

Universidad Autónoma de Madrid
Facultad de Formación de Profesorado y Educación
Departamento de Didáctica y Teoría de la Educación



Tesis Doctoral:

**Efectos del Aprendizaje Basado
en el Pensamiento (TBL) en la Enseñanza
de las Ciencias Naturales: Implicaciones
para la Formación del Profesorado**

Directores:

Dr. Agustín de la Herrán Gascón

Dr. Robert Swartz

Presentada por:

Viridiana Barbán Gari

A mis padres, por haberme enseñado que el camino del conocimiento es el mejor camino para andar con seguridad por la vida.

A todos los educadores que creen que una mejor educación para nuestros jóvenes es posible, y se esfuerzan por conseguirla.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado del aporte de muchas personas que me brindaron su esfuerzo, conocimientos y tiempo para que su realización fuera posible.

En primer lugar, quiero agradecer la posibilidad de llegar hasta aquí a dos grandes: Agustín de la Herrán, a quien agradezco su luz, sabiduría y guía durante estos años, y Robert Swartz, por haber dedicado toda su vida a la enseñanza de pensamiento y por haber sido, hasta hoy, mi maestro, mi mentor y mi amigo. A los dos, gracias por confiar en mí.

A Vicente Fuster y al equipo en completo del Colegio Internacional Lope de Vega de Benidorm, por haberme permitido entrar en sus aulas y convivir con ellos durante todo el proceso de investigación y brindarme toda la colaboración que fue necesaria. A Áurea por su amistad y su apoyo. A Juan Luis, por aceptar ser parte de este estudio y por haberlo hecho con tanta entrega.

Mi agradecimiento a Yone, por ayudarme con el análisis estadístico de los resultados; a Enrique por su valiosa colaboración en el diseño de los gráficos y a David por plasmar tan bien su propia experiencia con el TBL en el diseño de la portada de la Tesis.

A Suki, por aportarme su energía cada día.

A todo el equipo de CTT (USA y España) por su apoyo, su cariño y el ánimo para seguir, en especial a Noemí.

Por último, quiero agradecer profundamente a Rafa su invaluable colaboración en la finalización del informe, su paciencia, su tiempo y su amor.

INDICE

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1.1. El punto de partida | 15 |
| 1.2. Estructura del informe | 17 |
| 1.3. Objetivos de la investigación..... | 19 |
| 1.3.1. Justificación: La necesidad de pensar bien en la búsqueda de la competencia científica..... | 19 |
| 1.3.2. Objetivos, preguntas orientadoras de la investigación e hipótesis..... | 25 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO | 29 |
| 2.1. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza: necesidad del cambio | 31 |
| 2.2. Competencias básicas (clave) | 35 |
| 2.2.1. Conceptualización de competencia en el ámbito educativo..... | 36 |
| 2.2.2. La competencia científica..... | 38 |
| 2.2.3. La competencia científica en el currículo español..... | 42 |
| 2.3. El pensamiento..... | 44 |
| 2.3.1 El pensamiento crítico..... | 46 |
| 2.3.2 El pensamiento y la escuela | 49 |
| 2.4. Enseñar a pensar ¿Qué significa?..... | 51 |
| 2.4.1. Destrezas de Pensamiento | 53 |
| 2.4.2. ¿Qué hace que un pensamiento se realice de forma eficaz?..... | 60 |
| 2.4.3. Disposiciones hacia el pensamiento eficaz..... | 61 |
| 2.4.4. Metacognición | 64 |
| 2.5. Enseñar a pensar. ¿Cómo? | 66 |
| 2.6. El aprendizaje basado en el Pensamiento..... | 68 |
| 2.7. El aprendizaje basado en el Pensamiento y la Competencia Científica..... | 74 |
| 2.8. La necesidad de formar a los profesores para enseñar a pensar | 76 |
| CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 79 |
| 3.1. ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN | 81 |
| 3.2. PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN | 82 |
| 3.3. FASES DEL ESTUDIO | 84 |
| 3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN | 88 |
| 3.4.1 Diseño cuasi-experimental..... | 89 |
| 3.4.2. Instrumentos y estrategias de recogida de información | 92 |
| 3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS | 107 |
| 3.6. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y MATERIALES | 111 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 119 |
| 4.1. RESULTADOS CUANTITATIVOS | 122 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.1. Estadística descriptiva | 122 |
| 4.1.2. Estadística inferencial | 123 |
| 4.2. RESULTADOS CUALITATIVOS: NOTAS DE CAMPO, ENTREVISTAS Y COACHING REFLEXIVO | 150 |
| 4.2.1. Datos obtenidos en la observación de campo | 150 |
| 4.2.2. Coaching reflexivo con el profesor | 162 |
| 4.2.3. Resultados de la entrevista con el profesor | 173 |
| 4.2.4. Resultados de la entrevista con los alumnos | 177 |
| 4.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 183 |
| CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES | 197 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 199 |
| 5.1.1. Cumplimiento de los objetivos | 200 |
| 5.2. IMPLICACIONES EDUCATIVAS | 202 |
| 5.2.1. Implicaciones para la práctica en el aula y recomendaciones | 202 |
| 5.2.2. Implicaciones para la formación del profesorado | 204 |
| 5.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO | 205 |
| 5.4. FUTUROS ESTUDIOS SUGERIDOS DESDE LA INVESTIGACIÓN | 206 |
| REFERENCIAS..... | 209 |
| ANEXOS | 225 |

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2.1. Destrezas de Pensamiento Complejas | 56 |
| Tabla 2.2. Modelo de destrezas de pensamiento de orden superior y las destrezas básicas que las componen | 57 |
| Tabla 2.3. Procesos de Pensamiento Complejo | 58 |
| Tabla 2.4. Tipos de pensamiento importantes que deberíamos enseñar a los alumnos a realizar con destreza | 59 |
| Figura 2.1. Escalera de la metacognición. (Perkins y Swartz,1989). | 66 |
| Figura 3.1. Diseño de Grupos no Equivalentes con Pre test - Post test. | 91 |
| Figura 3.2. Diseño de Grupos no Equivalentes sólo con Post test..... | 91 |
| Figura 3.3. Desarrollo de la Fase Experimental de la Investigación..... | 103 |
| Tabla 3.1. Ingredientes de la metodología TBL | 117 |
| Tabla 3.2. Resumen comparativo de los métodos y materiales para el grupo experimental y el grupo control..... | 118 |
| Tabla 4.1: Medias y desviación estándar de las respuestas para cada pregunta | 123 |
| Tabla 4.2. Pruebas de normalidad | 126 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 4.3 Medias y desviación estándar de los resultados en el pre test | 127 |
| Tabla 4.4. Media y desviación estándar. GEXP1. Pre-Post Test | 128 |
| Tabla 4.5. Media y desviación estándar. GC. Pre-Post Test..... | 128 |
| Tabla 4.6. Media y desviación estándar. GEXP1 y GC. Post Test..... | 130 |
| Gráfico 4.1. Puntuaciones totales de sujetos GEXP1. Pre Test-Post Test | 131 |
| Gráfico 4.2. Puntuaciones totales de sujetos GC. Pre Test-Post Test..... | 131 |
| Gráfico 4.3. Evolución de puntajes entre pre test-post test. GEXP1 y GC..... | 133 |
| Gráfico 4.4. Distribución de puntajes (P =1-3) por ítems (I1, I2, ...I5). Post test. GEXP1 vs GC.. | 135 |
| Gráfico 4.5. Porcentaje de puntajes (P =1-3) por ítems (I1, I2, ...I5). Post test. GEXP1 y GC ... | 135 |
| Tabla 4.7. Medias y desviación estándar. Post Test.GEXP1, GEXP2 y GC | 148 |
| Tabla.4.8. Categorías utilizadas para la observación de campo | 154 |
| Tabla 4.9. Resumen de las notas obtenidas en la observación de campo. GEXP1 y GC .. | 161 |
| Gráfico 4.6. Porcentaje de NCC alcanzado en el Post Test. GEXP1, GC y GEXP2 | 172 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En un currículo creativo el conocimiento es central: sentimiento, curiosidad, comprensión, relación, profundización, reflexión, análisis, síntesis, flexibilidad, duda, conciencia.

AGUSTÍN DE LA HERRÁN (2008)

1.1. EL PUNTO DE PARTIDA

Hace algunos años me encontraba visitando la clase de un profesor de ciencias de la naturaleza del primer curso de educación secundaria. Todo marchaba según lo previsto. El profesor hablaba a los alumnos sobre el contenido que habían estado estudiando, y los alumnos escuchaban atentamente tomando notas de la pizarra. El profesor se giraba, hacía algunas preguntas que invitaban a los alumnos a recordar lo que se había hablado en clase, y muchas manos se alzaban para responder, con bastante acierto, a algunos conceptos, datos y hasta ejemplos que ilustraban las respuestas. Los alumnos parecían seguir con mucho interés todo lo que decía el profesor.

Pasado un tiempo el docente propuso a sus estudiantes dar un giro a la rutina de la lección. Planteó a su audiencia una serie de preguntas abiertas que desafiaban a los alumnos a reflexionar sobre algunos supuestos en los que debían poner en práctica aquellos conceptos que tan grácilmente, minutos antes, muchos de ellos habían expuesto delante de su profesor y demás compañeros. “A *pensar*”, dijo el profesor. Un silencio inundó el aula. Desconcierto. El profesor había cambiado el tipo de preguntas a la que estaban acostumbrados los estudiantes (preguntas retóricas y cerradas mayoritariamente) y los alumnos no sabían exactamente que tenían que hacer y cómo tenían que “pensar”. Poco tiempo necesitó el profe para demostrar a sus alumnos su decepción: “Ya me lo esperaba” –dijo– “¡En ciencias hay que pensar! ¿Por qué os cuesta tanto pensar?”

Desafortunadamente, este no es un caso aislado. Es bastante común que los profesores se quejen de la falta de un pensamiento profundo en sus estudiantes. “Una consulta con los docentes en las diferentes asignaturas llevaría posiblemente a concluir que el alumno no *piensa* ni sabe analizar, entiende, pero no utiliza el saber” (Mendoza, 2015:22).

Hoy en día muchos profesores de ciencias aseguran que sus materias están en posición privilegiada para desarrollar un pensamiento claro en los alumnos de todas las edades. Pero esto no es precisamente así. La enseñanza de las ciencias, por sí sola, no garantiza que los estudiantes mejoren su manera de pensar automáticamente. La clave está en cómo se enseña a pensar sobre cualquier tipo de contenido y, en este caso, cómo se enseña a aprender ciencias, a practicar la ciencia, a pensar en ciencias.

El problema, básicamente, radica en que los diseños curriculares y la práctica académica no ayudan a fomentar y a motivar en profesores y alumnos una actividad de carácter profesionalizante, destinada a desarrollar habilidades y destrezas más que a la adquisición de conocimientos, lo que se logra con una actitud crítica y reflexiva (Vera,1993, citado en Mendoza, 2015:22). El reto está en diseñar programas curriculares donde la enseñanza de destrezas de pensamiento sea un objetivo explícito y central del proceso de enseñanza–aprendizaje y, a la vez, formar adecuadamente a los profesores para afrontar este reto.

Enseñar a pensar con destreza se puede llevar a cabo a través de dos enfoques básicos: (1) incluyendo destrezas de pensamiento de forma explícita en contextos no curriculares, o (2) integrando las destrezas de pensamiento en la enseñanza formal de los contenidos curriculares (método de *infusión*). Las investigaciones demuestran que, cuanto más explícita es la enseñanza de pensamiento, más efectivo es el aprendizaje por parte de los estudiantes de los procesos de pensamiento y sus aplicaciones. Al mismo tiempo, si esto se hace dentro del contexto curricular mediante actividades diseñadas para pensar sobre contenidos importantes del currículo, se garantiza el desarrollo de un pensamiento y aprendizaje eficaces.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, esta investigación se centra en aportar conocimiento sobre cómo los alumnos aprenden las ciencias y cómo la enseñanza explícita de destrezas de pensamiento puede ser usada para mejorar ese aprendizaje, en la enseñanza de las ciencias naturales.

1.2. ESTRUCTURA DEL INFORME

El informe de este estudio se ha estructurado en cinco capítulos: Introducción, Marco teórico, Metodología de la investigación, Resultados y discusión y Conclusiones.

El primer capítulo se ha elaborado, a modo de introducción, para describir el punto de partida de la cuestión que nos ha llevado a realizar esta investigación. También presenta los objetivos de la investigación, las preguntas orientadoras y las hipótesis.

El segundo capítulo describe los fundamentos teóricos que enmarcan el trabajo realizado en este estudio. Consta de varios apartados. Comienza con un breve análisis de la situación actual en la enseñanza de las ciencias. A continuación, se habla de la enseñanza por competencia en general, se conceptúa 'competencia científica' y se analiza su tratamiento en el currículo.

Posteriormente, se enfoca la atención en la enseñanza de pensamiento. Se conceptúa 'pensamiento', 'pensamiento crítico', y 'pensamiento eficaz'. Asimismo, se revisan los enfoques más relevantes de enseñanza del pensamiento. Específicamente, se dedica un apartado a describir en qué consiste el 'Aprendizaje basado en el Pensamiento' (TBL del inglés: *Thinking Based Learning*). Este enfoque metodológico, desarrollado por Swartz, pretende enseñar a pensar de forma directa y explícita dentro del currículo (Swartz y Parks, 1994; Swartz, Fisher y Parks, 1998; Beyer, 2001; Swartz *et al.*, 2008).

Por último y consecuentemente, se reflexiona sobre la necesidad e importancia de una buena formación inicial y permanente del profesorado para la enseñanza de pensamiento.

En el capítulo tres, Metodología de la investigación, se describe el enfoque metodológico por el que se ha optado y su justificación. Conjuntamente, se pormenoriza el desarrollo del estudio y se ofrece una completa información sobre las técnicas utilizadas y el tipo de análisis propuesto. También se detalla la organización temporal de la investigación, su planificación y puesta en marcha.

En el capítulo cuatro se presentan y analizan los resultados cuantitativos y cualitativos derivados de la recogida de datos a través de múltiples instrumentos y estrategias (pruebas escritas, entrevistas, observación de campo). Posteriormente, se realiza la discusión científica de los resultados.

El último capítulo recoge las Conclusiones finales derivadas del análisis de los resultados, a la luz de los objetivos de la investigación. Se establecen las implicaciones educativas y para la formación del profesorado. Se comentan las limitaciones del estudio y se enumeran algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

Al final del informe, se podrán consultar las fuentes citadas en el estudio, así como los anexos con documentación utilizada y elaborada para esta investigación.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación: La necesidad de pensar bien en la búsqueda de la competencia científica

En un mundo lleno de productos de la investigación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos. Todos necesitamos utilizar la información científica para elegir entre las opciones que se plantean cada día. Todos necesitamos ser capaces de implicarnos en debates públicos sobre asuntos importantes relacionados con la ciencia y la tecnología (...). (National Research Council, 1996, citado en Pedrinaci et al., 2012: 23).

Para Bybee (1997), un ciudadano científicamente “alfabetizado” debe ser capaz de valorar la calidad de la información científica; describir, explicar y predecir fenómenos naturales; identificar los temas científicos que determinan las decisiones políticas y expresar posiciones informadas científica y tecnológicamente; tener la capacidad de valorar los argumentos que se derivan de los hechos establecidos y llegar a conclusiones.

Esta descripción de *alfabetización científica* se ajusta perfectamente al concepto de *competencia científica* que se usa actualmente para denominar la necesidad de priorizar, en la enseñanza de las ciencias, aquellas capacidades que ayudan a la ciudadanía a ejercer sus derechos e integrarse mejor en un mundo cada vez más influido por la ciencia y la tecnología.

Así, Pedrinaci *et al.* (2012) definen la competencia científica como:

un conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis; así como para documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera (p. 31).

Sea cual fuere el término utilizado, estamos hablando de la necesidad de plantear el currículo de forma que favorezca la educación de nuestros niños y jóvenes con vistas a que sean competentes científicamente. Esto implica que sean capaces de comprender, de forma eficaz, los conocimientos básicos de ciencia y tecnología, para poder utilizarlos en cualquier situación nueva fuera de la escuela. Tómese, como ejemplo, el ser capaces de argumentar sobre las ventajas y desventajas de la clonación humana con fines terapéuticos (contenido de la Biología) o sobre cuáles podrían ser las consecuencias ambientales derivadas del uso de una fuente de energía alternativa específica en tu país (contenido de la Física), con el fin de realizar una toma de decisiones socio científica fundamentada y de asociarla de forma permanente con una comprensión acerca del impacto, cada vez más significativo, de la ciencia y la tecnología en nuestra vida ciudadana y nuestra participación responsable en ella.

¿Qué formación en ciencias contribuye mejor al desarrollo de las capacidades deseables para ser científicamente competente? Muchas podrían ser las respuestas para esta pregunta. Existen diferentes propuestas que han enriquecido en las últimas décadas la didáctica de las ciencias, pero desafortunadamente, como expresa Sánchez 2002, citado en Albertos, 2015), la teoría didáctica del conocimiento predominante en casi todo el mundo:

está centrada en el aprendizaje de contenidos específicos y en la fiel reproducción de éstos. La enseñanza no estimula el cuestionamiento y la duda, no propicia la fundamentación de los conocimientos ni estimula la argumentación. La práctica no se extiende al contexto real, sino que se reduce a consolidar los significados y los propósitos del conocimiento sin confrontarlos con la realidad (Sánchez 2002, citado en Albertos, 2015:22).

