciencia, esto es un indicador

importante de que el sistema educativo necesita un cambio, no solo en la búsqueda de nuevas metodologías sino en el enfoque mismo de la enseñanza de la ciencia.

El desarrollo de habilidades y competencias de la persona representa un importante factor para el desarrollo sostenible y la cohesión social, en un mundo cambiante y complejo como el que vivimos es necesario que los ciudadanos desarrollen unas destrezas y habilidades que les permitan participar de forma activa en la sociedad. ¿Qué habilidades y competencias se necesitan para que una persona lleve una vida exitosa y responsable de la sociedad y que además sea capaz de hacer frente a los retos del presente y del futuro? ¿Cuáles son las normativas, teorías y fundamentos conceptuales para la definición y selección de un conjunto limitado de competencias clave?

Estas fueron las preguntas que se plantearon en 2003 en el desarrollo del programa “Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico” de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Dicho informe recoge las competencias que deben permitir a los individuos adaptarse a un mundo cambiante y complejo. Se busca proporcionar a las personas herramientas para formarse permanentemente, adaptándose a los cambios y disponiendo de actitudes, capacidades y conocimientos.

Esta preocupación por el desarrollo de competencias clave incide en varios aspectos del desarrollo del individuo entre los que se encuentra la competencia científica. La Unión Europea también publicó en 2006 la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo (Diario Oficial de la Unión Europea, nº 394) sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, entre las que se encuentra la competencia matemática y competencias clave en ciencia y tecnología. Todo esto nos hace reflexionar sobre la importancia que se está dando actualmente a la competencia científica, que es reconocida a escala internacional como uno de los objetivos fundamentales del desarrollo adecuado de los estudiantes.

La Comisión Europea define a la competencia científica como:

“Capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y extraer conclusiones basadas en hechos con el fin de

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN

comprender y de poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que ha producido en él la actividad humana.” (OCDE, 2003)

Capacidad de emplear el conocimiento, de identificar preguntas, extraer conclusiones,... todo ello es lo que se pretende desarrollar a través del aprendizaje por indagación, que el alumno sea capaz de cuestionarse interrogantes y que, a través de la experimentación, extraiga conclusiones y adquiera conocimientos basados en la experiencia.

Analizando la legislación de nuestro país podemos observar que con la entrada en vigor de la LOE en 2006, se introducen las competencias básicas en nuestro sistema educativo, adaptadas de las competencias clave propuestas por la Comisión Europea. El Real Decreto 1513/2006 que establece las Enseñanzas Mínimas en Educación Primaria es el que recoge dichas competencias básicas, dentro de las mismas no encontramos la competencia científica propuesta por la Comisión Europea, pero encontramos la “Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico”, que es la adaptación de dicha competencia.

“incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.) y para interpretar el mundo, lo que exige la aplicación de los conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos de conocimiento científico involucrados.” (LOE, 2006)

Implica no solo la ciencia, sino todos los ámbitos referentes a la vida y al conocimiento del mundo y exige que los alumnos sean capaces de desenvolverse adecuadamente y con autonomía, es decir, que desarrollen estrategias que les permitan cuestionarse interrogantes y sean capaces de resolverlos por su propia cuenta.

En definitiva, la situación en España es la siguiente; mientras el interés de los alumnos españoles por la ciencia es cada vez menor y la dotación de dinero destinado a la educación, la investigación y el desarrollo está sufriendo graves recortes de presupuesto, se precisa que los ciudadanos estén preparados para una sociedad enfrentada a graves problemas medioambientales y en pleno desarrollo tecnológico. La

solución a estos problemas ha de venir de los centros educativos, se ha de motivar al alumnado a través de la investigación, del descubrimiento de los contenidos en lugar de la mera exposición por parte del docente, no podemos hacer que los estudiantes sientan inclinación a la ciencia si no la han vivido.

### **4.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y ANTECEDENTES:**

#### **4.1. Antecedentes:**

El aprendizaje por indagación o la ciencia basada en la investigación describe una serie de enfoques filosóficos, curriculares y pedagógicos de la enseñanza. La filosofía del aprendizaje basado en la investigación encuentra sus antecedentes en la obra de Dewey (1997), Vygotsky (1962) y Freire (1984), entre otros.

El aprendizaje basado en la indagación es un método de enseñanza desarrollado durante el movimiento de “aprendizaje por descubrimiento” de la década de 1960. Ha sido desarrollado en respuesta a la percepción de un fracaso de las formas más tradicionales de enseñanza, en las que se requiera a los estudiantes simplemente memorizar materias cargadas de teoría (Bruner, 1961). El aprendizaje basado en la indagación es una forma de aprendizaje activo, donde se evalúa el progreso según la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades experimentales y analíticas, en lugar de la cantidad de conocimiento que poseen.

Un aspecto importante del aprendizaje por indagación es la utilización de la educación abierta. El “open learning” o aprendizaje abierto no tiene ningún objetivo ni resultado predeterminado que los estudiantes tengan que lograr. Hay un énfasis en la manipulación individual de la información y la creación de un significado a partir de un conjunto de materiales o circunstancias dadas (Hannafin, et al 1999). En muchos experimentos convencionales de la ciencia tradicional, a los estudiantes se les dice lo que el resultado de un experimento será o se espera que sea, y del estudiante simplemente se espera que 'confirme' esto.

En la enseñanza abierta, por otro lado, a los alumnos se les deja que descubran por sí mismos el resultado del experimento, o el profesor les guía a la meta de aprendizaje deseado, pero sin hacer explícito lo que es. La enseñanza abierta es una habilidad importante pero difícil de adquirir para los maestros.

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN

El aprendizaje abierto tiene muchos beneficios. Esto significa que los estudiantes no se limitan a realizar experimentos siguiendo una rutina como en una fábrica, sino que piensan en los resultados que recogen y lo que significan. Con las clases “no abiertas” tradicionales, hay una tendencia a que los estudiantes digan que el experimento "salió mal" cuando se acumulan resultados diferentes a lo que se les dice que deben esperar. En las clases abiertas no hay resultados erróneos, y los estudiantes tienen que evaluar las fortalezas y debilidades de los resultados que obtienen ellos mismos y decidir su valor. Debido a que el camino emprendido hacia un objetivo de aprendizaje deseado es incierto, las clases abiertas son más dinámicas y menos predecibles que las enseñanzas tradicionales.

El aprendizaje abierto ha sido desarrollado por un número de profesores de ciencias, incluyendo el norteamericano John Dewey y el alemán Martin Wagenschein. Las ideas de Wagenschein particularmente complementan tanto el aprendizaje abierto como la enseñanza a través de la indagación. Hizo hincapié en que a los estudiantes no se les debe enseñar los hechos desnudos, sino que se les debe hacer entender y explicar lo que están aprendiendo. Su más famoso ejemplo de esto fue cuando les pidió a los estudiantes de física que le dijeran cuál era la velocidad de un objeto al caer. Casi todos los estudiantes hicieron una ecuación. Pero los estudiantes no podían explicar lo que significaba esta ecuación. Wagenschein utilizó este ejemplo para mostrar la importancia de la comprensión por encima del conocimiento.

El aprendizaje por indagación ha sido de gran influencia en la enseñanza de la ciencia, donde se le conoce como la “ciencia basada en la indagación”, sobre todo desde la publicación de las “National Science Educational Standards” (Normas Nacionales de Ciencias de la Educación) o NSES de Estados Unidos en 1996. Desde esta publicación algunos educadores han abogado por un retorno a los métodos más tradicionales de enseñanza y evaluación. Otros creen que la investigación es importante a la hora de enseñar de los estudiantes a investigar y aprender.

Los científicos usan su conocimiento de los principios, conceptos y teorías, junto con las habilidades del proceso científico para construir nuevas explicaciones que les permita comprender el mundo natural. Esto se conoce como "investigación científica" (Minstrell & Zee 2000). Las NSES exigen a los alumnos que realicen indagaciones, y que sepan sobre las indagaciones. Cuando los alumnos realizan indagaciones, usan las

mismas ideas que los científicos cuando están desarrollando una investigación. Los alumnos se convierten en “mini-científicos”

Cuando los estudiantes están aprendiendo acerca de la investigación, deberían familiarizarse con los procesos utilizados por los científicos, y el nuevo conocimiento que se obtiene. La investigación es una introducción natural a la rama de la epistemología conocida como la “naturaleza de la ciencia”, que se ocupa de las características del conocimiento científico.

Las Normas Nacionales de Educación Científica fueron a menudo mal entendidas en cuanto al aprendizaje basado en la indagación. Como consecuencia, el Consejo Nacional de Investigaciones emitió un segundo volumen, titulado “Inquiry and the National Science Education Standards” en 2000.

### **4.2. El aprendizaje por indagación:**

Fensham (2004), dice que el objetivo prioritario de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias debe promover una actitud positiva en los estudiantes hacia la ciencia escolar, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación con el fin de generar apego y vinculación hacia la educación científica, no sólo durante la época escolar, sino, también, a lo largo de toda la vida. Para ello es necesario llevar al estudiante a la indagación de los fenómenos, de los hechos y de las teorías, entre otros; que le permita realizar observaciones, hacer preguntas, revisar diferentes fuentes de información, contrastar con lo que ya sabe, analizar e interpretar datos, formular respuestas, dar explicaciones y llegar a conclusiones. Como dicen Posse, Castillo y Páramo (2004), esa curiosidad, ese afán de conocimiento, ese deseo de comprender es la premisa inicial, en cualquier persona, para todo proceso de aprendizaje, es lo que lleva a los estudiantes a reclamar una forma diferente de aprender las ciencias, por lo que es necesario desarrollarla de manera que satisfaga e incremente ese afán de conocimiento e investigación, principio básico del aprendizaje para mantenerlo a lo largo de la vida.

Según Garritz (2006), los objetivos de esa nueva educación se contraponen a los que caracterizaron a la educación tradicional de las ciencias, y cita los siguientes:

- Los contenidos se revisten de relevancia personal y social para los aprendices, pues parten de lo que ya saben, de su experiencia previa a la escuela.

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN

- Las habilidades prácticas y el conocimiento tendrán criterios de logros que todos los aprendices puedan alcanzar hasta algún nivel.
- Los temas, los tópicos o las secciones serán visibles, constantemente, para poder aclarar las partes componentes del aprendizaje.
- La pedagogía explotará las demostraciones y las prácticas inherentes a las ciencias y al aprendizaje cultural, el cual se obtiene en forma previa o fuera de la escuela.
- El aprendizaje de habilidades prácticas y cognitivas surgirá como consecuencia fluida de la relevancia y la significatividad de los tópicos de la naturaleza de la ciencia, más que como motivo primario del aprendizaje.
- La evaluación reconocerá tanto los conocimientos previos que los aprendices tienen sobre la ciencia, como sus logros subsecuentes en el resto de los criterios que componen el currículo.

De lo anterior, se puede concluir que la indagación requiere de una metodología que parte del mundo material que nos rodea, mediante preguntas que hay que saber formular y resolver; de acuerdo con Aránega y Ruiz (2005), para ello hay que entrar en la indagación científica, que nos lleva a la identificación de suposiciones, al empleo del razonamiento crítico y lógico y a la consideración de explicaciones alternativas.

En síntesis, el proceso educativo en las ciencias por indagación le permite al estudiante valorar la curiosidad científica y la capacidad de análisis como fuente de aprendizaje, y utilizar el entorno cotidiano como un elemento cercano en la didáctica de las ciencias, idóneo para propiciar aprendizajes significativos (Torres 2010).

Banchi y Bell (2008) sugieren que existen cuatro niveles de aprendizaje basado en la indagación en enseñanza de las ciencias: indagación de confirmación, indagación estructurada, indagación guiada e indagación abierta. Con la indagación de confirmación, los estudiantes cuentan con la pregunta y el procedimiento (método), y los resultados se conocen de antemano. La indagación estructurada es útil cuando el objetivo de un profesor es reforzar una idea introducida anteriormente, para presentar a los estudiantes la experiencia de las investigaciones conductivas, o para que los

estudiantes practiquen una habilidad de indagación específica, como la recogida y registro de datos.

En la indagación estructurada, la pregunta y el procedimiento son facilitadas por el maestro, sin embargo, los estudiantes generan una explicación fundamentada en las pruebas que han recogido. En la indagación guiada, el profesor proporciona a los alumnos sólo la pregunta de investigación y los estudiantes diseñan el procedimiento (método) para probar su pregunta y las explicaciones resultantes. Debido a que este tipo de investigación es más complicado que la indagación estructurada, da mejor resultado cuando los estudiantes han tenido más oportunidades de aprender y practicar diferentes formas de planificar experimentos y registrar datos.

En el cuarto y más alto nivel de indagación, la indagación abierta, los estudiantes tienen las oportunidades más similares a la realidad científica, derivando preguntas, diseñando y llevando a cabo investigaciones, y comunicando sus resultados. Este nivel requiere un mejor razonamiento científico y exige un cierto desarrollo cognitivo de los estudiantes.

La enseñanza por indagación es una estrategia apta para ser aplicada a cualquier nivel educativo (Ruiz 2007) y susceptible de ser utilizada en ámbitos muy específicos de la ciencia, como puede ser en química o en física (Dermott et al 1996).

### **4.2.1 Características:**

- El aprendizaje por indagación enfatiza las ideas constructivistas del aprendizaje. El conocimiento se construye de una manera gradual. El aprendizaje se produce mejor en situaciones grupales.
- El profesor no comienza con una afirmación, sino con una pregunta. Presentar las preguntas para que los estudiantes resuelvan es un método más eficaz de enseñanza en muchas áreas. Esto permite a los estudiantes buscar información y aprender por su cuenta con la guía del profesor.
- Los procesos específicos de aprendizaje que los estudiantes dedican durante el proceso de aprendizaje por indagación son:
  - Crear sus propias preguntas
  - Obtención de pruebas o evidencias para responder a la pregunta o preguntas

- Explicar las pruebas recogidas
- Conexión de la explicación a los conocimientos obtenidos a partir del proceso de investigación
- Creación de un razonamiento y justificación de la explicación (Bain et al 2005).
- El tema, el problema a estudiar, y los métodos utilizados para responder a este problema son determinados por parte del alumno y no del maestro (este es un ejemplo del nivel 3 de la escala de Herron (Herron 1971)

El tema, el problema a estudiar, y los métodos utilizados para responder a este problema son determinados por parte del alumno y no del maestro (este es un ejemplo del nivel 3 de la escala de Herron (Herron 1971).

Los comentarios anteriores representan un aula que está totalmente comprometida con la investigación, en la mayor medida posible. Sin embargo, no hay que pecar de extremistas y adoptar un enfoque de todo o nada para los métodos de enseñanza basados en la indagación.

En la década de 1960, Schwab dictaminó que la indagación se dividiera en cuatro niveles distintos. Esto fue más tarde formalizado por Marshall Herron en 1971, que desarrolló la escala de Herron para evaluar la cantidad de la indagación dentro de un ejercicio de laboratorio particular. Desde entonces, se han producido una serie de modificaciones propuestas, pero el consenso en la comunidad educativa de la ciencia es que hay disponibles una variedad de métodos de enseñanza basados en la indagación (Herron 1971).