Las evaluaciones internacionales como PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) ayudan a interpretar los cambios potenciales en la legislación, programas y prácticas en la didáctica de las ciencias, lo que contribuye a mejorar la comprensión de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Bybee, 2009, citado en Crujeiras y Jiménez- Alexandre, 2015:385).

PISA está diseñado para conocer las competencias, es decir las habilidades y aptitudes de los estudiantes al acabar su escolarización obligatoria para analizar y resolver problemas, para manejar la información y para enfrentar situaciones que se les presentarán en la vida adulta y que requerirán dichas habilidades. Se centra en competencias claves como la lectura, las matemáticas y las ciencias.

Los resultados de los informes PISA, en los que España obtiene puntuaciones bastante desalentadoras, confirman que el tipo de aprendizaje que se fomenta desde organismos internacionales como la OCDE para promover el desarrollo de competencias no se está poniendo en práctica en nuestras aulas.

Todo proceso de enseñanza escolar consiste en transmitir a los alumnos principalmente dos cosas: (1) el contenido de la materia que se imparte (sobre qué pensamos) y (2) la forma correcta de comprender y evaluar esos contenidos (cómo pensar sobre ello). Por lo general, todos los profesores transmiten los contenidos de sus asignaturas muy bien, y muchas veces nos basta con eso para considerarlo aprendizaje. Pero el problema está en que pocos enseñan a sus alumnos cómo pensar y analizar para lograr un aprendizaje eficaz.

Si queremos que nuestros alumnos desarrollen las capacidades descritas anteriormente –como necesarias para ser competentes científicamente–, será necesario que también desarrollen las habilidades de pensamiento que constituyen la base de dichas capacidades.

Para Kurfis (1988), si la educación tiene como meta desarrollar habilidades de razonamiento para tomar decisiones sobre la vida y la sociedad, entonces el pensamiento crítico cobra una importancia capital, ya que el razonamiento no es posible sin pensamiento crítico (citado en Albertos, 2015:14).

El concepto de pensamiento crítico puede expresarse por medio de una gran variedad de definiciones. En el capítulo 2 de este trabajo se ha designado un apartado donde se analizan definiciones de diferentes autores reconocidos en el campo de la enseñanza del pensamiento. Sin embargo, como cualquier otro concepto, su esencia es siempre la misma: un pensamiento razonable, bien fundamentado que nos permite decidir qué creer o qué hacer.

La mayoría de investigadores que trabajan en el campo del pensamiento crítico han producido una lista de destrezas o habilidades de pensamiento que consideran básicas para el pensamiento crítico. En 1990, un grupo de expertos identificó destrezas como interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación, predicción y autorregulación como el centro del pensamiento crítico (Facione, 1990). Swartz y Parks (1994) sugieren que el desarrollo del pensamiento crítico requiere que los estudiantes sepan realizar, con destreza, diferentes tipos de pensamiento; esto es, pensar con habilidad sobre cómo explicar causas, predecir, evaluar la fiabilidad de las fuentes de información, relacionar las partes que forman un todo, entre otros.

El pensamiento crítico se presenta como el modo de pensar bien y con rigor sobre un contenido, tema o problema que envuelve diferentes componentes. Requiere de análisis, evaluación y creatividad. Así, coincidimos con Swartz *et al.* (2008), que sugieren fusionar la terminología de destrezas de pensamiento, disposiciones de pensamiento y metacognición en lo que denominan pensamiento eficaz. Para estos autores, los resultados de enseñar a pensar con eficacia no sólo potencian las habilidades de pensamiento de nuestros alumnos y el aprendizaje de los contenidos de las diferentes materias, sino que también mejoran la calidad de sus vidas y de sus profesiones, una vez terminada la escuela.

De forma similar, Paul (2005) plantea que la única manera de aprender cualquier disciplina es aprender a pensar críticamente hacia el interior de esa disciplina. Pensar bien permite a los estudiantes dominar sistemas, ser más

autónomos, analizar y evaluar ideas de modo más efectivo y alcanzar mayor control sobre su aprendizaje, sus valores y sus vidas.

La cantidad de información científica que se conoce es enorme, y su crecimiento es imparable. Por tanto, es imprescindible invertir tiempo, no sólo en tratar de acumular toda esa información en nuestras mentes (lo que es imposible), sino también, en educar nuestras mentes para saber procesar dicha información y aprender métodos para entenderla, evaluarla y aplicarla, con el fin de enfrentar cualquier nuevo reto.

Un ciudadano científicamente competente debería, además de conocer y comprender las teorías y leyes que rigen el mundo natural, saber pensar con eficacia (indagar, investigar, analizar, buscar respuestas, explicar, predecir, relacionar, evaluar y argumentar...). Enseñar a pensar de forma crítica y creativa debe constituir la columna vertebral de la enseñanza de las ciencias, en particular, y de toda educación en general.

Poniendo nuestra atención en el contexto educativo de España, encontramos que, tanto en el Preámbulo de la Ley Orgánica de Educación 2/2006 (LOE), como en el de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad de la Educación 8/2013 (LOMCE), se dice que:

La educación es el medio más adecuado para garantizar el ejercicio de la ciudadanía democrática, responsable, libre y crítica, que resulta indispensable para la constitución de sociedades avanzadas, dinámicas y justas (Ley Orgánica 2/2006).

El aprendizaje en la escuela debe ir dirigido a formar personas autónomas, críticas, con pensamiento propio (Ley Orgánica 8/2013).

En ambas se citan, entre sus objetivos a conseguir en la educación secundaria obligatoria, los siguientes:

- Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos.
- Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

A pesar de mencionarse la aspiración de desarrollar en los estudiantes (durante la enseñanza obligatoria) un espíritu crítico y destrezas básicas que les permitan tomar decisiones, y que garanticen una activa participación social, la enseñanza del pensamiento o “aprender a pensar con eficacia” no se cita, de manera explícita, ni en objetivos generales ni en los específicos dentro de las materias del currículo.

Por otro lado, uno de los objetivos fundamentales de la educación es que los alumnos sean capaces de transferir sus conocimientos aprendidos fuera de las aulas. Por transferencia del aprendizaje se entiende “*adquirir el conocimiento en un contexto y ponerlo a funcionar en otros contextos diferentes*” (Tishman, Perkins y Jay, 1995:155). Para estos autores,

La transferencia ocurre cuando llevamos nuestros conocimientos, destrezas o disposiciones de un contexto a otro; cuando somos capaces de conectar un área de conocimiento con otra para ayudarnos a entender o ganar capacidad para resolver un problema. Sin la transferencia –sin esa conexión de un conocimiento con otro– el aprendizaje humano no tendría el poder que debe para mejorar nuestras vidas. Por tanto, la transferencia es fundamental para la educación (Tishman, Perkins y Jay, 1995:156).

Algunas investigaciones han mostrado concretamente que un pequeño cambio en el enfoque o situación en la que haya que poner en práctica el contenido puede traducirse en una incapacidad de los alumnos para aplicar lo que se les ha enseñado (Detterman y Sternberg, 1993).

Enseñar a los alumnos a pensar con destreza de forma directa y explícita sobre los contenidos científicos, podría ayudarles a comprender mejor los contenidos que estudian y a desarrollar una habilidad para saber emplear esos conocimientos en diferentes contextos y situaciones de la vida real.

1.3.2. Objetivos, preguntas orientadoras de la investigación e hipótesis

El principal objetivo de esta investigación es valorar el desarrollo de la competencia científica en alumnos del 2º año de enseñanza secundaria obligatoria, a partir de la implementación del modelo de enseñanza basado en la infusión de destrezas de pensamiento (Swartz, 1994) en la enseñanza de contenidos curriculares de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

El modelo de enseñanza de pensamiento que se ha utilizado (tratamiento) en este estudio es el “Aprendizaje basado en el Pensamiento” (TBL) de Robert Swartz. Esta metodología consiste en la “*infusión*” de la enseñanza directa de destrezas de pensamiento específicas en la enseñanza de los contenidos curriculares (Swartz y Parks, 1994; Swartz, Fisher y Parks, 1998; Swartz *et al.*, 2008). Este modelo fue seleccionado, porque propone la enseñanza de diferentes tipos de pensamiento (análisis, crítico y creativo), que consideramos apropiados para poner en práctica en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. Es una metodología flexible, completa y aplicable en todos los niveles y materias.

Del objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Conocer el impacto de la metodología TBL en cuanto a su efecto en el desarrollo de capacidades de la competencia científica en estudiantes del 2º año de la educación secundaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

- Determinar si existe relación entre el grado de exposición de los alumnos a la enseñanza de destrezas de pensamiento y su efecto en el desarrollo de su competencia científica.
- Determinar si existe relación entre el nivel de experiencia del profesor en la práctica de la metodología TBL y el nivel de competencia científica de los alumnos que han sido enseñados con esta metodología.

Desde los objetivos específicos anteriores uno y dos, el estudio se propone responder a las siguientes preguntas que orientarán el proceso de investigación pedagógica:

1. ¿Existen diferencias significativas, en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción TBL y el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional?

De esta pregunta se derivan tres preguntas específicas:

- 1.1 ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL antes (pre test) y después del tratamiento (post test)?
- 1.2 ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (pre test y post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción tradicional?
- 1.3 ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL y los resultados del grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional?

2. ¿Existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han sido enseñados mediante TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han aprendido mediante TBL con menor frecuencia?
3. ¿Existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han sido enseñados con una metodología más tradicional (GC)?

Estas preguntas serán respondidas en diferentes momentos de la investigación, que estará vertebrada por las tres hipótesis que aparecen a continuación. Para la formulación de las hipótesis se ha escogido el formato de hipótesis nula:

- Hipótesis 1. H₀: NO existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han sido enseñados mediante TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han aprendido mediante TBL con menor frecuencia.
 - Sub-hipótesis 1.1. H₀: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados obtenidos por estudiantes que han recibido la instrucción TBL antes (pre test) y después del tratamiento (post test).
 - Sub-hipótesis 1.2. H₀: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados por los estudiantes que han aprendido mediante la instrucción tradicional en las pruebas de rendimiento pre test y post test.

-
- Sub-hipótesis 1.3. H0: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados obtenidos en el post-test por el grupo de estudiantes enseñados mediante TBL y los resultados obtenidos por el grupo de estudiantes que han aprendido mediante la instrucción tradicional.
 - Hipótesis 2. H0: No existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL por menos tiempo (GEXP1) y los resultados del grupo de estudiantes que han sido enseñados con esta metodología por un período de tiempo mayor (GEXP2).
 - Hipótesis 3. H0: No existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL por más tiempo (GEXP2) y los resultados del grupo de estudiantes que han sido enseñados con una metodología más tradicional (GC).

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Aprender a pensar es el propósito central de la educación.

J. DEWEY (1933)

Este estudio tiene que ver con dos áreas importantes de la educación: La enseñanza de las ciencias para alcanzar la competencia científica y la enseñanza de destrezas de pensamiento para formar personas que piensen bien: con espíritu crítico y creativo. En este capítulo tratamos de responder de forma sintética a las siguientes preguntas: *¿Qué sabemos sobre la competencia científica y la forma de enseñar ciencias para alcanzarla? ¿Qué sabemos sobre la enseñanza de pensamiento? ¿Existe alguna relación entre ellas? ¿Están los profesores formados para enseñar de una forma diferente?*

El capítulo está dividido en diferentes apartados que nos guiarán a través de conceptos, definiciones y postulados encontrados en la revisión de la literatura especializada en estas áreas: la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza; competencias básicas; la competencia científica; el pensamiento; la enseñanza de pensamiento; el aprendizaje basado en el pensamiento (TBL); relación entre la enseñanza de pensamiento y la enseñanza para alcanzar la competencia científica; la necesidad de formar a los profesores para enseñar a pensar.

2.1. LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA: NECESIDAD DEL CAMBIO

La presencia social de la ciencia y la tecnología se hace cada día más evidente, por lo tanto, se erige la necesidad de preparar a la ciudadanía con conocimientos científicos básicos y con las herramientas oportunas para su aplicación en la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Ante esta realidad, la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI convocada por la UNESCO y por el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) declara:

Hoy más que nunca, la ciencia y sus aplicaciones son indispensables para el desarrollo. Mediante los apropiados programas de educación e investigación, las autoridades, sea cual fuere su ámbito de competencia, y el sector privado deben prestar más apoyo a la construcción de una capacidad científica y tecnológica adecuada y distribuida de manera equitativa.

Hay que fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y sectores, así como las capacidades de razonamiento y competencias prácticas, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos.

La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito previo fundamental de la democracia y el desarrollo sostenible (UNESCO-ICSU, 1999).

Lo expuesto por la UNESCO-ICSU, que presentamos aquí como una síntesis de lo que en la misma línea sugieren otros organismos educativos internacionales nos lleva a formular algunas preguntas inevitables: ¿Cómo responde el sistema educativo, y en especial la enseñanza de las ciencias a esta cuestión? ¿Al finalizar la enseñanza obligatoria, están nuestros jóvenes capacitados para tomar decisiones o resolver problemas basados en un correcto análisis, comprensión y aplicación de la información científica de la que disponen? ¿Están en condiciones de argumentar su opinión y apoyarla en evidencias?

Los resultados de la evaluación del *Programme for International Student Assessment*, más conocido por el acrónimo PISA, iniciado en la década de 1990 por la OCDE como estudio comparado periódico del rendimiento de los estudiantes evidencian que el alumnado muestra serias dificultades para identificar cuestiones científicas, para explicar fenómenos cotidianos utilizando el conocimiento científico, para encontrar y valorar evidencias y en general, para utilizar su conocimiento en la resolución de tareas personales y sociales (Informe PISA 2006).

A estos resultados debemos sumar, y reflexionar sobre ello, el creciente desinterés de los jóvenes europeos por las carreras de ciencias y el hecho de que los estudiantes “perciban la educación científica como irrelevante y difícil” (Rocard *et al.*, 2007). El estudio publicado en 2007 con el título *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*, conocido como informe Rocard destaca algunas de las razones por las que los jóvenes no desarrollan el interés por las ciencias:

- Los programas están sobrecargados.
- La mayoría de los contenidos que se tratan son del siglo XIX.
- Se enseñan de manera muy abstracta sin apoyo de la observación y la experimentación.
- No se muestra su relación con situaciones actuales ni sus implicaciones sociales.

El informe considera evidente que “existe una conexión entre las actitudes hacia la ciencia y la forma en que se enseña la ciencia.”

Los datos anteriores nos indican que los aprendizajes de las ciencias y las expectativas sociales sobre su comprensión y transferencia parecen andar por caminos separados.

John Dewey (1910) decía que las ciencias se “han enseñado demasiado como una acumulación de material ya hecho con el que los estudiantes debían familiarizarse y no como un método de pensamiento e indagación, no como una actitud mental que pueda ser transformada.”

Y concluye que “sólo a través de la construcción del conocimiento, mediante la conversión de suposiciones y opiniones en creencias fundamentadas en la indagación se llega a adquirir un método eficiente de aprendizaje.”

Ya en el siglo XXI esta enseñanza sigue caracterizándose por enfatizar el conocimiento teórico. Y más aún, esta primacía de la mal llamada *teoría*, ha sido introducida en las aulas como un conocimiento veraz y completamente elaborado, lo que contradice la propia esencia del conocimiento científico, caracterizado por su provisionalidad y dinamismo, y cuyas génesis requiere la formulación de preguntas o la puesta en cuestión de teorías e ideas establecidas (García y Martínez, 2011).

Una enseñanza que, por otra parte, ha respondido más a la transmisión unidireccional por parte del profesor, dedicado a exponer los contenidos que los alumnos *tendrían* que saber determinados en un currículo considerado estático e inabarcable, que no sabe escoger entre lo que realmente es útil y lo que no. Por otra parte, la capacidad formativa de las ciencias “se nos pierde en un trabajo de aula preocupado porque los estudiantes incorporen de manera rápida y acrítica las informaciones que les proporcionamos, pero que deja poco tiempo para la reflexión, el análisis, el debate, la indagación...” (Pedrini *et al.*, 2012).

Creemos que no es necesario enumerar más síntomas del funcionamiento de la enseñanza de las ciencias a día de hoy. Con poco es evidente que hay que introducir cambios. Revisar la ciencia que enseñamos y centrar todos nuestros esfuerzos de renovación en qué necesitan aprender nuestros jóvenes que les sea útil para ser participantes activos en la sociedad en la que viven.

Establecido que contamos con un currículo limitado y que no basta con transmitir conceptos, leyes y modelos, se plantea la necesidad de que se establezcan unos criterios que nos ayuden a elegir qué conocimientos científicos deben ser enseñados y aprendidos y qué capacidades o habilidades necesitan desarrollar nuestros estudiantes para poder utilizar dichos conocimientos eficientemente en los ámbitos cotidianos.

Y si hay que cambiar lo que se enseña también habrá que cambiar la forma en que los profesores están acostumbrados a enseñar. Y es aquí donde necesitamos definir hacia dónde dirigir las velas del cambio, qué podemos conservar y dónde establecer el punto de partida.

Un buen punto de partida parece haberlo marcado la introducción en el currículo del enfoque competencial organizado alrededor de ocho competencias básicas o competencias clave, entre las que se encuentra la competencia científica.