### **4.2.2 Niveles:**

Los maestros a veces creen que para que los estudiantes se motiven a utilizar actividades de indagación, deben diseñar las investigaciones científicas desde cero y llevarlas a cabo por su cuenta. Esto no es verdad. De los estudiantes de primaria no se puede esperar que sean inmediatamente capaces de diseñar y llevar a cabo sus propias investigaciones. De hecho, la mayoría de los estudiantes, independientemente de su edad, necesitan mucha práctica para desarrollar sus habilidades de investigación y entendimiento hasta un punto en que puedan llevar a cabo su propia investigación de

principio a fin. Por suerte, hay muchos niveles de investigación que los estudiantes pueden desarrollar en su camino hacia el pensamiento científico más profundo.

Hemos encontrado cuatro niveles (confirmación, estructurado, guiado, abierto) para ser utilizados en la clasificación de los niveles de investigación en una actividad. La clasificación se centra en la cantidad de información (por ejemplo, la pregunta de orientación, el procedimiento y los resultados esperados) que se proporciona a los alumnos y la cantidad de orientación que proporcione el profesor (Bell, Smetana y Binns 2005; Herron 1971; Schwab 1962).

En el primer nivel, la investigación de confirmación, los estudiantes disponen de la pregunta y el procedimiento (método), y los resultados se conocen de antemano. La indagación de confirmación es útil cuando el objetivo de un profesor es reforzar una idea introducida anteriormente, para presentar a los estudiantes la experiencia de la investigación, o para hacer que los estudiantes practiquen una habilidad de investigación específica, como la recogida y registro de datos. Por ejemplo, es posible que desees que los estudiantes confirmen que cuanto menor resistencia al aire oponga un objeto, más rápido se caerá. Los estudiantes pueden crear helicópteros de papel con las alas de diferentes longitudes para confirmar esta idea. Siguen las instrucciones para hacer el experimento, registran sus datos y analizan los resultados.

En el siguiente nivel, la indagación estructurada, la pregunta y el procedimiento se sigue siempre por el maestro, sin embargo, los estudiantes generan una explicación apoyada por las pruebas que han recogido. Usando el mismo ejemplo del avión de papel, a los estudiantes no se les dijo la relación que estaban investigando antes de tiempo.

Necesitaran usar los datos recogidos que mostraban que los aviones con alas más largas tardaron más tiempo en caerse para entender que las alas más largas crean una mayor resistencia del aire y frenan los aviones. Si bien, la confirmación y la indagación estructurada se consideran indagaciones de nivel inferior, son muy comunes en los programas de ciencias de primaria. Este tipo de preguntas son importantes porque permiten a los estudiantes desarrollar progresivamente sus capacidades para llevar a cabo indagaciones más abiertas.

## LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE LA INDAGACIÓN

En el tercer nivel, la investigación guiada, el profesor proporciona a los alumnos sólo la pregunta sobre la que se ha de indagar y los estudiantes diseñan el procedimiento (método) para poner a prueba sus preguntas y las explicaciones resultantes. Debido a que este tipo de investigación es más complicado que la indagación estructurada, da mejores resultados cuando los estudiantes han tenido numerosas oportunidades de aprender y practicar diferentes formas de planificar experimentos y los datos de registro.

El hecho de que los estudiantes diseñen sus propios procedimientos no significa que el papel del profesor sea pasivo. Al contrario, los alumnos necesitan ser guiados en cuanto a si sus planes de investigación tienen sentido.

En el cuarto y más alto nivel de indagación, la indagación abierta, los estudiantes tienen las mejores oportunidades para actuar como científicos, derivando preguntas, diseñando y llevando a cabo las investigaciones, y comunicando sus resultados. Este nivel requiere el razonamiento más científico y mayor demanda cognitiva de los estudiantes. Con una amplia experiencia en los tres primeros niveles de la indagación, los estudiantes de los niveles cuarto y quinto grado serán capaces de llevar a cabo con éxito investigaciones abiertas. Solamente es apropiado que los estudiantes realicen investigaciones abiertas cuando hayan demostrado que pueden diseñar con éxito y llevar a cabo investigaciones en las que tan solo se les proporciona la pregunta. Esto incluye ser capaces de registrar y analizar los datos, así como sacar conclusiones de los datos que han recogido.

Los cuatro niveles de indagación y la información dada a los estudiantes en cada uno de ellos son los siguientes:

- Consulta –Confirmación:
  - Los estudiantes confirman un principio a través de una actividad cuando los resultados se conocen de antemano.
  - Información: Pregunta, Procedimiento y Solución
- Indagación estructurada
  - Los estudiantes investigan cuestión presentada por un profesor a través de un procedimiento establecido.
  - Información: Preguntas y Procedimiento
- Indagación guiada

- Los estudiantes investigan una pregunta presentada por el maestro usando los procedimientos diseñados/seleccionados por el estudiante.
- Información: Pregunta
- Indagación abierta
  - Los estudiantes investigan las preguntas que son formuladas por estudiante a través de procedimientos diseñados y seleccionados por el estudiante.

## 5.-EL MÓDULO DE INDAGACIÓN:

### ¿CUÁNTA ENERGÍA PUEDO AHORRAR?

La propuesta se implementó en un grupo de 7 niños de 4º curso de Primaria del CEIP Miguel Hernández durante mi periodo de prácticas en dicho centro. El desarrollo tuvo ciertos contratiempos, ya que el horario de mi tutor de prácticas era bastante apretado y tuve que impartir mi módulo en las horas de la asignatura alternativa a la religión con un grupo diferente al que había estado trabajando durante el resto de mis prácticas.

El diseño se ha llevado a cabo teniendo en cuenta toda la fundamentación teórica y justificación antes desarrollada, así como el grupo y contexto en que se ha implementado la propuesta, que ha sido lo que más ha condicionado la metodología y los contenidos desarrollados. La metodología que se ha utilizado ha sido siempre orientada a la indagación y la investigación y se ha intentado adaptar a las características del grupo de alumnos. Los contenidos se han elegido teniendo en cuenta la asignatura de Conocimiento del Medio y lo que habían estudiado en la misma hasta el momento de iniciar el módulo. Ya que habían estado trabajando con el reciclaje y con la energía en las dos últimas unidades didácticas me pareció adecuado profundizar los conocimientos adquiridos en ambas unidades en un único módulo de indagación llamado: **El ahorro de energía**. Se trataría de profundizar en el tema de la reducción de consumo de energía y, a su vez, averiguar algunos principios básicos del funcionamiento de la electricidad y su relación con el consumo energético.

### **5.1.- Consideraciones previas**

Antes de desarrollar la propuesta es necesario tener en cuenta tres aspectos claves:

#### **a) El contexto educativo**

El CEIP Miguel Hernández se sitúa en el Barrio de Pajarillos, se trata de un barrio del noreste de la ciudad de Valladolid. Se trata de un barrio situado a las afueras, con un nivel socioeconómico bajo, lo que hace que el alumnado tenga ciertas desventajas en su entorno familiar y social. La falta de ayuda por parte de algunos padres al estudio de sus hijos o la poca implicación que tienen algunas familias con la vida y el entorno escolar son algunas de las mayores trabas que encuentran los alumnos en su vida escolar. Por otra parte, existen centros en el barrio donde se brinda a los niños la ayuda en el estudio que no pueden obtener en casa ya sea por causas familiares o por no tener un entorno adecuado para el estudio. La implicación de las familias es de gran importancia en el desarrollo del módulo, ya que gran parte de la indagación consiste en resolver las dudas a las que no encontramos solución a través de las encuestas y las preguntas a aquellos que nos pueden ofrecer ayuda.