2.2. COMPETENCIAS BÁSICAS (CLAVE)

El uso del término “competencias” es una consecuencia de la necesidad de superar una enseñanza que, en la mayoría de los casos, se ha reducido al aprendizaje memorístico de conocimientos, hecho que conlleva la dificultad para que éstos puedan ser aplicados a la vida real (Zabala y Arnau, 2014).

El término “competencia” aparece por primera vez en la década de los setenta del siglo pasado proveniente del ámbito empresarial para designar la capacidad que tiene una persona para realizar una tarea específica eficientemente.

Poco más tarde este término empieza a ser utilizado en el sistema escolar, extendiéndose de forma generalizada en todos los niveles educativos. En ese momento se trata de identificar las competencias básicas de la enseñanza, se llevan a cabo evaluaciones internacionales basadas en el dominio de dichas competencias y poco a poco los currículos de varios países se reestructuran en función del desarrollo de competencias.

En 1995, en el Libro blanco sobre la educación y formación de la OCDE, se señalan las competencias como elementos clave para preparar a los nuevos ciudadanos en la flexibilidad de la sociedad del siglo XXI.

En el año 2006 el Consejo y el Parlamento Europeo adoptaron un marco de referencia europeo para las competencias clave para el aprendizaje permanente. Dicho marco identifica y define por primera vez a nivel europeo *las competencias clave que los ciudadanos necesitan para su realización personal, inclusión social, ciudadanía activa y empleabilidad en nuestra sociedad basada en el conocimiento*: 1. comunicación en la lengua materna; 2. comunicación en lenguas extranjeras; 3. competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; 4. competencia digital; 5. aprender a aprender; 6. competencias sociales y cívicas; 7. sentido de la iniciativa y espíritu de empresa, y 8. conciencia y expresión culturales (Consejo Europeo, 2006).

2.2.1. Conceptualización de competencia en el ámbito educativo

AL revisar la conceptualización del término “competencia” nos encontramos con múltiples definiciones tanto en el ámbito profesional como en el ámbito educativo. Estas definiciones, a pesar de sus diferencias, son generalmente complementarias.

A continuación, exponemos algunas de las definiciones que consideramos más representativas y con implicaciones en el ámbito educativo.

El proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) define competencia como:

*Una combinación de **habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción***

eficaz. *La capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada* (OCDE, 2002).

Siguiendo esta línea El Consejo Europeo propone que:

*Las competencias clave son una combinación de **conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto** que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personales, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo* (Comisión Europea, 2006).

La Conselleria d'Educació de la Generalitat de Catalunya (2004) entiende como competencia básica:

*La capacidad del alumnado para **poner en práctica de una forma integrada** conocimientos, habilidades y actitudes de carácter transversal y que sirven para **resolver problemas** diversos de la vida real.*

Para Monereo (2005) *alguien competente es una persona que sabe "leer" con gran exactitud qué **tipo de problema** es el que se plantea y cuáles son las **estrategias** que deberá activar para resolverlo.*

Partiendo de estas definiciones podemos decir que la competencia identifica el conjunto de conocimientos (saber), destrezas, estrategias, (saber hacer) y actitudes (ser) adecuadas que cada individuo debe poner en práctica de manera integrada para responder a una situación en contexto específico o resolver problemas diversos de la vida de manera eficaz.

Una de las características esenciales de la definición de competencia con gran implicación educativa es el hecho que supone la capacidad de utilizar los conocimientos anteriores en diferentes contextos, es decir, la capacidad de demostrar la comprensión de dichos conocimientos (tanto teóricos

como prácticos) mediante la transferencia de los mismos a situaciones fuera del ámbito escolar.

Para Pedrinaci (2012) la competencia debe considerarse un continuo a desarrollarse a lo largo de la vida. En consecuencia, las competencias seleccionadas deben ser aquellas capaces de favorecer un aprendizaje más allá del período escolar.

Las características del aprendizaje de las competencias están directamente relacionadas con las condiciones que deben darse para que los aprendizajes realizados sean los más significativos y funcionales posibles (Zabala y Aranau, 2014). Lo aprendido debe reorganizarse e integrarse de manera que pueda ser transferido a nuevas situaciones y contexto (Pedrinaci, 2012).

Una apropiada atención a la enseñanza para la transferencia garantiza un aprendizaje más profundo y amplio, garantizando en la mayoría de los casos que el conocimiento y las habilidades aprendidas en un contexto (escolar) alcancen y enriquezcan otros (situaciones nuevas fuera de la vida escolar) (Perkins y Solomon, 2001).

2.2.2. La competencia científica

La OCDE inicia el proyecto PISA en el año 1997. Este proyecto parte con el objetivo de ofrecer resultados sobre el rendimiento de los alumnos de 15 años en áreas consideradas clave, entre ellas la competencia científica.

De acuerdo con la OCDE (2006), y a efectos de la evaluación PISA 2006 la competencia científica:

- Hace referencia los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos co-

nocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia;

- la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humana;
- la conciencia de las formas en que la ciencia y la tecnología moldean nuestro entorno material, intelectual;
- la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y a comprometerse con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo.

Pedrinaci (2012) define la competencia científica como:

Un conjunto integrado de capacidades para utilizar el conocimiento científico a fin de describir, explicar y predecir fenómenos naturales; para comprender los rasgos característicos de la ciencia; para formular e investigar problemas e hipótesis; así como para documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera.

En resumen, las características de esta competencia implican, de forma integrada, conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes. Al requisito de integración se añade el de saber emplear esos conocimientos en diferentes contextos y situaciones, pues no se trata solamente de aprender a realizar una tarea determinada más o menos compleja sino de saber utilizar esos aprendizajes integrados ante diversos problemas (Cañal, 2012.a).

¿Qué capacidades son aquellas que quieren desarrollarse cuando se habla de formar personas científicamente competentes?

En general, y a pesar de que se han hecho diferentes clasificaciones de las capacidades a desarrollar en la competencia científica y los aprendizajes

que implican (OCDE, 2006; Pedrinaci y *et al.*, 2012; Cañal *et al.*, 2011; Cañal, 2012b; Cañas, Matin-Díaz y Nieda, 2007; Yus *et al.*, 2013, Aleixandre, 2010; etc.) éstas pueden ser agrupadas en tres grupos principales:

A. Relacionadas con el conocimiento científico

1. La capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales:

- Comprender y saber relacionar los conocimientos del alumnado sobre los principales conceptos y modelos científico-escolares que ha trabajado y usarlos para describir, explicar o predecir cosas o fenómenos de la realidad cotidiana.
- Utilizar el conocimiento para entender y explicar el funcionamiento de cualquier sistema que esté presente en su entorno, así como analizar e interpretar la información científica en forma de gráficas, tablas, texto o dibujo.
- Analizar problemas y tomar decisiones en diferentes contextos personales y sociales.

B. Relacionadas con la práctica de la ciencia

2. Identificación de cuestiones científicas:

- Habilidad para deducir qué pretende comprobar una determinada experiencia científica que se plantee.
- Identificación de variables que deben ser medidas o controladas en las experiencias.

- Planteamiento de un problema científicamente abordable, formulación de hipótesis y propuesta de estrategias para su investigación.
- Planteamiento de otras preguntas relacionadas con el problema.
- Procesar la información. Recoger e interpretar datos cuantitativos y cualitativos. Leer e interpretar gráficas, hacer correlaciones y diferenciar entre correlación y causalidad.

3. La utilización de pruebas científicas.

Hace referencia a la capacidad de usar los resultados y conclusiones de la ciencia en la búsqueda de soluciones a situaciones o problemas cotidianos y en las argumentaciones a favor y en contra en un dilema. Así mismo, es preciso ser capaz de comunicar apropiadamente a los demás dichas soluciones o argumentaciones basadas en los conocimientos científicos. Las tres dimensiones que contemplan son:

- Interpretar pruebas científicas, elaborar y comunicar conclusiones y justificarlas (basándose en estas pruebas/evidencias).
- Argumentar en pro y en contra de las conclusiones, e identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos en la obtención de las mismas.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos.

C. Relacionadas con la actitud ante la ciencia

4. Valorar positivamente las informaciones o argumentos y los procedimientos científicos frente a otros que no lo sean.

5. Mostrar interés por el conocimiento científico.
6. Valorar positivamente el sentido crítico y saber emplearlo.

2.2.3. La competencia científica en el currículo español.

Para el desarrollo de la competencia científica, en España se parte de dos fuentes básicas, una de ellas, dada su dimensión europea-internacional es el programa PISA, y la otra son los reales decretos de la LOE. En el currículo español la competencia científica aparece con el nombre de “competencia en el conocimiento y la interacción con el medio físico” (con ligeros matices nominales en algunas comunidades autónomas).

Cañas, Martín-Díaz y Niedo (2007) realizaron un análisis comparativo profundo entre el currículo español de ciencias en la ESO y en EP (LOE) y la competencia científica concebida por PISA.

Mencionamos aquí, de forma general, algunas de sus conclusiones finales:

- La competencia científica definida en los Reales Decretos de Enseñanzas Mínimas (MEC, 2006b, MEC, 2007) tiene una amplia presencia de la capacidad definida por PISA como *Descripción y explicación de fenómenos*, así como las dimensiones la selección y búsqueda de información y de procesos del trabajo científico que forman parte de la capacidad de *Identificación de cuestiones científicas*.
- Aparecen también indicadores en relación con el desarrollo del Sentido de responsabilidad sobre uno mismo, los recursos y el entorno y la reflexión sobre las implicaciones de los avances científicos en la sociedad.

Sin embargo, hay una pobre representación de:

- La capacidad de Utilización de pruebas científicas, Elaboración de conclusiones basadas en evidencias.
- Aportación de argumentos a favor o en contra de estas conclusiones.
- Identificación de cuestiones científicas y, en algunos aspectos de los contenidos sobre la ciencia y la actividad científica.

En la misma línea, Pedrinaci (2012) hace un llamado de atención sobre estos desequilibrios y la “*confusa relación entre los objetivos y las competencias básicas que se observa en los currículos*”. Igualmente, en su valoración plantea la necesidad de:

- Reformular los objetivos de área pensados para el desarrollo de la competencia científica y demás competencias,
- elaborar una profunda selección de contenidos de manera que fuesen abordables por su volumen y susceptibles de resultar interesantes y útiles para el alumnado, tanto en el momento actual como en su vida futura y
- formular criterios de evaluación pensados para el desarrollo de la competencia científica.

Coincidimos con la conclusión de Pedrinaci y creemos que, a pesar de que existe una evolución en cuanto al tratamiento de las competencias básicas en los currículos a partir de la LOGSE, muchos son los cabos sueltos que hay que ajustar, entre ellos garantizar en el aula una enseñanza orientada a construir aprendizajes científicos significativos, contextualizados y transferibles a situaciones nuevas donde puedan ser utilizados para definir y resolver problemas y tomar decisiones eficazmente.

Entender qué “hilos hay que mover” para lograr una comprensión profunda de los aprendizajes, el desarrollo de las capacidades, destrezas y actitudes necesarias para que nuestros niños y jóvenes sean competentes científicamente es primordial para los desarrolladores de currículos, para maestros, profesores, formadores de maestros y profesores, y hasta para los propios estudiantes.

Pero es evidente que para lograr este objetivo las estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación tradicionales no serán suficientes. Habrá que fomentar la puesta en práctica de didácticas alternativas, ya sea aquellas expresamente diseñadas para lograr el desarrollo de la competencia científica o aquellas que en su puesta en práctica ayuden a alcanzarlo.

La Ciencia no es sólo una colección de información sobre el mundo natural. Debemos verla como una empresa dinámica; como el conjunto de actividades humanas centradas en comprender cómo funciona el mundo en que vivimos y utilizar este conocimiento de forma consciente para preservar y mejorar el mismo. Toda la información que se genera bajo el nombre de “ciencia” es el producto de estas actividades y en cada una de ellas está involucrado el pensamiento. Por tanto, es imprescindible que el pensamiento que realizamos en estas actividades sea un pensamiento riguroso y eficaz (Swartz et al., 1998).

2.3. EL PENSAMIENTO

La gran cantidad de literatura que existe sobre el pensamiento, indica el gran interés que existe en esta área a través de varias disciplinas en la educación.

El término “pensar” envuelve una enorme variedad de actividades mentales. Pensamos cuando resolvemos problemas, tomamos decisiones, prede-

cimos, tratamos de explicar causas de hechos, hasta cuando recordamos datos, o hasta cuando soñamos despiertos. No existe un consenso en la definición de “pensamiento”. La palabra *pensamiento* puede ser usada en un sentido muy general para referirse a casi todo lo que ocurre en la mente humana. Aquí consideraremos algunas definiciones que se refieren a aquellas actividades mentales sobre las que una persona ejerce algún control.

Dewey (1933) se refería al *pensamiento* como un procedimiento que envuelve un estado de duda, perplejidad, dificultad mental, en el que se origina el pensamiento; y un acto de búsqueda e indagación con el fin de encontrar la información que ayude a aclarar la duda y resolver la perplejidad.

Generalmente el pensamiento se asume como un proceso cognitivo, un acto de la mente a través del que se adquiere conocimiento. E. de Bono lo define como “la habilidad operativa a través de la cual la inteligencia actúa sobre la experiencia” (de Bono, 1997). Ruggiero (1998) lo define “como cualquier actividad mental que ayuda a formular o resolver un problema, tomar una decisión o satisfacer el deseo de entender; es la búsqueda de respuestas, de significados”.

De estas definiciones se puede resumir que los procesos de pensamientos están relacionados con varias conductas de la mente que requieren una activa participación del pensador. Como resultado de esta participación se generan productos del pensamiento como conocimiento, razonamiento, conclusiones, así como procesos complejos como emisión de juicios, resolución de problemas, y análisis crítico. En definitiva, estas definiciones indican que *el pensamiento* es una tarea compleja y reflexiva, así también, una experiencia creativa (Presseisen, 1991).

2.3.1 El pensamiento crítico

El Pensamiento crítico es el pensamiento de la duda, la indagación, la búsqueda de pruebas y la evaluación de aquello de lo que no tenemos certeza.

Se ha estado pensando sobre este tipo de pensamiento e investigando sobre cómo enseñarlo por siglos. Sternberg (1986) apunta a los griegos clásicos, como Platón y Aristóteles, como fundadores del movimiento de pensamiento crítico. Por tanto, el interés por este tipo de pensamiento se remonta al principio de los tiempos en la educación de los ciudadanos (Albertos, 2015).

Cuando revisamos la literatura en el campo del pensamiento crítico encontramos en general falta de consenso en cómo definir mejor el *pensamiento crítico*.

John Dewey, filósofo, psicólogo y educador es reconocido como el padre de la tradición moderna del pensamiento crítico. Le llamó *pensamiento reflexivo* y lo definió como:

“Activa, persistente y cuidadosa consideración de una creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de bases que lo sustentan y la posterior conclusión que de esto se deriva” (Dewey, 1909, citado en Fisher, 2007:2).

Para Dewey y para todos los que trabajaron en esta tradición posteriormente, el pensamiento crítico es esencialmente un proceso activo en el que uno piensa de forma autónoma, se hace preguntas y busca y encuentra información relevante por sí mismo, etc., en vez de aprender o aceptar de forma pasiva el conocimiento que viene de otra persona. Esta definición de Dewey contrasta con el tipo de pensamiento *poco reflexivo* que la mayoría de la gente con frecuencia realiza.

Para Edward Glaser, co-autor de lo que se ha convertido en el test de pensamiento crítico más ampliamente usado, el *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal*, el pensamiento crítico es:

(1) Una actitud de estar dispuesto a considerar los temas y problemas de forma razonada; (2) conocimiento de los métodos de indagación lógica y razonamiento; (3) y las destrezas utilizadas en la aplicación de estos métodos.

El pensamiento crítico se refiere al esfuerzo persistente de examinar cualquier creencia o forma de conocimiento a la luz de las evidencias encontradas que apoyen las conclusiones a las que se llegan (Glaser, 1941, citado en Fisher, 2007:3).

Es evidente que esta definición tiene mucho que ver con la definición aportada por Dewey, pero agrega que pensar críticamente requiere de ciertas destrezas de pensamiento y de la disposición del pensador de utilizarlas para llevar a cabo este tipo de pensamiento.

Robert Ennis, uno de los investigadores líderes del pensamiento crítico plantea que el pensamiento crítico es:

"...el pensamiento razonado, reflexivo que se centra en decidir que creer o no." (Norris y Ennis, 1989).

Asimismo, puntualiza aquellas habilidades que considera deben ser medidas cuando evaluamos el pensamiento crítico de alguien: centrarse en una pregunta específica; analizar argumentos; formular y responder preguntas de desafío; juzgar la credibilidad de las fuentes de información; realizar y evaluar observaciones; realizar y evaluar deducciones e inducciones; definir términos y evaluar las definiciones; identificar suposiciones; decidir; interactuar con otros (Norris y Ennis, 1989).

Swartz *et al.* (1998), al igual que Ennis, adopta la definición de pensamiento crítico que se refiere a la evaluación de razonamientos y argumentos, un pensamiento reflexivo dirigido a decidir que creer o que hacer.

Paul (1993) hace una contribución distintiva al desarrollo de la definición del pensamiento crítico y aboga por la denominación *strong-sense critical thinking* (en castellano: “pensamiento crítico de sentido fuerte”, o riguroso), contrastándolo con el “pensamiento crítico realizado con poco rigor” (*weak-sense*) o pensamiento “no crítico.”

Paul plantea que el pensamiento crítico puede ser definido de diferentes maneras que no se excluyen mutuamente. Entre estas múltiples definiciones, se encuentra “*pensar sobre tu pensamiento mientras piensas para mejorar tu forma de pensar.*”

Igualmente, para este autor pensamiento crítico es el modo de pensar –sobre cualquier materia, contenido o problema– mediante el que el pensador mejora la calidad de su pensamiento tomando el control, de forma hábil, sobre las estructuras inherentes al pensamiento, imponiendo estándares intelectuales y evaluando la efectividad de la manera en que piensa en una situación determinada (Paul, 1993).

Esta definición resalta una de las características del pensamiento crítico a la que muchos educadores e investigadores de este campo denotan de gran importancia y a la que se denomina *metacognición* o *pensar sobre tu propio pensamiento*.

Una última definición que merece ser comentada es la de Scriven, para quien el pensamiento crítico es: *una hábil y activa interpretación y evaluación de observaciones y comunicaciones, información y argumentación* (Fisher y Scriven, 1997:20).

Para ser crítico, según Scriven, un pensamiento debe cumplir ciertos estándares: claridad, relevancia, razonabilidad, etc. Uno puede ser más o menos hábil poniendo en práctica dichos estándares. Describe el pensamiento crítico como un proceso “activo” en parte porque involucra la *indagación* y en parte por la *metacognición*. En su definición, incluye la palabra *interpretación* (datos, información, gráficos, acciones, etc.) ya que, al igual que la explicación, la interpretación típicamente conlleva a la construcción y selección de las mejores alternativas. La palabra evaluación, como en otras definiciones, tiene que ver con la evaluación de la probabilidad y credibilidad de conclusiones e información.

Tal vez una de las características más relevantes de esta definición es la referencia a las *observaciones*, término que no se utiliza en otras definiciones de pensamiento crítico, refiriéndose a que lo que vemos, escuchamos, por ejemplo, requiere interpretación y evaluación y puede a su vez requerir el uso de destrezas de pensamiento (Fisher, 2007).

En resumen, luego de revisar estas y otras definiciones podríamos decir que el pensamiento crítico es una serie de destrezas y disposiciones requeridas para la interpretación y evaluación de observaciones, comunicaciones y fuentes de información para decidir que qué creer o hacer.

Un pensador crítico identifica las situaciones en las que debe poner en práctica este tipo de pensamiento razonado y reflexivo y qué métodos son necesarios y apropiados en cada caso. De igual forma, es capaz de evaluar y mejorar su propio pensamiento basado en sus conocimientos y experiencias.

2.3.2 El pensamiento y la escuela

Tradicionalmente, y como ya lo hemos comentado en este capítulo anteriormente, los currículos escolares se han diseñado alrededor de la enseñanza de contenidos de diferentes materias: biología, matemáticas, lengua,

historia, etc. Sin embargo, algunos de los resultados que aún se espera de la educación, en términos de características deseadas en nuestros niños y jóvenes es que éstos sean capaces de resolver problemas, sean aprendices competentes, comunicadores efectivos y buenos pensadores.

Cuando escuchamos en clase al profesor decir a sus alumnos: “Ahora vamos a pensar sobre esto”, “Tenéis que pensar bien” o preguntar “¿Por qué no pensáis mejor?” sabemos que, en la mayoría de los casos, los alumnos no tienen una idea clara de qué significa “pensar sobre esto” o “pensar bien / mejor”. Y a medida que pasan de un profesor a otro a través de sus años en la escuela llegan a la conclusión que cada profesor se refería a algo diferente cuando les pedían “pensar sobre esto” (Costa, 2001: 42).

Si preguntásemos a diez profesores si consideran importante que los niños y jóvenes aprendan a pensar mejor, posiblemente obtuviésemos once respuestas positivas. Incluso muchos nos dirían que ya enseñan a pensar a sus alumnos o que piden a sus alumnos en clase que “piensen sobre esto o aquello.”

No tenemos duda de que muchos buenos profesores, conscientes de la necesidad y la importancia que tiene desarrollar en sus estudiantes un modo eficaz de pensamiento, realizan en clase numerosas actividades y utilizan diversas estrategias para promover esta capacidad, como, por ejemplo, formular preguntas retadoras, promover debates, etc. Pero esto no parece ser suficiente.

A lo largo de décadas educadores e investigadores han recogido datos de diferentes trabajos que constatan que ha descendido el porcentaje de alumnos que llega a adquirir un cierto nivel de desarrollo intelectual (Baron y Sternberg, 1987). En otros trabajos se ponía de manifiesto que muchos estudiantes de todos los niveles de enseñanza son incapaces de pensar y resolver problemas según las demandas de sus actividades escolares (Nickerson, 1994).

Muchas son las publicaciones que se han hecho de resultados como los mencionados arriba. En la actualidad, en un mundo donde todo cambia constantemente, en una sociedad cada vez más sofisticada, donde la tecnología ha roto barreras impensables y donde cada vez tenemos más rápido acceso a más información de todo tipo, estos datos suenan alarmantes.

Las nuevas circunstancias y problemas del mundo real definitivamente requerirán de ciudadanos más innovadores y creativos que a su vez sean consecuencia de un riguroso análisis, evaluación y síntesis de la situación.

Creemos que hay pocas dudas sobre la necesidad de enseñar a nuestros niños y jóvenes a ir más allá de la memorización de conceptos para desarrollar una comprensión profunda de los conocimientos, ser más críticos, resolver problemas y pensar con flexibilidad, formar buenos juicios y tomar decisiones con eficacia (McGuinness, 2005). Es necesario enseñar a pensar para asegurar una nueva generación que piense independientemente, sepa evaluar y utilizar la información y ejerza su papel como ciudadanos responsables en un mundo que cambia rápidamente.

Por tanto, es una responsabilidad de la Escuela garantizar que la enseñanza de pensamiento sea un objetivo explícito de enseñanza-aprendizaje en cada currículo, así como garantizar la formación inicial y permanente de los profesores para que éstos puedan alcanzar dicho objetivo con éxito, *“puesto que es el profesor quien tendrá la responsabilidad de transformar la cultura de la clase tradicional en una cultura de pensamiento”* (Kong, 2010).

2.4. ENSEÑAR A PENSAR ¿QUÉ SIGNIFICA?

Saiz (2002) entiende por enseñar a pensar toda iniciativa que mejore las habilidades como el razonamiento, toma de decisiones o solución de problemas.

A pesar de que, por mucho tiempo, y debido a una mayor presencia de filósofos en el campo del estudio del *pensamiento* se considere que *enseñar a pensar* significa –o debe ser– enseñar *pensamiento crítico* (Kong, 2010) debemos tener en cuenta que existen otros tipos de pensamientos como el pensamiento creativo que no deben ser excluidos.

Tanto el pensamiento crítico como el pensamiento creativo son necesarios para la eficaz resolución de problemas y toma de decisiones. Ambos tipos de pensamiento se complementan: el pensamiento crítico evalúa la viabilidad de las ideas nuevas, originales, mientras que el pensamiento creativo aporta nuevas alternativas y previene que el pensamiento creativo sea meramente reaccionario o negativo.

Fisher (2007), considera el pensamiento crítico como un tipo de pensamiento evaluativo que involucra tanto la crítica como el pensamiento creativo.

Presseisen (2001) conceptualiza las tareas complejas de pensamiento tales como la resolución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico y pensamiento creativo como tipos de pensamiento de *orden superior*.

Para Presseisen, cada proceso de orden superior (“macro destrezas”) involucra otras “micro destrezas” esenciales como son explicación de causas, evaluación, establecer juicios, analogías, metáforas, relaciones de las partes con el todo, secuenciación, síntesis, clasificación, determinar características comunes a través de las similitudes y diferencias, etc. Todos los procesos de orden superior comparten diferentes tipos de estas micro destrezas, complementándose entre sí (Presseisen, 2001).

Estos constructos de “macro” y “micro” destrezas de pensamiento son compartidos por Swartz *et al.* (2008) y su concepción de enseñanza de pensamiento. Para Swartz el pensamiento es el proceso mental que nos ayuda a considerar varios factores para tomar decisiones bien fundadas o encontrar la mejor

solución a los problemas. Por tanto, la enseñanza de pensamiento debe estar dirigida a enseñar aquellas destrezas de pensamiento que hacen esto posible.

Para Swartz *et al.* (2008), un pensamiento eficaz:

...se refiere a la aplicación competente y estratégica de destrezas de pensamiento y hábitos de la mente productivos que nos permiten llevar a cabo actos meditados de pensamiento, tomar decisiones, argumentar y otras acciones analíticas, creativas o críticas. Implica la aplicación planificada, correcta y coherente de los procedimientos adecuados para una actividad que requiera que pensemos, sin saltarnos ninguna operación clave y apoyándonos en las actitudes reflexivas adecuadas y en el conocimiento relevante de la materia.

El pensamiento eficaz puede ayudarnos a conocer y comprender mejor el mundo que nos rodea, así como a actuar con sensatez, apoyándonos en ese conocimiento y esa comprensión. Este tipo de pensamiento está formado por:

1. Destrezas¹ de pensamiento: Emplear procedimientos reflexivos específicos y apropiados para un tipo de pensamiento determinado.
2. Disposiciones o hábitos de la mente: Conducir estos procedimientos para dar lugar a conductas de reflexión amplias y productivas relacionadas con el hecho de pensar.
3. Metacognición. Realizar estas dos cosas basándonos en la valoración que hacemos de lo se nos pide y en nuestro plan para llevarlo a cabo y mejorarlo (Swartz *et al.*, 2008).

2.4.1. Destrezas de Pensamiento

El enfoque más común utilizado en la enseñanza de pensamiento es el de la enseñanza de *destrezas de pensamiento*.

¹ Usamos el término destrezas de pensamiento como traducción del término en inglés “thinking skills”. En la literatura en español este término aparece con frecuencia traducido como “habilidades de pensamiento o estrategias de pensamiento”.

Como componente dinámico de la inteligencia, el pensamiento no es diferente a cualquier otra destreza. (Kong, 2010). Una destreza es comúnmente definida como una habilidad práctica al hacer algo o tener éxito en la realización de una tarea específica. Usualmente usamos este término cuando queremos decir que alguien es muy bueno haciendo algo, por ejemplo, tocando el violín o cocinando. Pero también puede referirse a áreas de desempeño más generales como ser creativo, crítico, etc. Fisher (2006). Una destreza o habilidad puede ser mejorada si se tiene la disciplina y voluntad para hacerlo (Kong, 2010).

Perkins (1986) se refiere a las destrezas de pensamiento como un “marco de pensamiento”. Su definición de marco de pensamiento es “... *una representación hecha para guiar el proceso de pensamiento, apoyando, organizando y catalizando dicho proceso*” (Perkins, 1986).

Fisher (2006) define destreza de pensamiento como la habilidad práctica de pensar de forma efectiva y diestra. Son hábitos de comportamiento inteligente aprendidos a través de la práctica, por ejemplo, los niños pueden adquirir destreza a la hora de resolver problemas, explicar razones, o hacer preguntas a medida que lo practiquen más.

Swartz y Perkins (1989) definieron las destrezas de pensamiento como las competencias (o micro destrezas) que componen diferentes tipos de pensamiento. Esta definición aparece ampliada en Swartz *et al.* (2008) donde se denomina destreza de pensamiento al empleo de procedimientos reflexivos específicos y apropiados para realizar diferentes tipos de pensamiento, como tomar decisiones, generar ideas, predecir, argumentar, etc. con eficacia.

Por lo general el aprendizaje de una destreza o “*marco de pensamiento*” involucra al menos tres etapas: (1) etapa de familiarización, que implica el conocimiento de la destreza; (2) etapa de internalización, que implica la práctica de la destreza; (3) etapa de transferencia, donde tiene lugar el uso cons-

ciente y eficaz de la destreza aprendida en situaciones específicas, fuera del contexto donde ha sido aprendida.

¿Cuáles son las destrezas de pensamiento esenciales que deberíamos enseñar a nuestros alumnos?

Si las destrezas de pensamiento son las capacidades mentales que usamos para investigar el mundo y pensar bien, entonces identificar cada una de estas destrezas podría ser una lista interminable (Fisher, 2006). No existe una taxonomía o clasificación única para las destrezas de pensamiento. No obstante, existen listas creadas por diferentes investigadores y autores (Bloom *et al.*, 1956; Guilford, 1967; Marzano *et al.*, 1988; Presseisen, 2001; Swartz *et al.*, 2008).

La taxonomía de destrezas de pensamiento de Bloom (1956) (también llamada taxonomía de objetivos de educación) ha tenido una gran influencia en muchos otros investigadores y sus clasificaciones de destrezas de pensamiento. De hecho, y a pesar de haber sido revisada por varios autores, esta taxonomía sigue siendo utilizada por muchos educadores alrededor del mundo a la hora de planificar sus clases.

Bloom identifica un número de destrezas de pensamiento de forma jerárquica, que van desde **destrezas básicas** (o de “orden inferior”): (1) conocimiento, (2) comprensión, (3) aplicación, hasta otras destrezas denominadas de “**orden superior**”: (4) análisis, (5) síntesis y (6) evaluación.

La taxonomía de Bloom tiene sus bases en las investigaciones de Piaget y Vygotsky, que sugerían que las destrezas de pensamiento se desarrollan mediante el desafío cognitivo. Es decir, que los profesores deben motivar e instar sus alumnos a pensar más profunda y ampliamente en muchas diferentes maneras (Fisher, 2006).

Otra taxonomía que también ha tenido gran influencia en posteriores autores es la de Guilford (1967) donde incluye destrezas como (1) unidades; (2) clases; (3) relaciones; (4) sistemas; (5) transformaciones y (6) implicaciones.

De las numerosas listas y clasificaciones de destrezas de pensamiento que existen en la literatura de enseñanza de pensamiento, seleccionamos dos que están más relacionadas con el objeto de nuestro estudio y que recogen una combinación de estos dos modelos:

1) Presseisen (2001), sugiere un modelo compuesto por procesos de pensamiento complejos (o destrezas de pensamiento de orden superior), y destrezas básicas, que, de forma combinada, se requieren en la realización de dichos procesos de pensamiento.

En las siguientes tablas aparecen de forma conjunta ambos sistemas de destrezas de pensamiento.

| Destrezas de pensamiento complejas (o de orden superior) | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toma de decisiones Objetivo: elegir la mejor alternativa. | Resolución de problemas Objetivo: encontrar la mejor solución para un problema determinado. |
| Pensamiento Crítico Objetivo: Interpretar significados específicos. | Pensamiento Creativo Objetivo: crear ideas y productos originales. |

Tabla 2.1. Destrezas de Pensamiento Complejas (Tomado de Presseisen, 2001)

Cada una de estas tareas emplea, siguiendo distintas combinaciones, algunas de las destrezas básicas que se especifican a continuación:

Taxonomía de destrezas de pensamiento básicas que componen los tipos de procesos (destrezas) de pensamiento complejos (de menor a mayor grado de complejidad)

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Caracterizar <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer unidades básicas • Definir • Recoger información • Reconocer objetivos/problemas | II. Clasificar <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer similitudes y diferencias • Agrupar • Comparar • Hacer distinciones |
| III. Encontrar relaciones <ul style="list-style-type: none"> • Relacionar las partes con el todo • Encontrar patrones • Analizar • Sintetizar • Reconocer secuencias • Hacer deducciones | IV. Transformar <ul style="list-style-type: none"> • Hacer analogías • Crear metáforas • Hacer inducciones |
| V. Establecer conclusiones <ul style="list-style-type: none"> • Identificar causas • Hacer distinciones • Inferir • Evaluar | |

Tabla 2.2. Modelo de destrezas de pensamiento de orden superior y las destrezas básicas que las componen. (Tomado de Presseisen, 2001)

2) **Swartz et al.** (2008) consideran que, a pesar de que todo el mundo piensa todo el tiempo, pocos lo hacen con el rigor y la habilidad con la que deberían, por tanto, el objetivo de la enseñanza de pensamiento en la escuela debe ser enseñar a nuestros niños y jóvenes a realizar **tipos de pensamiento** ordinarios como toma de decisiones, resolución de problemas, etc., con la **destreza** necesaria para que se realicen bien. Es entonces cuando se les ha de llamar **destreza de pensamiento**.

En las tablas 2.3 y 2.4 aparece una lista de tipos de pensamiento que, según Swartz deberían enseñarse a realizar con destreza. Siendo consciente de que “no se puede proporcionar una taxonomía ideal de diferentes tipos de pensamiento dado que el complejo paisaje del pensamiento podría dividirse en muchas formas razonables diferentes” (Swartz y Perkins, 1989), se sugieren que las destrezas de pensamiento se pueden agrupar en tres categorías: (1) destrezas en la clarificación de información e ideas (análisis); (2) des-

trezas en el desarrollo de ideas nuevas, originales (pensamiento creativo);
 (3) destrezas en la evaluación de la razonabilidad de ideas (pensamiento crítico).

| Tipos de pensamiento importantes que deberíamos enseñar a los alumnos a realizar con destreza | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Procesos de pensamiento complejo | |
| Toma de decisiones Objetivo: elegir la mejor alternativa. | Resolución de problemas Objetivo: encontrar la mejor solución para un problema determinado. |

Tabla 2.3. Procesos de Pensamiento Complejo (Tomado de Swartz et al., 2008).