#### **b) Dimensión espacial, el aula de 4ºB**

Se trata de un aula con muchas posibilidades educativas para tratar el contenido de esta propuesta debido a su gran amplitud, que nos dejará libertad para poder experimentar y practicar con los diferentes aparatos que investigaremos. Sin embargo, el aula cuenta con una importante desventaja, ya que no cuenta con pizarra digital que es un recurso de gran utilidad para realizar determinadas actividades programadas. Este problema se soluciona trasladándonos en las sesiones que se precise al aula multimedia, con el inconveniente de tener que movilizar al grupo a otra aula distinta.

#### **c) Dimensión temporal**

Contamos con 4 sesiones de 1 hora que en algunos casos se habrán de dividir en 2 sesiones de media hora. Es un margen de tiempo bastante ajustado, lo que nos obligará a volcar cierta carga didáctica al trabajo personal de los alumnos en su casa. Esto también implica un cambio metodológico, ya que las actividades que se llevan a casa se tienen que resolver individualmente, a diferencia de las actividades que realicemos en el aula, que implicarán a un grupo de alumnos.

**d) El grupo – clase**



FIGURA 1: El grupo de alumnos

Se trata de un pequeño grupo (tan solo 7 niños) de 4º curso de primaria bastante homogéneo en cuanto a sus características individuales. Todos muestran cierto interés y aptitud hacia las ciencias, sin embargo, algunos alumnos tienen un mejor nivel y pueden tener una mayor facilidad para la indagación, de manera que, antes de crear los grupos y de saber en qué rumbo va a dirigirse el módulo, se ha de realizar una valoración previa de los conocimientos de cada alumno sobre ciertos conceptos del funcionamiento de la energía eléctrica. Por otra parte, es muy importante tener en cuenta que el grupo nunca ha trabajado antes con este tipo de metodología de aprendizaje por indagación, de manera que será necesario dejar bien claros los propósitos del módulo y la manera en la que vamos a trabajar en el mismo.

**5.2.- Objetivos**

Los objetivos que se pretende conseguir con el módulo de indagación están orientados, no tanto al aprendizaje de los contenidos, como a la adquisición y desarrollo de habilidades científicas relacionadas con la indagación y la búsqueda de la comprensión de los conceptos científicos que se presentarán.

Destacaré los siguientes **objetivos específicos**:

- Desarrollar el interés por la ciencia.
- Aprender estrategias para encontrar las soluciones por uno mismo.

- Encontrar las ideas de soluciones nuevas ante una situación dada.
- Saber considerar diferentes soluciones a un mismo evento o situación.
- Colaborar con los compañeros en la búsqueda de soluciones.
- Aceptar y valorar las propuestas de los compañeros.
- Adoptar una postura de respeto y cuidado hacia el medioambiente.
- Aprender conceptos básicos de electricidad y su relación con el consumo de energía.

### 5.3.- Contenidos

Como he mencionado anteriormente, se han elegido los contenidos teniendo en cuenta el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural y los temas o unidades que los niños ya han trabajado en clase a lo largo del curso con un material didáctico elaborado por su tutor, además se trata de temas de gran importancia en la actualidad como la sostenibilidad del medio ambiente. Las dos unidades concretas que he tomado como referencia a la hora de diseñar el módulo y los contenidos de las mismas que los alumnos ya conocen han sido:

- Aprendiendo a reciclar:
  - La importancia de reciclar.
  - Cómo influye el ahorro de energía en nuestro medio ambiente.
  - Cómo debo comportarme ante la tarea de reciclar.
- La energía, usos y costumbres:
  - ¿Qué es la energía?
  - La importancia de la energía
  - Los tipos de energía
  - Cómo influye la energía en nuestras vidas
  - Los diferentes usos de la energía

Los contenidos del área de Conocimiento del medio natural, social y cultural, establecidos por el Decreto 40-2007 de 3 de mayo (BOCyL 20.07.2007) para el segundo ciclo de E. Primaria, que se trabajarán en el módulo son los siguientes:

- Respeto de las normas de uso, seguridad y mantenimiento de los instrumentos de observación y materiales de trabajo.

- El consumo y desarrollo de actitudes de consumo responsable.
- La energía y los cambios. Fuentes y usos de la energía. Intervención de la energía en la vida cotidiana. Uso responsable de las fuentes de energía en el planeta: el ahorro energético.
- Propiedades de los materiales de uso común y su comportamiento ante los cambios energéticos. Planificación y realización de experiencias sencillas haciendo predicciones explicativas sobre resultados.
- Desarrollo de actitudes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales.
- Operadores eléctricos: circuitos eléctricos básicos. Efectos de la electricidad.
- El uso de aplicaciones tecnológicas respetuosas con el medio ambiente.
- Las tecnologías de la información y la comunicación. Obtención de información y valoración de su contenido.
- Búsqueda guiada de información en Internet.

### **5.4.- Contribución del módulo al desarrollo de las competencias básicas**

El módulo tiene un carácter global, de manera que abordará en mayor o menor medida la mayoría de las competencias básicas, destacando el desarrollo de la competencia en conocimiento e interacción con el mundo físico y la competencia aprender a aprender.

En primer lugar, tratándose de unos contenidos relacionados con el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural, hay que destacar el desarrollo de la “competencia en conocimiento e interacción con el mundo físico” con la ampliación de conocimientos acerca de la energía, la electricidad y la conservación del medio ambiente a través de la reducción del consumo de energía, sin embargo, se trata de un módulo de aprendizaje por indagación, que no pretende desarrollar tanto los aspectos conceptuales como los procedimentales, desarrollar destrezas, habilidades y actitudes que permitan al alumno establecer una conexión más profunda con la ciencia a través de la interacción con el mundo físico.

La otra competencia en constante desarrollo durante el transcurso del módulo será la competencia “aprender a aprender”, ya que estaremos utilizando técnicas para

aprender, para trabajar en equipo, para extraer y sintetizar información, tales como observación, mapas mentales, desarrollo de hipótesis, comprobación de las mismas, etc.

La “competencia social y ciudadana” se desarrolla especialmente en el ámbito de las relaciones más próximas (familia, amigos, compañeros,...), ya que serán los colaboradores en el proceso de indagación del alumno. La función de la familia y de los compañeros será vital para conocer diferentes visiones de los fenómenos que estudiaremos, aportarán sus ideas y sus conocimientos ayudando al alumno a extraer las conclusiones más acertadas y, además, a contrastarlas con las de sus compañeros.

En lo que se refiere a la “competencia en el tratamiento de la información y competencia digital” utilizaremos varios instrumentos de recogida de información como tablas, cuestionarios, escalas,... Así mismo, la utilización básica del ordenador, y la búsqueda guiada en Internet, contribuyen también, de forma decisiva, al desarrollo de esta competencia.

La claridad en la exposición en los intercambios comunicativos, el uso del debate y la capacidad de síntesis, contribuyen muy especialmente al desarrollo de la “competencia en comunicación lingüística”.

El módulo también influye en gran medida en el desarrollo de la competencia “autonomía e iniciativa personal”, al enseñar a tomar decisiones por uno mismo, planificando de forma autónoma la recogida de información y la utilización de esa información para extraer conclusiones.

Trabajaremos con cifras y con diferentes magnitudes y unidades de electricidad y tiempo a la hora de calcular el consumo eléctrico, de manera que se utilizarán técnicas y herramientas matemáticas como el uso de fórmulas y cálculos complejos que contribuirán al desarrollo de la competencia matemática.

### **5.5.- Metodología**

Teniendo en cuenta los cuatro niveles de indagación que nos sugiere Herron (1971), he decidido llevar a cabo una indagación estructurada, debido al pequeño número de sesiones con que contamos, que requieren una preparación más programada, y a la falta de experiencia de los alumnos en esta metodología concreta. Los alumnos tienen que indagar y descubrir, pero será el maestro el que vaya guiando el aprendizaje

en el camino que considera adecuado. Se presenta una pregunta (¿Cuánta energía puedo ahorrar en un solo día?) y los alumnos deben seguir un procedimiento ya establecido pero desarrollando estrategias de indagación como el planteamiento de nuevas cuestiones, la recogida de información, de pruebas,... y finalmente generar una explicación apoyada por las pruebas que han recogido.

La organización de los alumnos en el aula es grupal, concretamente 2 parejas y un grupo de 3 alumnos, los grupos se constituyeron teniendo en cuenta las capacidades de cada alumno, que fueron observadas a través de la realización de una pequeña evaluación diagnóstica previa al comienzo del módulo. Este tipo de organización aporta muchas ventajas en el trabajo con esta metodología, ya que el alumno no se encuentra solo a la hora de formular hipótesis y extraer conclusiones, sino que cuenta con uno o varios compañeros que le ayudarán a validar dicha hipótesis o a contrastarla con otras ideas. El trabajo grupal también favorecerá un clima de apoyo y cooperación en el aula, que ha de conseguirse para superar las dificultades que se presentarán en el proceso.

### **5.5.1 Fases en el proceso de indagación**

En el desarrollo del módulo de indagación se establecieron varias partes diferenciadas, que no necesariamente se llevaron a cabo cada una en una sesión, pero si siguieron una secuencia lineal. En cada una de las fases se realizaron una o varias actividades, pero intentaré plasmar lo más característico del proceso:

#### 1.- Primera fase: Puesta en escena del módulo de indagación

Para introducir el tema de la indagación a los alumnos es necesario plantear una serie de cuestiones a los alumnos para saber lo que conocen acerca de este tipo de metodología y para que, progresivamente, vayan metiéndose en el papel y comprendiendo el proceso que se va a llevar a cabo en el desarrollo del módulo. ¿Qué es indagar? Para presentar el proceso de la indagación comparé el dicho proceso con una investigación científica, nosotros vamos a ser los científicos y tenemos que descubrir cosas, pero ¿Qué procesos tenemos que seguir para llegar a hacer un descubrimiento? Lo primero de todo será observar un fenómeno y plantearnos una cuestión acerca del mismo. ¿Podemos saber cómo funciona un fenómeno solo con observarlo? No, pero podemos formular hipótesis y después comprobarlas a través de la experimentación.

2.- Segunda fase: Introducción al tema “el ahorro de energía”

Una vez los alumnos conocen la manera en la que se va a trabajar es necesario plantear un interrogante, una pregunta sobre la que se sostenga todo el trabajo que realicemos a lo largo del módulo y cuya respuesta será nuestro objetivo final. Pero antes de abordar el tema directamente planteando la pregunta, me pareció adecuado introducir el contenido a través de una noticia real (“Con la luz a medio gas”, El País, 4 Abril 2012) que nos sirvió para ponernos en situación y para reflexionar y debatir acerca de la situación actual de nuestro país y de la crisis energética que sufrimos.

3.- Tercera fase: La pregunta (¿Cuánta energía puedo ahorrar en un día?)

La pregunta que se formuló fue: “¿Cuánta energía eléctrica puedo ahorrar en un día?” Esta pregunta será el motivo que movilice la búsqueda de conocimiento, lo que impulse a los alumnos a indagar y a reflexionar. Pero hasta llegar a responder a esta cuestión debemos atravesar un camino cargado de muchos más interrogantes que fueron surgiendo a medida que avanzábamos en el desarrollo del módulo.

4.- Cuarta fase: Definición de las hipótesis de trabajo.

Al plantear la pregunta surgen muchos más interrogantes e hipótesis que nos van a orientar en los posteriores pasos de nuestra investigación. Como primer interrogante planteamos la pregunta; ¿cómo puedo ahorrar energía eléctrica?. Los alumnos formularon varias hipótesis a través de una lluvia de ideas o “brainstorming”: *se puede ahorrar energía apagando las luces cuando no las estamos usando, utilizando la luz del sol hasta que se haga de noche, desenchufando aparatos eléctricos cuando no los estamos utilizando, etc.* entre todas las ideas que plantearon los alumnos surgió una que me pareció interesante, ya que expuse que no habían contado con el gasto que hacen los teléfonos móviles y las videoconsolas portátiles y creían que eso no gastaba energía ya que funcionaba con pilas o baterías, lo que dio pie a que después trabajáramos con cargadores y pilas. Sin embargo, en este momento surgen cuestiones como: ¿Cuánta energía gasta cada aparato? Y ¿Cómo se mide la energía eléctrica?

Para empezar a plantear hipótesis sobre estas cuestiones se presentaron varios aparatos eléctricos con etiquetas en las que se indicaban los Vatios (W) que consume cada uno. Los niños buscaron el símbolo “W” en dichos aparatos y, según la naturaleza de cada aparato (una fuente de alimentación, una bombilla de bajo consumo, una

bombilla normal, un cargador,...) deberían deducir qué significa esa “W” formulando una hipótesis que posteriormente investigaríamos. Además, los niños deberán buscar, de manera individual, diferentes aparatos en los que se indique los “W” y anotar el tipo de aparato y los “W” que marca.

### 5.- Quinta fase: Investigación-experimentación

En esta etapa no están descartadas la formulación de nuevas preguntas e hipótesis, al contrario, es natural que aparezcan. Sin embargo, ahora trabajaremos con instrumentos que nos permitan verificar las hipótesis experimentando con ellos. Dichos instrumentos funcionan con electricidad, lo que supone dejar bien claras las normas de seguridad con dichos aparatos y estar seguros de que, si los niños manipulan los instrumentos o los cables, estén desenchufados en ese momento. El instrumento de medición que utilizamos es el polímetro, su utilización es compleja pero nos permite observar los datos que necesitamos de manera clara y precisa. Los demás instrumentos son básicamente; bombillas, ventiladores, transformadores y pilas. Dichos instrumentos nos permitirán comprobar las hipótesis formuladas con anterioridad acerca de los vatios y cuál es su función en la electricidad.



FIGURA 2: Los aparatos eléctricos

Este es el momento de que los niños muestren sus hipótesis al resto de los grupos de la clase, lo que servirá para contrastar sus opiniones con las demás y para

establecer una idea más clara de qué es lo que tenemos que comprobar. Algunos grupos decían que: *los vatios sirven para medir la electricidad* otros fueron más precisos y dedujeron que: *los vatios sirven para saber cuánta electricidad gasta un aparato, si un aparato es más grande tiene más vatios*. Dicha definición era muy completa y precisa, de manera que la utilizamos para continuar nuestra investigación, pero aún se podía descubrir más cosas acerca del consumo eléctrico y los vatios. Para comprobar y reformular la hipótesis era necesario trabajar con los aparatos eléctricos que tenemos. A través de la experimentación y, sobre todo, de la observación se intentaría llegar a ciertas conclusiones, sin embargo, a veces fue necesario ser yo quien planteara las cuestiones que irían orientándonos hacia dichas conclusiones ya que sería muy complicado para los niños deducir ciertas cosas sin ayuda y guía.