Cada uno de estos tipos de pensamiento complejos emplea, siguiendo distintas combinaciones, algunas de los tipos de pensamiento (destrezas) que se especifican a continuación:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Pensamiento Creativo Objetivo: Productos originales | |
| 1.1. Generar Posibilidades <ul style="list-style-type: none"> • Generar alternativas • Generar ideas nuevas • Desarrollar ideas elaboradas | 1.2. Composición/transformación <ul style="list-style-type: none"> • Hacer analogías • Crear Metáforas |
| 2. Análisis Objetivo: comprensión profunda | |
| 2.1. Análisis de Ideas <ul style="list-style-type: none"> • Comparar y contrastar • Relacionar las partes con el todo • Clasificar • Secuenciar | 2.2. Análisis de argumentos <ul style="list-style-type: none"> • Encontrar razones/conclusiones • Descubrir suposiciones • Distinguir los elementos de una argumentación |
| 3. Pensamiento Crítico Objetivo: Evaluar la razonabilidad de las ideas | |
| 3.1. Evaluar de forma crítica la información básica <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar/juzgar la exactitud de las observaciones • Evaluar/juzgar la fiabilidad/credibilidad de las fuentes de información | 3.2. Inferencia <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar/juzgar la probabilidad de explicaciones causales • Evaluar/juzgar la probabilidad de predicciones • Evaluar/juzgar el apoyo en las generalizaciones • Evaluar el peso de los razonamientos analógicos. |
| 3.3. Argumentos <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar/juzgar la exactitud de suposiciones • Evaluar/juzgar la relevancia y el peso de los razonamientos que apoyan las conclusiones • Evaluar/juzgar la validez del razonamiento condicional | |

Tabla 2.4. Tipos de pensamiento importantes que deberíamos enseñar a los alumnos a realizar con destreza. Elaboración propia. (Tomado de Swartz et al., 2008. Adaptado con la autorización del autor).

Para estos autores estos tipos de destrezas de pensamiento son las que deben ser desarrolladas por los estudiantes a través de todas las áreas de aprendizaje. El desarrollo de estas destrezas de pensamiento garantizará que los alumnos piensen y aprendan los contenidos más eficazmente.

2.4.2. ¿Qué hace que un pensamiento se realice de forma eficaz?

Un profesor que quiera que sus alumnos desarrollen las destrezas necesarias para realizar diferentes tipos de pensamientos, como resolver problemas o comparar y contrastar dos conceptos debe enseñarles a ir despacio, considerar detenidamente que se necesita para llevar a cabo dicho proceso de pensamiento con eficiencia y, por tanto, a desarrollar modelos de estrategias de pensamiento para cada caso específico.

Por ejemplo, para que una persona pueda resolver un problema con habilidad es necesario que sea consciente de qué tipo de preguntas deben hacerse y contestar para que esto suceda: debería saber identificar cuál es el problema real; encontrar información sobre la situación que lo genera; pensar con flexibilidad y de forma creativa sobre las diferentes posibles soluciones; evaluar de forma crítica las consecuencias de cada posible solución y finalmente decidir cuál sería la mejor solución para el problema. Estas estrategias se pueden enseñar a los alumnos de forma explícita y directa.

Esto quiere decir que para realizar cualquier proceso de pensamiento de forma eficiente normalmente se requiere tener en cuenta varios componentes:

1. La necesidad de seguir una estrategia de pensamiento, paso a paso, a través de la cual un tipo de pensamiento específico (la resolución de problemas) se puede llevar a cabo con alto grado de efectividad y eficiencia.
2. Conocimiento de dónde, cuándo y por qué el uso de este procedimiento es apropiado.
3. Conocer la información específica sobre la destreza, como, por ejemplo, que entendemos por opciones (posibles soluciones), qué significa identificar el problema, así como comprender que criterios han de aplicarse

para emitir un determinado juicio de valor a la hora de evaluar con habilidad la credibilidad de una fuente de información sobre el tema.

4. Poseer información sobre lo que queremos hacer o saber, dónde podemos encontrarla para dar respuesta a las preguntas que forma parte de la estrategia de pensamiento eficiente (Swartz *et al.*, 2008).

Desarrollar las destrezas que nos hagan pensar de forma eficaz, a menudo implica también ser competentes en otros factores como las disposiciones a pensar bien y reflexionar sobre nuestra forma de pensar (metacognición).

2.4.3. Disposiciones hacia el pensamiento eficaz

Un buen pensamiento consta de habilidades y disposiciones. Sabemos que las destrezas de pensamiento juegan un papel importante en la ejecución de un pensamiento eficaz, pero estas no son suficiente si no existe la actitud o disposición adecuada para ponerlas en práctica en cada situación. Las personas que piensan bien se caracterizan por tener igualmente disposiciones favorables a hacerlo.

Se llaman “*disposiciones de pensamiento*” aquellas tendencias constantes hacia patrones específicos de conductas de pensamiento. Así, podemos hablar de la tendencia de una persona a ser curiosa, sistemática o persistente en su forma de pensar. Los buenos pensadores están permanentemente “dispuestos” a explorar, indagar, a investigar en otros campos, a buscar la claridad de la información, a pensar de forma crítica y cuidadosamente, a considerar diferentes perspectivas, a organizar su pensamiento, entre otras. (Tishman, Perkins y Jay, 1995).

Existen numerosas *disposiciones de pensamiento*, pero el objetivo en este caso es promover aquellas que fomenta un pensamiento eficaz. Tishman,

Perkins y Jay (1995) identificaron cinco disposiciones generales necesarias para pensar eficazmente:

1. Disposición a la curiosidad y la indagación: incluye el deseo de preguntar, indagar, plantear problemas, mirar más allá de lo que se da y la capacidad de asombrarse.
2. Disposición a pensar de forma flexible y a aventurarse: incluye el impulso a explorar puntos de vista alternativos, tener mente abierta, ser flexible, probar nuevas cosas e ideas, ser divertido.
3. Disposición a razonar con claridad y cuidadosamente: incluye el deseo de pedir aclaraciones, búsqueda de la comprensión, ser preciso, profundizar, permanecer alerta para detectar errores.
4. Disposición a pensar de forma organizada y estratégica: incluye la inclinación a ser ordenado, lógico y previsor, abordar las cosas de un modo metódico y planificado.
5. Disposición a dedicar tiempo y esfuerzo a pensar: la tendencia a no precipitarse al pensar y persistir hasta lograr el objetivo.

Las disposiciones de pensamiento no sólo son indicadores importantes que nos permiten evaluar la tendencia o inclinación de una persona a pensar con destreza, sino que en su momento también se convierten en el motor impulsor del aprendizaje autónomo y permanente.

Para educadores como Arthur Costa estas disposiciones o estados mentales son una cuestión de hábito. El objetivo aquí es, por tanto, cambiar los hábitos pasivos de la mente y convertirlos en hábitos mentales activos. Para Costa (2001) formar un hábito activo de la mente significa tener una dispo-

sición hacia un comportamiento inteligente cuando se confronta un problema del que no se conoce la respuesta.

Costa (2001, 2009) identifica *dieciséis hábitos de la mente o comportamientos específicos en los que se ve envuelto un ser humano cuando se enfrenta a un problema desconocido*:

1. Persistencia: perseverar en la tarea hasta que se complete.
2. Escuchar con empatía y con comprensión: esforzarse para percibir.
3. Manejar la impulsividad: pensar antes de actuar, permanecer calmado.
4. Pensar de manera flexible: ser capaz de cambiar de perspectivas, generar alternativas, considerar opciones.
5. Buscar la precisión y la exactitud: hacer siempre lo mejor que puedas, buscar formas de mejorar.
6. Preguntar y plantear problemas: tener una actitud indagatoria, conocer que información se necesita y desarrollar estrategias en forma de preguntas para encontrar esa información.
7. Aplicar conocimientos adquiridos en el pasado a situaciones nuevas: transferir los conocimientos a contextos diferentes a aquellos donde fueron aprendidos.
8. Pensar y comunicar con claridad y precisión: comunicar de forma oral y escrita con claridad, evitando exageraciones, falta de detalles y confusión.
9. Recoger información utilizando todos los sentidos: prestar atención al mundo que te rodea usando todos los sentidos.
10. Crear, imaginar, innovar: generar ideas nuevas y diferentes, ser fluente y original.

11. Mantener una postura abierta al aprendizaje continuo: aceptar con humildad y orgullo que no conoces algo, resistir la complacencia.
12. Pensar de forma interdependiente: trabajar con otros de manera colaborativa.
13. Responder con curiosidad e interés: encontrar que el mundo es maravilloso y misterioso, sentirse intrigado con los fenómenos y la belleza.
14. Encontrar el humor: encontrar el lado gracioso de las cosas, ser capaz de reírte de ti mismo.
15. Tomar riesgos con responsabilidad: ser aventurero, emprendedor, probar cosas nuevas constantemente.
16. Pensar sobre tu pensamiento: ser consciente de tus pensamientos, sentimientos, estrategias y acciones y sus efectos sobre los demás.

Enseñar y promover las disposiciones de pensamiento (hábitos de la mente) conjuntamente con la enseñanza de destrezas de pensamiento cultiva en los estudiantes el hábito de pensar bien.

2.4.4. Metacognición

Un aspecto importante que debe considerarse en la enseñanza de destrezas de pensamiento es la capacidad de *dirigir nuestros pensamientos*, es decir, *pensar sobre cómo hemos pensado en una situación determinada* (Swartz *et al.*, 2008). A este aspecto de la taxonomía del pensamiento en el actual movimiento de la enseñanza de destrezas de pensamiento se conoce como aspecto meta-cognitivo o “*metacognición*”.

Para Costa (2008) metacognición es *nuestra habilidad de saber qué sabemos y qué no sabemos. Nuestra habilidad para planificar una estrategia*

para producir la información que necesitamos, ser conscientes de nuestros propios pasos a la hora de realizar un tipo de pensamiento específico y reflexionar y evaluar la eficacia de nuestro propio pensamiento.

Muchos educadores y psicólogos coinciden en que, un pensador eficaz en cualquier situación es intelectualmente capaz de cuidar, dirigir y evaluar de forma autónoma su forma de pensar. Esta es una habilidad que se puede aprender y aprender a ser bueno en esto es como aprender a ser un buen administrador (Tishman, Perkins y Jay, 1995).

Se puede enseñar a los alumnos a pensar sobre su propio pensamiento proporcionándoles la oportunidad de que describan el proceso de pensamiento que han usado, evalúen la eficacia de la estrategia utilizada y planifiquen cómo lo harían la próxima vez, por ejemplo, a la hora de resolver un problema.

Algunas de estas ideas sobre la metacognición han sido recogidas por Swartz y Perkins (1989) en lo que estos autores denominaron “la escalera de la metacognición”. Esta escalera representa niveles progresivos de metacognición que sirven para interiorizar las estrategias de pensamiento eficaz y el uso autónomo que los individuos hacen de ellos. (Citado en Swartz *et al.*, 2008).

La figura 2.1 representa la escalera de la metacognición de Perkins y Swartz, 1989).

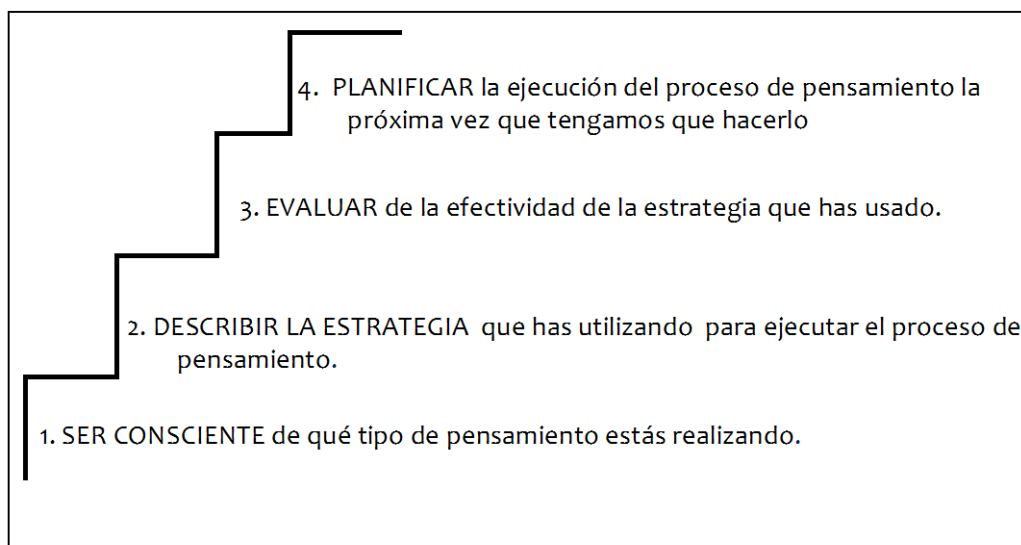


Figura 2.1. Escalera de la metacognición. (Perkins y Swartz, 1989).

Sin la metacognición, nuestra respuesta ante un desafío mental sería abandonar y encogernos de hombros, hacer algo irreflexivo y probablemente fundado en hábitos de la mente no productivos. La metacognición nos permite dirigir y guiar nuestros actos de pensamiento y, como proceso de atribución de poder que es, constituye la clave de un pensamiento eficaz (Swartz *et al.*, 2008).

2.5. ENSEÑAR A PENSAR. ¿CÓMO?

Ha habido numerosos estudios e investigaciones sobre el impacto de diferentes métodos y programas de enseñanza de pensamiento en las últimas décadas. Estos proporcionan evidencia convincente que avalan la importancia y la necesidad de enseñar destrezas de pensamiento en las aulas.

Sin embargo, aunque se pueda enseñar a pensar dentro del aula no todas las formas de enseñanza valen. Aprender a pensar bien no es una actividad de descubrimiento, ni tampoco se trata de “pensar con más ganas”; no se consigue porque se anime o fomente la forma de pensar del alumno. Enseñar a pensar significa enseñar de forma directa y explícita en qué consisten las estra-

tegrías que nos ayudan a pensar con eficacia, los hábitos productivos de la mente, los movimientos metacognitivos y a cómo aplicarlos en cada situación que lo amerite (Swartz *et al.*, 2008). A esto se le llama enseñanza directa del pensamiento, y es el enfoque que se utiliza de manera generalizada en la actualidad.

El consenso emergente, apoyado por resultados de las investigaciones en este campo, es que la mejor manera de enseñar destrezas de pensamiento no es como una materia separada, o a través de actividades específicas que fomentan algunas habilidades de pensamiento, sino a través de la *infusión* de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares, es decir, enseñar a los alumnos a pensar con destreza sobre los contenidos importantes del currículo.

¿Por qué “infusión”? La razón básica que justifica esta técnica de enseñanza de destrezas de pensamiento es la relación simbiótica que existe entre el conocimiento y el pensamiento. Nadie puede pensar “en vacío”. Necesitamos un contenido sobre el que pensar y a su vez, no podemos aprender de verdad si no pensamos sobre lo que queremos aprender. De aquí que si sólo basamos el aprendizaje en la memorización de los contenidos, estos se aprenden sólo para llevarlos a los exámenes y se olvidan una vez pasados los mismos.

Enseñar las destrezas de pensamiento integradas en la enseñanza del contenido promueve los procesos cognitivos activos que garantizan un aprendizaje profundo (McGuinness, 2005). Las destrezas de pensamiento nos permiten adquirir conocimientos, y razonar sobre ellos, no importa en qué tiempo, lugar o tipo de conocimiento sobre el que se piensa (Sternberg, 2006, citado en Kong, 2010).

Cuando pensamiento y contenidos se aprenden juntos, el pensamiento ilumina el contenido y el contenido enriquece el pensamiento (Swartz y Perkins, 1989). Esto significa que los alumnos están aprendiendo, de una forma u otra, a pensar apropiadamente sobre el contenido que están adquiriendo, lo

que garantiza que este conocimiento, bien aprendido, pueda ser utilizado (transferido) en situaciones diferentes. Por ejemplo, los alumnos aprenden en la clase de ciencias naturales cómo resolver un problema energético que afecta a su comunidad o aprenden estrategias de pensamiento crítico para evaluar la información histórica en su clase de ciencias sociales. Tanto capacidades como conocimientos adquiridos podrán ser luego utilizados en diversos contextos y situaciones fuera de la escuela.

2.6. EL APRENDIZAJE BASADO EN EL PENSAMIENTO

Lograr un pensamiento eficaz y comprensión profunda de los contenidos importantes de cada asignatura (con todo lo que ello conlleva) deberían constituir dos objetivos de la educación en las escuelas. De aquí se obtiene **el aprendizaje basado en el pensamiento**, un tipo de aprendizaje potente que garantiza que los alumnos adquieran destrezas de pensamiento, hábitos productivos de la mente y comprensión profunda de los conocimientos.

El aprendizaje basado en el pensamiento o **TBL** (del inglés: *Thinking Based Learning*) es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje que tiene como base la “*infusión*” de la enseñanza directa de destrezas de pensamiento específicas en la enseñanza de los contenidos curriculares.

Esta metodología es atribuida al trabajo de Robert Swartz. (Swartz y Parks, 1994; Swartz, Fisher y Parks, 1998; Swartz *et al.* 2008).

El Aprendizaje basado en el pensamiento (a partir de aquí TBL) se basa en tres principios básicos de la enseñanza de pensamiento originado en los años 80 del siglo pasado:

1. Mientras más explícita sea la enseñanza de pensamiento, mayor será el impacto en los alumnos.
2. Mientras más se incorpore la enseñanza de pensamiento dentro de la enseñanza regular de los contenidos, los estudiantes sentirán que aprenden más y mejor.
3. Cuanto más se incorpore una atmósfera de pensamiento en las clases regulares, los alumnos aprenderán a valorar la necesidad e importancia de pensar con eficacia.

Basado en estos principios, el TBL fusiona la enseñanza natural de la información de los contenidos de una asignatura determinada con el pensamiento eficaz que nuestros alumnos deberían usar cada día dentro y fuera de la escuela para vivir vidas productivas (Swartz, Fisher y Parks, 1998).

¿Cómo funciona el TBL?

1. La enseñanza en el TBL involucra directamente a los alumnos en el conocimiento y la práctica frecuente de tipos de pensamiento importantes como, por ejemplo, toma de decisiones, resolución de problemas, desarrollo de ideas creativas, comparar y contrastar, explicar causas, predecir, argumentar, entre otros (Ver Tabla 2.2) para alcanzar destrezas en la ejecución de los mismos. Estos tipos de pensamiento se encuentran agrupados en tres categorías generales: pensamiento creativo, análisis y pensamiento crítico.

Las destrezas de pensamiento de cada una de estas categorías no se utilizan de forma aislada cuando realizamos diferentes tareas de pensamiento. Muchas de ellas se mezclan cuando realizamos tareas de pensamiento complejas como tomar decisiones o resolver problemas. Por ejemplo, debemos buscar soluciones creativas a los problemas; debemos basar nuestras deci-

siones en información relevante, y debemos evaluar de forma crítica cada opción para seleccionar la mejor. Por tanto, enseñar a los alumnos destrezas de pensamiento crítico, creativo, o de análisis sin enseñarles cómo se usan cuando tienen que tomar una decisión o resolver un problema alcanza solo parte el objetivo de la enseñanza de pensamiento. De igual modo, si se enseñan estrategias para resolver problemas y tomar decisiones, sin enseñar a los alumnos las destrezas de pensamiento necesarias para hacer efectivas estas estrategias, la enseñanza de pensamiento sigue siendo limitada.

2. El TBL enseña a los estudiantes a realizar todos estos tipos de pensamiento con destreza. Para que un tipo de pensamiento se realice de forma eficaz tiene que hacerse de una manera organizada, consciente, estratégica. Esto conlleva a la creación de una estrategia específica para cada tipo de pensamiento. Estas estrategias son construidas en clase por los alumnos con la ayuda del profesor, quien, a través del modelaje, presenta a los alumnos ejemplos familiares donde sea evidente la necesidad de poner en práctica un tipo de pensamiento específico y los anima a pensar en qué estrategia sería la mejor para realizar este tipo de pensamiento con destreza. Por ejemplo, imaginemos que la profesora de ciencias “X” quiere enseñar a sus alumnos a tomar decisiones con destreza. La profesora introducirá a los alumnos en el conocimiento de este tipo de pensamiento explicando en qué consiste y exponiendo un ejemplo donde haya que tomar una decisión: “he terminado el bachillerato y quiero ir a la universidad ¿Cuál es la mejor opción?” Mientras los alumnos se involucran en este supuesto, la profesora, guiándoles a través de preguntas les anima a pensar que deberían tener en cuenta para tomar una decisión eficaz: por ejemplo, habrá que pensar en que opciones tengo; pensar en qué información necesito sobre cada opción, pensar en las consecuencias buenas y malas (para mí y para los demás); no todas las consecuencias son igual de importantes; una vez evaluada de forma crítica cada opción, ¿cuál es la mejor?

3. El profesor propicia la práctica en clase de estas estrategias (en forma de preguntas) llamadas “mapas de estrategia de pensamiento” moti-

vando a los alumnos a pensar sobre contenidos importantes del currículo. En este caso, siguiendo con el ejemplo anterior, la profesora "X" diseñaría una actividad de aprendizaje cuyo objetivo fuera que los alumnos decidan cuál sería la mejor fuente de energía que debería utilizarse en su país para producir electricidad y explicar por qué creen que sería la mejor decisión. El currículo está lleno de oportunidades donde se puede pedir a los alumnos que pongan en práctica diferentes tipos de pensamiento.

4. Una práctica importante que promueve el TBL es que los alumnos reflejen y hagan visibles todas las ideas producto del proceso de pensamiento en organizadores gráficos específicos para cada tipo de pensamiento. Esto permite que los alumnos compartan su pensamiento con otros y luego utilicen estas ideas para desarrollar conclusiones y actividades de extensión escrita.

5. El TBL promueve el cambio del papel del profesor en el aula de agente meramente transmisor de información a agente motivador, guía del proceso de aprendizaje, diseñador de las actividades y contextos de aprendizajes desafiantes donde los alumnos tengan la oportunidad de aprender a pensar y a aprender. Una característica importante del nuevo rol del profesor es la práctica de la indagación.

La indagación es parte fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque permite a los participantes (profesores y alumnos) establecer un punto de partida para registrar los conocimientos que se tienen en determinado dominio y para desarrollar nuevas ideas. De igual forma, ayuda a impulsar el pensamiento reflexivo y la metacognición (López Aymes, 2012).

Se sabe que la capacidad de formular preguntas y de saber contestarlas es una parte fundamental de la inteligencia (Sternberg y Spear-Swerling, 1996) y del pensamiento y, por tanto, es imprescindible que los profesores reflexionen sobre la importancia de promover la indagación en clase para:

- Ampliar las destrezas de pensamiento.
- Clarificar la comprensión.
- Obtener feedback sobre la enseñanza y aprendizaje.
- Proveer de herramientas para corregir estrategias.
- Crear lazos entre las diferentes ideas.
- Fomentar la curiosidad.
- Proporcionar retos.

Los alumnos aprenden mejor en un ambiente de clase donde sus contribuciones sean valoradas. Tanto el tipo de pregunta que se realicen, como la manera en que éstas se formulen afectan la autoestima y participación de los alumnos. Por eso, los profesores deben proporcionar experiencias que permitan a todos los alumnos desarrollar estrategias de indagación y solución de problemas de forma experta, en un clima de seguridad que les permita perfeccionar el pensamiento complejo (López Aymes, 2012).

Existen muchos sistemas de clasificaciones de tipos de preguntas, pero en general, hay tres tipos de preguntas básicas utilizadas en clase: (1) preguntas retóricas; (2) preguntas cerradas; (3) preguntas abiertas. Las preguntas retóricas no se consideran en realidad preguntas porque el que las hace generalmente conoce las respuestas. Este tipo de pregunta es el más usado por los profesores para descubrir lo que los alumnos “saben sobre un tópico” pero realmente no ayudan a los alumnos en su proceso formativo. Las preguntas cerradas son aquellas en cuya formulación está contenido el asunto específico que se está averiguando y por lo general las respuestas no fomentan la reflexión sobre el contenido. Por su parte, las preguntas abiertas promueven la discusión, la interacción, y la reflexión, y las respuestas suelen estimular mayor indagación.

Aunque lo mejor es utilizar una combinación de tipos de preguntas, el TBL promueve el uso de preguntas abiertas ya que este tipo de preguntas invitan a generar diferentes tipos de respuestas aceptables, estimulan la exploración de conceptos y facilitan los procesos de pensamiento crítico y creativo.

6. Los alumnos piensan sobre el contenido y construyen su aprendizaje de manera colaborativa, es decir, el profesor motiva a los alumnos a trabajar en grupos de pensamiento colaborativo para desarrollar y enriquecer sus ideas. Por tanto, las clases TBL son clases centradas en los alumnos y no en el profesor.

7. EL profesor modela y motiva a los alumnos a practicar las disposiciones o hábitos de la mente productivos que se necesitan para potenciar la inclinación de los alumnos a pensar bien. Cuando estas manifestaciones se promueven en la enseñanza TBL en el momento apropiado: por ejemplo, si algún alumno no está de acuerdo con la conclusión comunicada por algún compañero (dígase la mejor alternativa de fuente de energía que su país debería asumir) el profesor puede animar a sus alumnos a escuchar las razones de su compañero, a formular preguntas que le permitan aclarar sus dudas y a pensar con mente abierta, se potencian tanto el pensamiento eficaz y el aprendizaje profundo que resulta de la enseñanza basada en el pensamiento.

8. Los alumnos aprenden y practican la reflexión metacogniva sobre el tipo de pensamiento practicado y la efectividad de la estrategia utilizada para guiar su ejecución. Esto ayuda a los alumnos a ser conscientes de cómo piensan, a evaluar la estrategia utilizada para planificar la ejecución del proceso de pensamiento la próxima vez que tengan que hacerlo.

2.7. EL APRENDIZAJE BASADO EN EL PENSAMIENTO Y LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

Cuando hablamos de Ciencia y Pensamiento nos viene a la mente un término: el “*pensamiento científico*”. Pero ¿qué es el pensamiento científico? La respuesta a esta pregunta es muy sencilla y no hay que buscar mucho en la literatura. Lo que muchos llaman *pensamiento científico* es lo que en la enseñanza de las ciencias se conoce como *el método científico*. El método científico es, en forma general la metodología de estudio de la ciencia, es decir, la metodología para recoger, investigar y obtener datos que nos permitan probar una hipótesis sobre, usualmente, las causas de algo. Esto lleva consigo la observación, la experimentación y la obtención de pruebas relevantes que apoyen o no las posibles explicaciones (Swartz y Fisher, 2001).

El pensamiento envuelto en juzgar si una explicación causal es razonable o no en base a las pruebas disponibles es, por supuesto el pensamiento crítico. Igualmente hay que practicar el pensamiento crítico para usar los estándares de la ciencia que tienen que ver con el control de las variables en la experimentación, la evaluación de la fiabilidad de las observaciones y para emitir y evaluar hipótesis y justificar las conclusiones derivadas de la experimentación.

Existen muchos otros tipos de pensamiento involucrados en el *pensamiento científico*. Por ejemplo, comparar y contrastar un grupo experimental con el grupo control es esencial; clasificar los resultados; secuenciar eventos o predecir consecuencias. Por otra parte, si pensamos en todos los descubrimientos científicos y desarrollo tecnológico que se han sucedido a lo largo de la historia, podemos constatar que la ciencia es una empresa que va más allá de la comprensión y explicación del mundo que nos rodea: la información y el conocimiento científico sirve para resolver problemas, crear nuevos productos, tomar decisiones.

Pero una buena práctica científica no sólo conlleva a la práctica del pensamiento eficaz sino también envuelve una serie de actitudes y disposiciones que favorecen que esta práctica se lleve a cabo bien. Un buen pensamiento científico requiere de la flexibilidad de la mente que lo realiza; la persistencia; la capacidad de asombro; la indagación; inclinación por la búsqueda de precisión y la exactitud, entre muchos otros hábitos productivos de la mente.

¿Es el *pensamiento científico* únicamente propio de los científicos profesionales? No necesariamente. Cualquier persona competente científicamente, es decir, una persona que ha recibido una enseñanza científica adecuada, que ha aprendido eficazmente los conceptos básicos e ideas modernas de la ciencia y sabe cómo buscar y usar la información científica para resolver problemas bien, puede manifestar un buen pensamiento científico. Cuando alguien es capaz de cuestionar una publicidad porque se da cuenta que no se sabe si las variables adecuadas han sido controladas, o porque cree que no hay suficientes pruebas que lo avalen, está usando un buen pensamiento científico (Swartz y Fisher, 2001).

Precisamente, lo expuesto en el párrafo anterior es lo que fundamenta la enseñanza para alcanzar la competencia científica que implica, de forma integrada, conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes científicas; añadiendo al requisito de integración el de saber emplear esos conocimientos en diferentes contextos y situaciones, pues no se trata solamente de aprender a realizar una tarea determinada más o menos compleja sino de saber utilizar esos aprendizajes integrados ante diversos problemas (Cañal, 2012.b).

Así, entre los objetivos de la enseñanza de las ciencias debería incluirse el desarrollo de destrezas de pensamiento que constituyen herramientas esenciales para la construcción de nuevos aprendizajes y para el desarrollo de las capacidades necesarias para alcanzar la competencia científica tales como seleccionar y procesar de la información científica con eficacia, capaci-

dad de explicar y predecir fenómenos, capacidad de formular conclusiones fundamentadas, capacidad para buscar y utilizar pruebas, construir argumentaciones consistentes, indagar sobre cuestiones científicas, capacidad para valorar la credibilidad y calidad de la información, para identificar y resolver problemas y la capacidad para tomar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.

Es evidente que para desarrollar estas capacidades y lograr que nuestros estudiantes desarrollen la competencia científica se requiere el uso de metodologías que promuevan estos objetivos, como, por ejemplo, el Aprendizaje basado en el pensamiento (TBL) que proporciona un marco adecuado para ayudar a los alumnos a desarrollar un pensamiento eficaz y conseguir un aprendizaje sólido.

2.8. LA NECESIDAD DE FORMAR A LOS PROFESORES PARA ENSEÑAR A PENSAR

Es por todos conocido la estrecha relación que existe entre el nivel de desempeño del profesor en el aula y la calidad del aprendizaje de sus alumnos. Mucho se ha estudiado en estos tiempos sobre los programas de desarrollo cognitivo para los alumnos, pero relativa poca atención se ha prestado sobre el impacto de estas destrezas en quienes tienen que enseñarla, los profesores. Sabemos que los profesores, por lo general, están poco preparados para fomentar la enseñanza de destrezas de pensamiento entre sus estudiantes (Martin, 1984).

El fracaso de muchos programas de enseñanza de pensamiento en el aula se debe en gran medida a dos razones principales: (1) poca práctica del pensamiento eficaz en el ambiente de aprendizaje de la clase y (2) poca preparación del profesor (Underbakke, Borg y Peterson, 1993). Es evidente que ambas razones dependen la una de la otra: es bastante poco probable que un

profesor pueda elaborar algo en clase para lo que no se ha preparado bien o que no haya experimentado antes. Comprensiblemente, los profesores enseñan de la misma forma en la que han aprendieron en la escuela y de la forma en que han sido preparados para enseñar. En la mayoría de los casos, desafortunadamente, sus experiencias consisten en la recepción pasiva de información que les fue transmitida.

Para que un programa de enseñanza de pensamiento tenga éxito, este debe estar muy bien planificado y contar con la activa participación y buena preparación de los profesores y administradores del centro donde se vaya a implantar. Se necesitan profesores que posean no solo un amplio conocimiento de la materia que enseñan sino también conocimientos de las destrezas de pensamiento que potenciarán el aprendizaje de dicha materia. Por otro lado, y esto es igualmente importante, los profesores deben ser flexibles y dispuestos a poner en práctica estas destrezas de pensamiento tanto en sus vidas como profesionales como en sus conductas personales (Kong, 2010).

Si el desempeño y la preparación de los profesores es el enlace más potente con el desarrollo de las habilidades de pensamiento en los estudiantes, entonces formar a los profesores para enseñar a pensar debe ser una prioridad en las escuelas de formación del profesorado (Underbakke, Borg y Peterson, 1993).

Ruggiero (1988) propuso cinco aspectos que deberían ser incorporados en la formación inicial de los profesores para enseñar a pensar: (1) desarrollar en los profesores la disposición asociada al pensamiento eficaz; (2) desarrollar en los profesores las destrezas y hábitos de la mente relacionados con el pensamiento crítico y creativo; (3) desarrollar en los profesores habilidades para guiar el proceso de pensamiento de sus alumnos; (4) desarrollar en los profesores la habilidad para diseñar y poner en práctica actividades de pensamiento retadoras en sus asignaturas; (5) desarrollar en los profesores habilidades para construir instrumentos efectivos para evaluar el desarrollo de destrezas de pensamiento en sus alumnos.

Estos cinco aspectos, junto al conocimiento acerca de las teorías sobre el pensamiento y el aprendizaje, garantizarían la confianza de los profesores, desde su etapa inicial en esta profesión, para poder modelar en clase las características de un pensamiento eficaz y diseñar actividades, lecciones y unidades didácticas que potencien estas características en sus alumnos.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Hacer investigación educativa significa aplicar el proceso organizado, sistemático y empírico que sigue el método científico para comprender, conocer y explicar la realidad educativa.

R. BISQUERRA (2009)

Este capítulo está dividido en seis apartados. El primero y el segundo describen el escenario donde tuvo lugar la investigación y las características de los participantes, respectivamente. En el apartado número tres se comentan las fases de la investigación. También se detalla la organización temporal de la investigación, su planificación y puesta en marcha en el aula. El cuarto apartado presenta el enfoque metodológico por el que se ha optado y su justificación. Asimismo, en él se pormenoriza el desarrollo del estudio y se ofrece información sobre los instrumentos y estrategias utilizadas para la recogida de datos. En el apartado número cinco se encontrarán las técnicas utilizadas para el análisis de los datos. El capítulo termina con una descripción de la metodología TBL y detalles de su implantación en el grupo experimental durante la fase de experimentación del estudio.

3.1. ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se llevó a cabo en el Colegio Internacional Lope de Vega de Benidorm, España.

El Colegio Internacional Lope de Vega es un colegio privado multilingüe fundado en el año 1956 por D. Juan Fuster Zaragoza. Cuenta con una residencia de estudiantes integrada en la Institución Educativa.

La educación que se imparte va desde los niveles más tempranos hasta las enseñanzas pre-universitarias, incluyendo varios programas de ciclos formativos. El número total permanente de estudiantes oscila entre los 600 a 700.