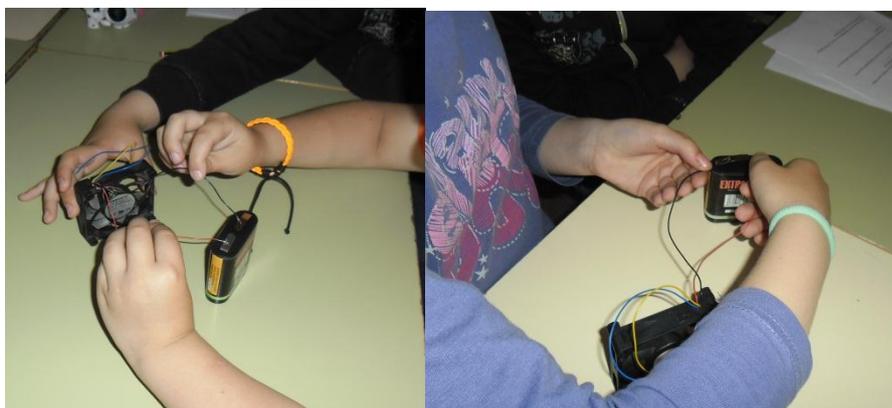


FIGURA 3: Manipulación de objetos eléctricos

Observamos un ventilador enchufado a distintos transformadores (uno de un móvil y otro de videoconsola) y planteo a los niños varias cuestiones ¿Mueve el mismo aire cuando lo enchufamos a cada uno de los transformadores?, ¿con qué transformador mueve más aire?, etc. Los niños fueron anotando las observaciones, ya que estas preguntas no requerían una gran reflexión. Realizamos un proceso similar con los demás aparatos eléctricos fijándonos en cuestiones como la intensidad de luz que emiten las bombillas o el medio desde el que obtienen la electricidad. Gracias a la observación de las pilas, pudimos ver cómo, dependiendo del ventilador que enchufáramos (más o menos potente) la pila se gastaba más rápido o más despacio. Todo esto permitió a los alumnos extraer conclusiones como: *un mismo instrumento puede gastar más o menos electricidad dependiendo a qué lo enchufamos* o *Hay aparatos que gastan más electricidad que otros enchufados a lo mismo*.



FIGURA 4: Bombillas de diferente intensidad lumínica

La siguiente parte de nuestra investigación implicará a los niños un trabajo individual en casa en el que tendrán que fijarse en los aparatos eléctricos que utilizan y anotar en una ficha el tipo de aparato y el tiempo que lo han estado utilizando. Esta parte de la investigación se realizará en dos días diferentes; un día en el que los alumnos intentarán consumir el mínimo de electricidad, basándose en todos los consejos para ahorrar energía que ellos mismos sugirieron al principio del módulo, y otro día en el que los alumnos consumirán electricidad sin preocuparse por el gasto.

La tabla tendría el siguiente formato:

Objeto	Tiempo de funcionamiento (en minutos, horas,...)	Consumo (W/h)	Dinero

FIGURA 5 : Tabla de consumo eléctrico

Pero, ¿cómo relacionamos el tiempo de funcionamiento con el gasto?, ¿cómo podemos averiguar lo que hemos gastado o cuánto hemos economizado con nuestras medidas de ahorro? Estas preguntas se plantearon en clase a la vez que se introdujo el término w/h, pero fue muy complicado que los alumnos llegaran a una conclusión de manera que se estableció un símil con un coche. Si un coche va a 60 km/h tardará una

hora en hacer 60 km, si un aparato eléctrico consume 20 w/h ¿cuántos vatios habrá consumido en una hora? A partir de esta explicación, a los niños les costó mucho menos relacionar el consumo con una unidad de tiempo, lo cual nos permitió plantearnos las siguientes cuestiones: Sé el tiempo que ha estado mi aparato conectado y cuántos vatios consume pero, ¿cuánto dinero me ha costado? La respuesta a esta pregunta la encontramos en internet.

En la sala de informática establecimos una pequeña webquest en la que tuvieron que buscar a través de diferentes páginas de internet la siguiente información: precio de un kW/h y el consumo o potencia de los aparatos eléctricos que habían anotado en su lista. A través de diferentes páginas sugeridas los niños fueron capaces de recoger todos los datos necesarios, pero aún nos quedaba la parte final, ¿Cuánto dinero hemos ahorrado?

Para esta fase fueron necesarios ciertos conocimientos matemáticos que los niños aún no conocían y razonamientos complejos, de manera que la indagación fue bastante guiada en esta parte. Sabemos el consumo en Wh de nuestros aparatos y el precio de un Wh pero tenemos que intentar relacionar ambas magnitudes, intenté simplificar la explicación a través de un ejemplo sencillo para que ellos fueran capaces de deducir cómo se puede obtener el precio final de su consumo diario. Tras observar el ejemplo: *primero calculo los w que he gastado teniendo en cuenta el tiempo, 2 wh durante 4 horas serán  $4 \times 2 = 8$  w, si cada w cuesta 0,8 euros multiplico  $8 \times 0,8 = 6,4$  euros.* Este proceso fue mucho más complicado de lo que preví y tuve que ayudarlos en muchas ocasiones, por supuesto, todos los alumnos contaban con calculadora, pero algunos no sabían utilizarla o realizaban mal las operaciones saltándose pasos. Cuando comprobé personalmente que los niños estaban realizando correctamente las operaciones dejamos el resto del ejercicio para casa. Los niños finalmente calcularon la diferencia entre el día de bajo consumo y el día de consumo normal llegando a diferencias de 10 a 15 cents diarios, pero a los niños no les parecía una gran diferencia, de manera que calculamos la diferencia mensual, ellos mismos fueron capaces de deducir que, si el mes tiene 30 días, tendríamos que multiplicar por 30 nuestra diferencia de dinero. La diferencia mensual les pareció más impresionante y tuvimos en cuenta que no contamos lavadoras, secadoras, cocinas,... y demás electrodomésticos que se utilizan en casa y consumen mucha electricidad.

### 6.- Sexta fase: Exposición de resultados y conclusiones:

Esta fase es de gran importancia en el proceso de indagación, ya que es el momento en el que los niños asimilan los conceptos y pueden estructurar sus conocimientos. Esta fase está directamente relacionada con la anterior (investigación-experimentación) ya que constantemente estamos reflexionando y sacando conclusiones basadas en las vivencias y experimentos realizados. Muchas de las conclusiones que extrajeron los alumnos se han comentado en el anterior punto, ya que dichas conclusiones sirven como base para plantear la siguiente etapa de nuestra investigación.

En esta etapa, los alumnos reflexionaron de manera individual y grupal acerca de todo lo que habían observado y extrajeron unas conclusiones que quedaron reflejadas en las fichas que se les proporcionó, que servían como una guía para el proceso de investigación. Tras cada experimento o investigación, se fue preguntando a cada grupo acerca de las conclusiones que habían extraído y, entre todos los grupos, fuimos analizando todas las conclusiones para ir encaminándonos hacia las teorías más acertadas.

En muchas de las reflexiones se observaron errores y faltas de claridad en su explicación, pero es necesario llegar a una conclusión clara para poder continuar el proceso, de manera que la labor del profesor es esencial en esta etapa, es el encargado de hacer que todos los alumnos reflexionen sobre sus propias reflexiones y extraigan una conclusión clara que nos permita seguir adelante. Pero, por supuesto, no hay que confundir el ayudar a sintetizar una conclusión con proporcionar a los alumnos las soluciones que nos interesan, es necesario que sean ellos los que reflexionen y discurren acerca de lo que observan, el profesor debe limitarse a ayudar en ese proceso.

La elaboración de nuestras conclusiones finales se basó principalmente en retomar las preguntas que iniciaron el proceso e intentar darlas respuesta después de todas las experiencias adquiridas. Los alumnos han podido solucionar sus dudas en cuanto a:

- ¿Cómo puedo ahorrar electricidad?
- ¿Cómo se puede medir el consumo eléctrico?
- ¿Qué aparatos gastan más electricidad?
- ¿Cuánta electricidad puedo ahorrar en un día?

### **5.6.- Estrategias y técnicas utilizadas en el proceso de indagación**

Estas estrategias son de gran importancia en este tipo de metodología, ya que van a ser las seleccionadas para llevar a cabo el proceso de indagación. Se elegirá cada tipo de estrategia dependiendo del nivel de los alumnos, por tanto, teniendo en cuenta las características del alumnado de nuestro módulo he elegido las siguientes:

- **Observación:** Consiste en la percepción directa del objeto de investigación. Es el instrumento universal del científico ya que permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos. Puede ser simple (espontánea) o sistemática (organizada, reiterada y con control). En nuestro caso, dada la inexperiencia de nuestros alumnos en la investigación, consistió en una observación espontánea.
- **Experimentación:** Consiste en el estudio de un fenómeno, llevándolo a cabo en las condiciones que interesen eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él.
- **Búsqueda de información:** Operaciones que tienen por objeto poner al alcance del alumno la información que dé respuesta a las preguntas planteadas. En nuestro caso buscamos información a través de internet, y los niños también se informaron a través de otros medios a los que tuvieron acceso en su casa, como pueden ser las preguntas a los padres.
- **Técnicas de medida:** Diferentes formas de medir o cuantificar las respuestas a diferentes tipos de preguntas para sintetizar la información y conseguir mayor riqueza de información.

### **5.7.- Equipamientos, materiales y recursos didácticos:**

La preparación y elección de los recursos y materiales adecuados que inviten a la motivación y adquisición de conocimientos necesarios es fundamental para conseguir los objetivos que nos proponemos. Por ello, la función del docente en esta parte es fundamental, ya que debe tener muy claro cuáles son los objetivos que pretende conseguir con el material que prepara y, sobre todo, saber enfocarlo para que los alumnos sean capaces de utilizar dichos recursos y desarrollar conocimientos y reflexiones a partir de ellos.

- Equipamientos
  - De centro: Nuestra propia aula, mobiliario adecuado y correcto, laboratorio de ciencias.
- Materiales
  - Material específico: Polímetro, aparatos eléctricos (bombillas, ventiladores, fuente de alimentación,...), pilas (normales y de petaca), cableado, regletas y casquillos.
  - Aportados por el alumno: Libreta, material escolar.
  - Aportados por el maestro: fichas con cuestiones y encuestas.
  - TIC`s: Pizarra Digital Interactiva de la sala multimedia y ordenadores.

## **6.- EXPOSICIÓN DE RESULTADOS:**

Como instrumentos para la recogida de resultados trabajamos con un registro anecdótico encargado de recoger aquellas cuestiones del día a día del aula que contemplamos mediante la observación directa.

Por otro lado, analizamos las producciones y reflexiones de nuestros alumnos, ya que se han ido haciendo preguntas a lo largo de todo el proceso de indagación, valorando todas las reflexiones, ya sean escritas u orales. En todo momento se intentó fomentar la autonomía de los alumnos ya que se trata de un componente muy importante del proceso de indagación.

Por último, se realizó un breve cuestionario individual para evaluar todo lo aprendido a lo largo del módulo de indagación, valorando no solo los contenidos más explícitos del módulo, sino también la experiencia grupal y la implicación de cada alumno en el grupo.

Para valorar los resultados obtenidos nos remontaremos a los objetivos que presentamos al inicio de la propuesta, de manera que intentaremos apreciar hasta qué punto los alumnos han sido capaces de alcanzar dichos objetivos.

El objetivo general de la propuesta era favorecer la adquisición y desarrollo de habilidades científicas y la búsqueda de la comprensión de los conceptos científicos que se presentaron. Podría decirse que, en términos generales se ha conseguido dicho

objetivo, los alumnos han conseguido desarrollar la comprensión de la ciencia y han conseguido adquirir los conceptos por sus propios métodos, a través de la indagación, la experimentación y la reflexión. Por supuesto, no todos los alumnos han conseguido dichos objetivos de la misma manera, algunos alumnos no sabían definir con tanta precisión los conceptos que aprendimos o aún guardaban algunas ideas erróneas, pero el haber trabajado en pequeños grupos ha ayudado a que todos fueran capaces de contribuir en el proceso de indagación y adquirir las habilidades científicas que buscábamos.

De igual manera, los niños han aprendido a valorar las reflexiones de los compañeros. En algunos casos, el egoísmo propio de los niños les hacía descartar hipótesis o reflexiones de los compañeros pero les hice ver que tanto sus reflexiones como las de los compañeros podían ser perfectamente válidas y, posteriormente, se demostró que todos fueron capaces de aportar su granito de arena para construir los conceptos que buscábamos, y que no era posible descartar una hipótesis antes de comprobarla. De esta manera, fueron capaces de trabajar en conjunto y apoyándose unos a otros, lo que en un principio eran parejas y grupos pequeños, finalmente se convirtió en un grupo mucho más grande que englobaba a todos los alumnos, que aprendieron a colaborar y a buscar soluciones juntos.

Uno de los aspectos que más me llamó la atención fue el interés que mostraron los alumnos en la manipulación de los objetos que facilitamos y, también, la capacidad para realizar un tanteo experimental a través de la modificación de los fenómenos que originaban dichos objetos. A veces, los niños eran capaces de predecir lo que íbamos a observar en los experimentos o de adivinar el modo de utilización de los objetos, incluso en algunos casos como la manipulación de ventiladores fueron capaces de desarrollar nuevos experimentos con los que yo no contaba, como por ejemplo, conectar varios ventiladores a la misma pila de petaca y observar las diferencias con un solo aparato conectado. Finalmente, ellos mismos llegaron a exigir la justificación o comparación de las afirmaciones que se sugerían mediante la observación o la experimentación antes de darlas por válidas.

La tendencia natural de los niños a la acción, a la creación y a la expresión espontánea fue sorprendente. Al ofrecer un marco de libertad a los niños, estos son capaces de desplegar mucho potencial y fueron capaces de desarrollar sus propias

estrategias para buscar soluciones, por ejemplo, a la hora de buscar en internet muchos fueron capaces de encontrar el consumo exacto de sus aparatos eléctricos y a la hora de reflexionar sobre el gasto, algunos niños fueron capaces incluso de deducir la manera de calcular el gasto final, sin embargo, otros no eran capaces de entender las reflexiones de los compañeros y había que intentar que todos comprendieran algunos contenidos antes de poder proseguir. Pero la iniciativa de alcanzar un objetivo deseado en lugar de esperar la solución del profesor fue ejemplar en todos los alumnos.

En cuanto a los contenidos que se trataron en el aula podría decirse que no todos lograron interiorizarlos con el mismo éxito, existiendo importantes diferencias entre unos alumnos y otros, no obstante, el principal objetivo que me marqué al elegir los contenidos fue el de que consiguieran conocer el concepto de sostenibilidad y su importancia en el medio ambiente. Dicho objetivo creo que se ha visto cumplido con creces, y este mérito se debe no solo al módulo de indagación, sino al eje transversal de educación ambiental que se había establecido desde el principio del curso gracias al tutor de aula. Los niños comprenden que conservar el medioambiente es una responsabilidad de todos y que dicha responsabilidad exige unos conocimientos y una actitud de respeto y cuidado hacia nuestro entorno.

El funcionamiento de la electricidad fue el aprendizaje que algunos alumnos comprendieron de mejor manera que otros, aun así, todos realizaron experiencias y manipularon objetos eléctricos, lo que, en mayor o menor medida, les permitió comprender mucho mejor los contenidos que si tan solo se les hubiera ofrecido una explicación teórica. La relación del gasto con el consumo de energía creo que fue la parte que mejor aprendieron la mayoría de los alumnos, siendo esto fundamental en la concienciación con la conservación del medioambiente, ya que los niños eran capaces de relacionarlo con el dinero, que es algo de uso más cotidiano y común que la electricidad en su vida diaria.