La vocación internacional es uno de sus rasgos más considerables, siendo modelo integrador de culturas con alumnos de más de 20 nacionalidades y la participación en proyectos europeos.

Por otra parte, el colegio consta de 16 escuelas deportivas que evidencian la apuesta del centro por el deporte como elemento fundamental en el proceso de educación, maduración y desarrollo personal de los alumnos.

El Colegio Internacional Lope de Vega fue escogido para realizar este estudio por ser uno de los primeros colegios en España que decidió introducir el Aprendizaje basado en el Pensamiento (TBL) como parte de su proyecto educativo, siendo el primero donde la investigadora tuvo la oportunidad de participar directamente en el proceso de formación del profesorado. La dirección pedagógica del colegio mostró, desde un inicio, su deseo de participar en esta investigación, y brindó a la investigadora el apoyo necesario para que pudiera llevarse a cabo.

3.2. PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

La población considerada para esta investigación son todos los alumnos del 2º año de educación secundaria de los cursos 2012-2013 y 2013-2014 del Colegio Internacional Lope de Vega. Los padres de todos los alumnos fueron informados sobre la implantación en el colegio de una innovadora metodología de enseñanza-aprendizaje lo que, obviamente, conlleva la evaluación del valor añadido que su uso supone para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el curso escolar 2012-2013, se utilizaron dos clases intactas de Ciencias de la Naturaleza (LOE) con un total de 52 alumnos; 29 alumnos en una clase (13 alumnas y 16 alumnos) y 24 alumnos en otra clase (14 alumnas y 10 alumnos). La edad de todos los alumnos estaba comprendida entre los 12-13 años.

El tamaño de muestra en este estudio se corresponde con el tamaño natural de cada grupo de investigación. Discutir sobre el tamaño suficiente de

la muestra para que las conclusiones de un estudio se puedan considerar representativas es una de las cuestiones que se establecen en los estudios en que la población sobre la que se va a actuar no puede ser muy amplia.

Algunos autores consideran, refiriéndose al tamaño de muestra, que no se alcanza una mayor generalidad por aumentar el número de individuos explorados, sino que, por el contrario, la validez del estudio se encuentra en que el diseño de la investigación sea adecuado y amplio, y se arbitren los mecanismos de exploración y contraste de hipótesis, de tal forma que los resultados obtenidos puedan considerarse complementarios (Larkin y Rainard, 1984, citado en Ibáñez, 2002:159).

Dada la multiculturalidad de la muestra, tres de los alumnos de este curso, nacionales de otros países no hispanohablantes, no dominaban el idioma castellano correctamente en el momento en que se aplicaron los exámenes utilizados como pre test y post test. Por tanto, y a pesar de que tomaron los exámenes con sus compañeros de clase, se decidió no incluirlos como parte de la investigación.

Por otro lado, cinco de los alumnos de este curso estuvieron ausentes, ya sea el día que se aplicó el pre test, o el día en que se aplicó el post test.

Antes de que se aplicara el post test, dos alumnos causaron baja en el colegio.

Todos estos alumnos, un total de diez, se consideraron como bajas de la población. Por tanto, la muestra real de la que se recogieron los datos en el curso 2012-13 fue de 42 alumnos ($n=42$), quedando distribuidos de la siguiente manera: $n=23$ en la clase que sirvió como grupo experimental (**GEXP1**) y $n=19$ en la clase que sirvió como grupo control (**GC**).

En el curso escolar 2013-2014 se utilizaron dos clases intactas de Ciencias de la Naturaleza (LOE) con un total de 32 alumnos (18 alumnos y 14 alumnas).

Un total de siete alumnos, resultaron bajas de la población, ya sea por falta de dominio del idioma o por no estar presente en el momento en que se recogieron los datos. Por tanto, la muestra real de la que se recogieron los datos en el curso 2013-14 es de un total de 25 alumnos ($n= 25$). A este grupo (**GEXP2**), como se describe en la siguiente sección, se le aplicó sólo el post test.

3.3. FASES DEL ESTUDIO

Esta investigación se llevó a cabo en tres fases principales: (1) fase de formación y (2) fase de experimentación y (3) fase de análisis de resultados.

La fase de formación tuvo lugar durante el curso escolar 2011-2012. En esta primera fase, se llevó a cabo la formación del claustro de profesores –al cual pertenece el profesor participante en la investigación– del colegio Internacional Lope de Vega en la metodología TBL.

Esta formación inicial, llevada a cabo por formadores y *coaches* TBL del Center for Teaching Thinking USA-España (CTT), tuvo lugar en el propio colegio y se realizó a través de talleres prácticos, donde los profesores tienen la oportunidad de conocer a fondo la metodología TBL y las técnicas y estrategias de enseñanza en las que se apoya para hacer eficaz la *infusión* de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la instrucción de los contenidos curriculares. El contenido de cada taller se puede consultar en un resumen adjunto (Anexo 1).

Igualmente, y como parte esencial del proceso de formación TBL, después de finalizar los Talleres I y II, cada profesor recibió la visita en su clase de un *coach* especialista en TBL que hace una observación de la lección de infusión preparada y enseñada por el profesor a sus alumnos. Tras la observación de la clase, el *coach* se reunió con el profesor para realizar una reflexión conjunta sobre la puesta en práctica de la misma y valorar posibles mejoras en el desarrollo metodológico.

La investigadora, como parte del equipo que llevó a cabo la formación, visitó el colegio en varias ocasiones durante el período de formación y conocía a los profesores y administradores del colegio. Por ambas partes se manifestó el interés y la necesidad de llevar a cabo este estudio.

El colegio Internacional Lope de Vega, tras conocer las pautas y objetivos de la investigación, accedió a colaborar activamente en el desarrollo de la misma en este centro. La administración y dirección pedagógica del colegio proporcionará a la investigadora libre acceso a información y recursos materiales/humanos del colegio necesarios para la investigación.

Por su parte, la investigadora proporcionó al colegio información sobre los objetivos, necesidades, eventualidades y progreso de la investigación. La investigadora se responsabilizó de coordinar con el profesor participante en el estudio todos los detalles de su puesta en práctica.

A pesar de que hasta el momento solo se había llevado a cabo en el colegio la primera fase de una formación más amplia, necesaria para obtener la certificación como colegio modelo TBL, y que tuvo una duración total aproximada de 5 años, estuvimos de acuerdo en que era el momento apropiado para comenzar la investigación en el curso escolar 2012-2013, curso que sería el primer año de la puesta en práctica de esta nueva metodología por parte de todos los profesores en todos los niveles escolares.

Una vez finalizada la fase de formación, se inició una fase de coordinación y planificación, previa al proceso de experimentación, que tuvo lugar entre la investigadora, el profesor participante en el estudio y los responsables pedagógicos del colegio escenario de la investigación.

En julio del 2012, la investigadora visitó el colegio para sostener un primer contacto directo con el profesor participante en la investigación, la jefa del departamento de Ciencias Naturales y la directora pedagógica del centro.

En este primer encuentro se presentó formalmente el proyecto de tesis y se determinaron las pautas de colaboración entre el colegio y la investigadora durante el período de recogida de datos (curso 2012-2013). Asimismo, la investigadora y el profesor sostuvieron varios encuentros para definir y planificar el procedimiento de trabajo.

En septiembre del 2012 se realizó una visita al colegio en donde se reunió nuevamente con el consejo directivo del colegio y los profesores del segundo año de educación secundaria.

Conocidos ya los listados oficiales de las clases que conformaban el 2º curso de educación secundaria, se eligió al azar cuál de las clases serviría como grupo experimental (GEXP1) y cuál como grupo control (GC).

En reunión con el claustro de profesores de 2º de ESO, los profesores fueron informados de que no debían utilizar la metodología TBL en ninguna de las clases de 2º de ESO, puesto que, como parte de la investigación, esta metodología se implantaría sólo a una clase (GEXP1), y únicamente en la asignatura de Ciencias Naturales. De esta manera, se pretendía garantizar que los estudiantes de la clase que serviría como grupo control (GC) no estuvieran expuestos al TBL en otras asignaturas, lo que podría afectar a los resultados.

Se realizaron numerosas reuniones individuales con el profesor participante en el estudio en las que se revisó el plan curricular y se comenzó a planificar la programación de clase y las unidades didácticas. En la programación se tuvo en cuenta cómo se integraban las destrezas de pensamiento en el contenido curricular en GEXP1, dejando la programación intacta en todos los demás aspectos, para la enseñanza en el GC.

El profesor manifestó cierta ansiedad, porque pensaba que no podría cumplir con las demandas del proyecto. Es el primer año que se ponía en práctica la metodología TBL y aún no se sentía cómodo, ni con la habilidad suficiente. También manifestaba su preocupación sobre cómo reaccionarían los estudiantes a esta nueva metodología.

Por este motivo, y para garantizar que la calidad de la implantación de la metodología fuera lo más correcta posible, se decidió extender la formación, a modo de *coaching* reflexivo entre la investigadora y el profesor, durante la implantación de la metodología TBL (curso 2012-13). Para ello, y dado que la investigadora se encontraba en Madrid, se elaboró un plan de visitas al colegio y encuentros con el profesor, al menos una vez al mes por un período de 2 a 5 días, según disponibilidad. En estas visitas se realizaron observaciones directas de las clases, *coaching* con el profesor y recogidas de datos.

Una vez terminada esta etapa preliminar, comenzó la fase de experimentación. Esta fase se llevó a cabo en dos etapas. La primera etapa tuvo lugar en el curso escolar 2012-2013. La segunda etapa se desarrolló en el curso escolar 2013-2014. Toda la fase de experimentación se realizó en el mismo colegio, con la participación del mismo profesor.

La fase de análisis de los resultados se inició al finalizar el proceso de experimentación.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Dado el reducidísimo número de investigaciones empíricas que se han realizado en el mundo sobre la *infusión* de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares mediante la metodología del TBL, y especialmente ninguna utilizando esta metodología en la enseñanza de las Ciencias Naturales, el presente estudio tiene un carácter básicamente exploratorio.

Podemos caracterizar el estudio como una investigación aplicada, puesto que está orientada a la obtención de conocimientos que nos permitan resolver problemas prácticos y mejorar la realidad estudiada; empírica, en cuanto a que toma como base la observación y la experimentación, y de campo, porque se realiza en un contexto real educativo.

Para llevar a cabo esta investigación hemos seguido la postura de la complementariedad metodológica entre paradigmas (Bisquerra, 2009:77). Esta perspectiva investigativa admite la existencia de diversos paradigmas y sostiene que son complementarios y no competitivos, tratándose de formas igualmente apropiadas para abordar los problemas de investigación y posibilitando la atención a los objetivos múltiples que pueden darse en una misma investigación.

Siguiendo esta postura, este estudio viene definido por un modelo multimétodo (Ruiz Bolívar, 2008). Este modelo de investigación se ha escogido ya que recolectar diferentes tipos de datos, por diferentes métodos y fuentes provee de una información de mayor alcance, lo que podría resultar en un cuadro más completo del objeto de estudio en comparación con lo que se podría lograr utilizando separadamente cada método en particular (Bonoma, 1985). Esta modalidad de indagación contribuye a mejorar los procesos y productos de investigación (Tashakkori y Teddlie, 2003).

El enfoque multimétodo (EMM) puede ser entendido como una estrategia de investigación en la que se utilizan diferentes procedimientos para indagar sobre el mismo fenómeno en los diferentes momentos del proceso de investigación. La información obtenida se valida mediante la estrategia de integración de la triangulación (Ruiz Bolívar, 2008: 17).

La triangulación metodológica ocurre cuando “un enfoque es seguido por otro, para aumentar la fiabilidad de la interpretación” (Denzin y Lincoln, 1995). La necesidad por la triangulación metodológica surge, precisamente, de la necesidad de confirmar la validez de los procesos de investigación.

Según lo expuesto anteriormente, esta investigación viene definida principalmente por un diseño cuasi-experimental, desde el enfoque cuantitativo, y apoyada, desde la perspectiva cualitativa, por diversas estrategias de recogida y análisis de información tales como observaciones de campo, entrevistas individuales y grupales (modalidad grupo focal o *focus group*), y análisis de documentos.

Las variables medidas en esta investigación son las siguientes:

- Variable Independiente: Metodología de enseñanza TBL (Aprendizaje basado en el Pensamiento).
- Variable dependiente: EL grado de competencia científica (desarrollado).

3.4.1 Diseño cuasi-experimental

Los diseños experimentales “puros” son el método deseable para proporcionar argumentos convincentes del efecto causal de la variable independiente sobre la variable dependiente. Sin embargo, hay muchas circunstancias, espe-

cialmente en la investigación educativa y en Ciencias Sociales en general, no es posible diseñar experimentos auténticos.

Las razones más comunes por las que no pueden emplearse diseños experimentales son que la asignación aleatoria de sujetos a los grupos experimental y de control resulte imposible, y que un grupo de control o de comparación sea inconveniente. En cualquiera de estas circunstancias, la mejor opción son los diseños cuasi-experimentales porque, aunque no son experimentos puros, ejercen bastante control sobre la mayoría de las fuentes de invalidez (McMillan y Schumacher, 2010), y por tanto generan un conocimiento científico valioso.

Para dar respuesta a la primera pregunta orientadora de nuestra investigación, se usó un diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes con pre test-post test.

El hecho de que los grupos no sean equivalentes es debido a que no se han formado al azar. Se usaron dos clases intactas de alumnos de 2º año de educación secundaria en la asignatura de Ciencias Naturales (curso 2012-2013).

Se asignó de forma aleatoria una clase intacta (29) a la aplicación del tratamiento, en este caso, la instrucción TBL (GEXP1) y la otra clase intacta (24) a la instrucción tradicional (GC).

En este tipo de diseño el investigador aplica un pre test a ambos grupos, luego, administra un tratamiento sólo a uno de los grupos. El otro grupo, donde no se aplica el tratamiento, sirve como grupo de comparación. Posteriormente, se aplica un post test a ambos grupos. Este tipo de diseño se puede representar como sigue (Figura 3.1):

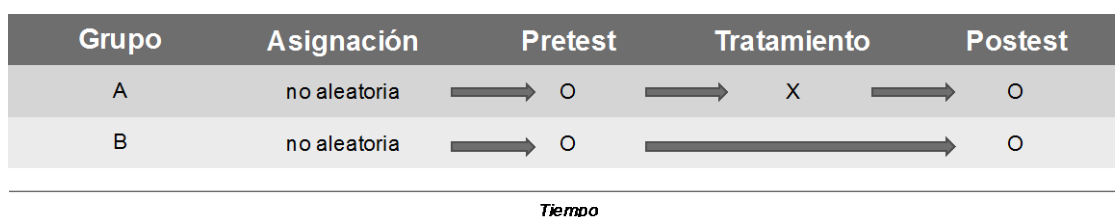


Figura 3.1. Diseño de Grupos no Equivalentes con Pre test - Post test.
(Adaptado de McMillan y Schumacher, 2010).

Con el objetivo de dar respuesta a la segunda pregunta orientadora de este estudio, en el siguiente curso escolar (curso 2013-2014), se usó un diseño pre experimental de grupos no equivalentes (con tratamiento alterno) sólo con post test (Figura 3.2). Los diseños pre experimentales se llaman así porque no cumplen con dos o más características de la investigación experimental. Se suelen usar como procedimientos para generar ideas que, más adelante, pueden ser probadas con diseños más sistemáticos (McMillan y Schumacher, 2005).

En este caso, se buscaba comparar los resultados del rendimiento de un grupo de alumnos que habían aprendido con el TBL regularmente por más de un curso escolar (GEXP 2) con los resultados del rendimiento de un grupo de alumnos que habían sido enseñados con el TBL con menor frecuencia (GEXP1). Por tanto, solo se compararon los resultados del rendimiento en el post test. Hemos denominado al diseño “de tratamiento alterno” ya que, a pesar de que no se han utilizado tratamientos diferentes, la diferencia radica en el tiempo de exposición de cada grupo al tratamiento.



Figura 3.2. Diseño de Grupos no Equivalentes sólo con Post test.
(Adaptado de McMillan y Schumacher, 2010).

3.4.2. Instrumentos y estrategias de recogida de información

Como hemos mencionado en el apartado anterior, la información recogida tiene una doble naturaleza, cuantitativa y cualitativa, y se han utilizado diferentes técnicas para su obtención. De esta manera se garantiza el contraste de información a partir de diversas fuentes.

Las técnicas de investigación se entienden como instrumentos, estrategias y medios audiovisuales que se utilizan para la obtención de información en las diferentes fases de un estudio.

A continuación, pasamos a detallar cada uno de los diferentes instrumentos y estrategias utilizados en esta investigación:

1) *Instrumentos*

Los instrumentos son medios con identidad propia –objetos físicos– elaborados para medir características de los sujetos. Una vez contruidos son independientes de quién los utilice (Mateo y Martínez, 2000: 98).

Instrumento 1. Evaluación inicial (pre test).

En octubre de 2012, se realizó la aplicación del primer instrumento diagnóstico consistente en una prueba objetiva de rendimiento.

Los test de rendimiento se centran en las materias del currículum y los objetivos de aprendizaje. Cuando este tipo de test no está estandarizado se denomina “prueba objetiva de rendimiento” (Mateo y Martínez, 2008:103).

La aplicación del primer instrumento fue para diagnosticar el nivel de competencia científica del que partían todos los alumnos que participaban en la investigación (n=42), por ende, esto indica que se aplicó tanto al grupo ex-

perimental (GEXP1) como al grupo control (GC), antes de la aplicación del tratamiento en el GEXP1.