## **8.-OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES DE LA PROPUESTA**

Al realizar este tipo de propuesta que dista de las metodologías más tradicionales es preciso analizar cuáles son los pros y los contras que nos ofrece y conocer las características que deben cumplirse para que la puesta en práctica tenga éxito.

### **8.1.-Oportunidades**

Desde el punto de vista del docente, las mayores oportunidades que ofrece la propuesta son de cara a la comprensión del funcionamiento de la cabeza de los niños, conocer cómo reflexionan, cómo piensan, las estrategias que buscan y cómo las ponen en práctica. Se trata de algo muy interesante, ya que permite una conexión mucho más cercana a los niños, y puedes observar cómo se comportan libremente, sin estar atados al funcionamiento de una clase en la que el profesor explica y el niño atiende.

Desde el punto de vista de los alumnos, podría afirmar que este tipo de enseñanza se consigue potenciar una serie de capacidades como son la motivación, la inquietud por aprender, el esfuerzo personal y la capacidad de reflexión. Estas actitudes son fundamentales en el proceso educativo, sobre todo teniendo en cuenta el tipo de educación que se persigue actualmente en el que se pretende que el niño “aprenda a aprender”, que sus conocimientos sirvan realmente para la vida y sean capaces de ser autosuficientes.

### **8.2.-Limitaciones**

Esta metodología requiere un gran esfuerzo por parte del profesorado, ya que exige mucha preparación y perfeccionamiento de la técnica y, además, implica un cambio lento y costoso de la metodología más tradicional, meramente transitoria, a una metodología investigadora que exige una implicación de los alumnos a la que no están acostumbrados, ya que están habituados a recibir los conocimientos en su forma final en lugar de llegar a ellos por su propia experiencia.

Por otra parte, se necesitan continuos cambios organizativos en horarios, espacios, etc. ya que este método no se puede planificar desde el principio con precisión, se deben ir haciendo cambios y adaptaciones sobre la marcha dependiendo de la respuesta del grupo a nuestra propuesta. Por este mismo motivo, también es

complicado establecer unos contenidos claramente definidos lo cual puede conducir a la dispersión.

Es una metodología que se adapta muy bien a materias como las ciencias experimentales, pero sería muy complicado llevarla a cabo en otras materias como la lengua. Tampoco sería apropiado utilizar exclusivamente este método ya que, aunque sea un recurso muy bueno, lo más apropiado sería combinarlo con otras metodologías que sean más válidas para impartir determinados conocimientos. En definitiva, hay que saber en qué situaciones conviene utilizar este método para que ofrezca unos resultados óptimos.

### **9.- REFLEXIÓN FINAL**

Durante mi implicación en este trabajo no he podido dejar de pensar en el postulado: “Dímelo y se me olvidará, muéstramelo y lo recordaré, involúcrame y entenderé”. Estas palabras son la esencia del aprendizaje por indagación, a partir de este pensamiento se ha establecido el enfoque de todo mi proyecto. Ha sido un proceso complicado y, sobre todo, muy diferente a lo que estaba acostumbrado, pero teniendo en cuenta la experiencia creo que merece la pena.

Lo más enriquecedor ha sido el haber tenido la oportunidad de trabajar con niños y contemplar los efectos de este método de primera mano. Tras haber finalizado el módulo de indagación puedo darme cuenta de que los alumnos aprenden a aprender cuando desarrollan en ellos varias habilidades, como la observación de problemas, el pensamiento crítico, el razonamiento y la capacidad para rebatir los conocimientos adquiridos. Todo esto ocurre gracias a la estimulación de la curiosidad y la inquietud hacia temas científicos. Ha quedado demostrado que el aprendizaje por indagación enriquece la disposición y el rendimiento de los alumnos por la ciencia y que además, sus aprendizajes son mucho más duraderos y consistentes que una mera memorización teórica.

Muchos alumnos tienen ideas inadecuadas sobre la ciencia, sobre cómo se construye y cómo se articula. Es nuestra función cambiar el pensamiento de que la ciencia es para los científicos, sino que es una forma de mirar el mundo que está al alcance de todos y cada uno de nosotros. La ciencia es preguntar, experimentar y reflexionar. Al comienzo de la propuesta indicaba que los niños tienen una

predisposición natural a la investigación, son curiosos por naturaleza, con este tipo de metodología intentamos potenciar esa faceta, intentamos desarrollar capacidades que van mucho más allá que el mero aprendizaje de contenidos.

La realización de este trabajo, no solo me ha permitido aprender acerca del aprendizaje por indagación sino que me ha mostrado diferentes maneras de afrontar la educación, alternativas hasta el momento prácticamente desconocidas para mí que suponen un cambio radical a lo que estamos acostumbrados y que creo que me serán de gran utilidad en mi futuro como docente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aránega, R. & Ruiz, M. (2005). *Indagar en el entorno cotidiano: clave para la formación científica de los educadores*. Revista Enseñanza de las Ciencias, VII, 1-4
- Banchi, H. & Bell, R. (2008). *The Many Levels of Inquiry*. *Science and Children*, 46(2), 26-29, October 2008
- Bell, R., L. Smetana, e I. Binns. 2005. *Simplifying inquiry instruction*. *The Science Teacher* 72(7): 30–34.
- Bruner, J.S. (1961). *The act of discovery*. *Harvard Educational Review* 31 (1): 21–32.
- Comisión Europea. (2006). *Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research*. Bélgica: Eurydice
- COSCE (2011). *Informe Enciende: Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes editorial.
- COSCE (2012). *Análisis de los recursos destinados a I+D+i (política de gasto 46) contenidos en el proyecto de presupuestos generales del estado para el año 2013*. Madrid: Rubes editorial.
- Decreto 40-2007 de 3 de mayo por el que se regula la ordenación y establece el Currículo de la E. Primaria en Castilla y León. (BOCyL 20.07.2007)
- Dermott, L. C.; Shaffer, P. S., y el PEG UW. (1996): *Physics by Inquiry. An Introduction to Physics and the Physical Sciences*, EE.UU. Wiley.
- Dewey, J (1997) *How We Think*, Nueva York: Dover Publications
- Diario Oficial de la Unión Europea, nº394 (2006). *Recomendación del parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. 18 de Diciembre de 2006.
- Fensham, P. J. (2004): "*Beyond Knowledge: other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education*", pp. 23-25, Lublin, Polonia: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- Freire, P. (1984) *Pedagogy of the Oppressed*, Nueva York: Continuum Publishing Company
- Garritz, A. (Set.-Dic., 2006). *Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano*. OEI Revista Iberoamericana de Educación, 42, 127-152.
- Gulleon, H., Rosenvaser R, E., Furman, M., Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires, Ed. Paidós

Hannafin, M., Land, S., Oliver, K. (1999). *Open learning environments: Foundation, methods, and models*. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models. A new paradigm of instructional theory Volume II* (pp. 115-140). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Herron, M.D. 1971. *The nature of scientific inquiry*. *School Review* 79(2): 171–212.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de Mayo de Educación (B.O.E. 04.05.06)

Minstrell, J., & Zee, E. H. v. (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington DC: AAAS.

OCDE (2003). *Definición y selección de competencias clave (DeSeCo)* (1ª ed. en español, 2006)

Posse,P.,Castillo, D. & Páramo,E.(2004). *El método como curiosidad. Cuadernos de Pedagogía*, Vol. 340, 60-63

Ruiz, O. F. (2007). *Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales*. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.

Torres Salas, M. I. (2010) *La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas*. *Revista Electrónica Educare*, vol. XIV, núm. 1, 131-142

Vygotsky, L.S. (1962) *Thought and Language*, Cambridge, MA: MIT Press.