Elaboración de la prueba: Una vez revisada la bibliografía existente sobre la medición del nivel de competencia científica de los estudiantes, se decidió emplear, para la elaboración de esta prueba, preguntas tomadas de la prueba estandarizada PISA 2006 (MEC: Pruebas liberadas, 2010). Los ítems, a pesar de ser tomados de la prueba de evaluación PISA fueron modificados por la investigadora. Por tanto, no se considera que se haya utilizado un “test de rendimiento estandarizado” propiamente dicho.

La prueba PISA es un estudio internacional de evaluación comparativo del rendimiento de los alumnos de un gran número de países. La evaluación se realiza a la edad de 15 años y no está ligada a currículos nacionales concretos, sino a la adquisición de competencias que el alumno necesita haber alcanzado para afrontar la vida adulta. Las competencias en las que se centra la evaluación PISA son las lingüísticas, las matemáticas y las científicas. La evaluación PISA del 2006 se dedicó a examinar en detalle la adquisición de la competencia científica.

Un aspecto que podría llamar la atención sobre lo mencionado en el párrafo anterior es la edad de los alumnos a los que está dirigida PISA. A pesar de que las pruebas PISA se aplican a alumnos de 15 años, después de un análisis exhaustivo de cada ítem escogido, y tras contraste y validación con dos profesores expertos en la didáctica de las Ciencias Naturales del colegio participante en la investigación, se llegó a la conclusión de que el nivel de lectura y comprensión de cada ítem empleado era apropiado para la edad de los alumnos de 2º curso (12-13 años). Igualmente, se hicieron las adaptaciones que se consideraron necesarias en cada ítem, en cuanto a vocabulario y redacción de cada pregunta.

Igualmente, en cada ítem tomado de la prueba PISA se llevaron a cabo modificaciones, tanto en el texto introductorio como en las preguntas dirigidas a los alumnos. Estas modificaciones se realizaron para adaptar cada pregunta al objetivo que perseguía la investigadora con este instrumento. Una copia de este instrumento, se puede encontrar en la sección de Anexos (Anexo 5).

A efectos de esta evaluación, la definición de competencia científica de PISA 2006 puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados:

- Contexto: reconocer las situaciones de la vida dotadas de un contenido científico y tecnológico.
- Conocimientos: comprender el mundo natural por medio del conocimiento científico, en el que se incluye tanto el conocimiento del mundo natural como el conocimiento acerca de la propia ciencia.
- Capacidades: acreditar que se poseen una serie de capacidades, como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en pruebas.
- Actitudes: mostrar interés por la ciencia, respaldar la investigación científica y contar con la motivación necesaria para actuar de forma responsable en relación, por ejemplo, con los recursos naturales y los ambientes.

La prueba inicial o pre test elaborada para esta investigación consistió en 5 ítems donde se midieron las capacidades y conocimientos que se describen a continuación. Las actitudes no fueron objeto de medición en nuestro estudio.

a) Los contenidos

Para la elección de los contenidos se siguieron los siguientes criterios:

- Contenidos importantes propios del currículo de la asignatura Ciencias de la Naturaleza (LOE).
- Que tengan un nivel de dificultad adecuado para la edad de los alumnos objeto de la investigación.
- Que representen ideas científicas fundamentales que los alumnos deben conocer, comprender y utilizar en situaciones diferentes.

Los contenidos que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la prueba inicial fueron los siguientes:

1. Los conocimientos científicos:

- La materia: propiedades y estructura de la materia; los cambios físicos y químicos (ítems 1, 2); combustibles y medio ambiente (ítem 5).

2. Los conocimientos sobre la propia ciencia.

- Elaboración de hipótesis (ítem 4).
- Características de un experimento (ítem 3).

b) Dimensiones de la competencia científica

1. La capacidad de utilizar el conocimiento científico para:

- Describir (ítem 1) fenómenos naturales o de la realidad cotidiana.
- Explicar fenómenos de la realidad cotidiana (ítem 2).

En definitiva, saber emplear el conocimiento científico personal en relación con un nuevo contenido, contexto o experiencia.

2. Identificación de cuestiones científicas.

- Identificación de variables que deben ser medidas en las experiencias (ítem 3).
 - Formulación de hipótesis y justificación de la misma (ítem 4).
3. La utilización de pruebas científicas.
- Interpretar pruebas científicas, elaborar y comunicar conclusiones y justificarlas (basándose en estas pruebas/evidencias) (ítem 5).

Es necesario aclarar que, en primera instancia, se partía del hecho de que todos los alumnos habían estudiado los contenidos (conocimiento científico) que debían utilizar para responder a los ítems que formaban parte de este instrumento. Estos contenidos fueron estudiados en el primer curso de la educación secundaria (1º de ESO) en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Dado que el profesor que enseñó esta asignatura en 1º de ESO fue distinto al profesor que la enseñaría en 2º de ESO, en el mes de septiembre, de 2012 se llevó a cabo una “nivelación de contenidos” en ambos grupos participantes en la investigación, con el fin de garantizar la falta de conocimientos científicos se convirtiera en una variable externa que pudiera influir en la medición del nivel de competencia científica de los estudiantes.

Instrumento 2. Evaluación final (post test)

El segundo instrumento fue aplicado por primera vez en el mes de junio de 2013 a todos los alumnos que anteriormente habían tomado el pre test.

Esta primera aplicación tuvo como objetivo medir, después de la aplicación del tratamiento en el grupo experimental, las mismas capacidades componentes de la competencia científica que se midieron en el pre test. Con este instrumento se pretendía contrastar la hipótesis (I) de nuestro estudio.

Posteriormente en el siguiente curso escolar (curso 2013-2014) y segundo año de implantación de la metodología TBL en el colegio, se llevó a cabo una segunda recogida de datos con este instrumento en otro grupo de alumnos de 2º año de educación secundaria del mismo colegio, al que se le denominó grupo experimental 2 (GEXP2), con el objetivo de dar respuesta a la segunda pregunta orientadora de este estudio y contrastar la hipótesis (II). Se utilizaron dos clases intactas de 2º de ESO con un total de 25 alumnos.

Elaboración de la prueba: A pesar de que se medía la misma variable dependiente, los ítems del post test diferían completamente de aquellos utilizados en el pre test, en cuanto al contenido científico que los alumnos debían utilizar. La decisión de utilizar ítems diferentes en cada instrumento tiene las siguientes razones:

1. Dado que la variable dependiente medida en este estudio era la competencia científica (capacidades específicas que la forman), el conocimiento científico que se requería poner en práctica en situaciones nuevas pudo ser diferente.

De hecho, se partía de la idea de que una persona había adquirido la competencia científica cuando era capaz de utilizar el conocimiento científico, combinándolo de forma integrada con destrezas y actitudes, en situaciones y problemas concretos, a fin de lograr su comprensión y la producción de respuestas adecuadas y eficaces en cada contexto.

2. Aparte de la razón anteriormente expuesta, utilizando diferentes pruebas, se trató de evitar “el efecto del pre test”. Este tipo de efecto del pre test se encuentra en experimentos que mide el rendimiento en un corto espacio de tiempo ya que el hecho de hacer un pre test puede dar al sujeto práctica o motivación sobre el tipo de preguntas o familiarizarlo con el material.

Este instrumento consistió, igualmente, en 5 ítems. Cada ítem utilizado estaba diseñado para medir una capacidad específica de la competencia científica.

Tres de las preguntas (ítems) utilizadas fueron tomadas y adaptadas de las siguientes fuentes:

- Niedo, Cañas y Martín-Díaz (2004), ítems 1 y 3.
- PISA (pruebas liberadas, 2006), ítem 5.

Las preguntas correspondientes a los ítems 2 y 4 fueron elaboradas por la investigadora, previa validación con dos expertos.

Al igual que el instrumento utilizado como pre test, este instrumento se sometió al análisis, contraste y validación por parte de dos profesores expertos en la didáctica de las Ciencias Naturales del colegio participante en la investigación.

Queremos mencionar que, dado que los alumnos que participaron en esta investigación estaban acostumbrados a ser evaluados en clase con pruebas que consistían básicamente en exámenes de opciones múltiples, posterior a la aplicación del pre test, y en conversación informal con el profesor y la investigadora, éstos manifestaron su “frustración” por haber tomado “un examen que no les daba posibilidades de opción en ninguna de las preguntas”, “nos gustan más esos exámenes (los de opciones múltiples)”, “o, en todo caso, un examen que tenga una combinación de diferentes tipos de preguntas”, “así tenemos más posibilidad de aprobar”.

Teniendo en cuenta las protestas de los alumnos acerca de sus preferencias respecto a estos tipos de instrumentos de evaluación, y para evitar que esto supusiera una posible amenaza a la validez interna del diseño, decidimos elaborar la prueba utilizada como post test utilizando una combinación

de preguntas de múltiples opciones y preguntas de respuestas semi-cerradas y abiertas.

Las preguntas de selección múltiple se usaron en los ítems 1 y 3 (adaptadas de Nieda, Cañas y Martín-Díaz, 2004) y en el ítem 5 (PISA 2006). En cada una de estas preguntas, junto a modificaciones realizadas en la redacción de las mismas, se incluyó un apartado donde se pide a los alumnos que justifiquen su elección (ítem 3), describan en qué consistía el fenómeno que habían identificado (ítem 1) o argumenten en pro de su elección y en contra de las opciones no consideradas (ítem 5). Una copia de este instrumento se puede encontrar en la sección de Anexos (Anexo 6).

Las preguntas seleccionadas para este instrumento recogen los siguientes conocimientos y capacidades:

a) Los contenidos

Para la elección de los contenidos se han utilizado los siguientes criterios:

- Contenidos importantes propios del currículo de la asignatura Ciencias de la Naturaleza (LOE).
- Que tengan un nivel de dificultad adecuado para la edad de los alumnos objeto de la investigación.
- Que representen ideas científicas fundamentales que los alumnos deben conocer, comprender y utilizar en situaciones diferentes.

Los contenidos que se han tenido en cuenta para la elaboración de la prueba inicial son los siguientes:

1. Los conocimientos científicos:

- Materia y Energía: Relación de las transformaciones del mundo material con las variaciones de energía (ítem 1).
- Calor y Temperatura: Transmisión del calor (ítem 2); conductores y aislantes térmicos (ítem 4).
- Fuentes de energía: principales fuentes de energías renovables (ítem 5).

2. Los conocimientos sobre la propia ciencia:

- Elaboración de hipótesis (ítem 4).
- Características de un experimento (ítem 3).

b) Dimensiones de la competencia científica

1. La capacidad de utilizar el conocimiento científico para:

- Describir fenómenos naturales o de la realidad cotidiana (ítem 1).
- Explicar fenómenos de la realidad cotidiana (ítem 2).

En definitiva, saber emplear el conocimiento científico personal en relación con un nuevo contenido, contexto o experiencia.

2. Identificación de cuestiones científicas:

- Habilidad para deducir qué pretende comprobar una determinada experiencia científica que se plantee (ítem 3).
- Identificación de variables que deben ser medidas o controladas en las experiencias (ítem 3).
- Formulación de hipótesis y justificación de la misma (ítem 4).

3. La utilización de pruebas científicas:

- Interpretar pruebas científicas, elaborar y comunicar conclusiones y justificarlas basándose en estas pruebas / evidencias (ítem 5).

Aplicación de los instrumentos: Como se ha mencionado anteriormente en este apartado, los dos instrumentos descritos (pre test y post test) fueron aplicados en el curso escolar 2012-13 a una muestra n=42 estudiantes del segundo año de educación secundaria y posteriormente, sólo el post test, se aplicó nuevamente a un segundo grupo de alumnos de la misma edad (n=25).

La aplicación de las pruebas en cada ocasión se llevó a cabo a la misma hora del día y época del año para todos los alumnos y sólo con la presencia del profesor de la asignatura (y otro profesor del colegio) en las aulas. Dada la naturaleza de las preguntas el tiempo que ese día a los alumnos para responder a las preguntas de cada prueba fue de 1h y 30 min. Los alumnos asistieron a clase con la idea de que harían una evaluación regular parte de la asignatura. Se pretendía que los alumnos actuaran y respondieran a las preguntas de la prueba con toda naturalidad. Esto se hizo para evitar el conocido efecto *Hawthorne*.

El efecto *Hawthorne* es un factor que puede afectar tanto a la validez interna como a la externa. Este efecto consiste en la tendencia de las personas (los alumnos) a actuar de forma diferente, simplemente por saber que están siendo objeto de una investigación.

La corrección de las pruebas se llevó a cabo de la forma siguiente:

1. Antes de comenzar la experimentación (curso 2012-13) se confeccionó un listado de todos los alumnos que conformaban la muestra y que pertenecían a ambas clases (GEXP1 y GC) por orden alfabético.

2. Se asignó un número a cada nombre de la lista (del 001 al 042) y se comunicó a cada alumno el número que se le había asignado.
3. Se informó a los alumnos que en todas las evaluaciones del curso deberían escribir su número, además de su nombre y grupo.
4. En la aplicación de los instrumentos (pre test y post test) se pidió a los alumnos que solamente escribieran el número (y que no escribieran ni su nombre o clase en el encabezado).
5. Una vez concluida la aplicación de cada instrumento, las pruebas fueron recogidas, mezcladas y entregadas a la investigadora.
6. Se llevó a cabo una corrección a ciegas, ya que las pruebas no podían ser identificadas con ninguno de los grupos.
7. La corrección de las pruebas fue realizada por la investigadora y el profesor participante en la investigación (quien poseía copias de todas las pruebas), siguiendo las rúbricas diseñadas por la investigadora para este propósito, y previa coordinación sobre el modo de realizar las correcciones. Una copia de las rúbricas para cada prueba se puede encontrar en el apartado de Anexos (Anexos 7 y 8).
8. Las correcciones se hicieron de forma independiente y luego se contrastaron para garantizar la concordancia de las correcciones.
9. El valor total de cada prueba es de 15 puntos. Cada ítem fue valorado con una puntuación que oscilaba entre 0 puntos (respuestas completamente incorrectas o no respuestas) a 3 puntos (respuesta que contienen todos los aspectos requeridos según rúbrica), pasando por valores intermedios posibles de 1 y 2 puntos. Igualmente, se categorizaron los puntajes obtenidos con respecto al nivel de competencia científica demostrada de la siguiente forma: 1 punto (nivel bajo); 2 puntos (nivel medio); 3 puntos (nivel alto).

A continuación, se resume en la Figura 3.3 los momentos de aplicación de los instrumentos de recogida de información, así como los grupos donde fueron aplicados (GEXP1; GC y GEXP2) durante la fase experimental de la investigación.



*Figura 3.3. Desarrollo de la Fase Experimental de la Investigación.
(Elaboración propia, 2017).*

2) Estrategias de recogida de información

Las estrategias son procesos interactivos entre el investigador y lo investigado. Las estrategias se adaptan a las circunstancias del contexto en que se utilizan (Mateo y Martínez, 2008).

La utilización de estrategias de recogida de información distintas, de forma simultánea, permite contrastar y enriquecer la información obtenida sobre la realidad estudiada, ya que cada una de estas estrategias utilizadas nos da una visión particular de dicha realidad.

Entre las estrategias de recogida de información utilizadas en esta investigación se encuentran (1) la observación de campo no participante; (2) la entrevista y (3) el análisis de documentos.

La observación de Campo

La observación de campo es la técnica usada por el investigador que le permite observar directamente y tomar notas sin interacciones. Son anotacio-

nes descriptivas sobre los acontecimientos, personas y acciones que interesan al investigador.

Durante el curso escolar 2012-13 la investigadora visitó el colegio una vez al mes por un período de 3 a 5 días para realizar observaciones directas en las clases participantes en la investigación. Estas visitas tuvieron un doble propósito, por una parte, sirvieron para constatar que el profesor –único participante en la investigación– estuviera realizando la enseñanza de las ciencias naturales utilizando la metodología TBL en la clase que servía como grupo experimental (GEXP1) y enseñando de forma tradicional en la clase que servía como grupo control (GC). Por otra parte, las observaciones sirvieron para tomar notas de todo lo que acontecía en ambos grupos, pero en especial en el GEXP1.

Durante la observación, la investigadora escribía las notas de campo describiendo con detalle todos los aspectos interesantes referente a la actitud y desenvolvimiento tanto del profesor como de los alumnos en el desarrollo de las clases TBL.

Las notas de campo tomadas durante las observaciones se utilizaron en cada visita para, de forma inmediata después de la lección, realizar un coaching al profesor, donde se reflexionaba sobre lo observado y se tomaban decisiones para posteriores acciones.

Posteriormente, la investigadora escribía sus propias reflexiones sobre lo observado en clase, en conjunto con el trabajo realizado con el profesor. Todas las reflexiones sirvieron al final del estudio para el análisis holístico de la situación estudiada.

La Entrevista

La entrevista es una técnica utilizada para obtener información de forma oral y personalizada. Las entrevistas, según su estructura y diseño pueden ser:

- Estructuradas o estándar con principio y final: donde el investigador planifica previamente la batería de preguntas. La entrevista es guiada por un guion preestablecido que deja poco margen para que el entrevistado pueda añadir sus comentarios.
- Semiestructuradas o guiadas: parten de un guion que determina cuál es la información relevante a tratar, pero las preguntas se elaboran de forma abierta en el transcurso de la entrevista, lo que permite recoger una información más rica en matices.
- No estructuradas o informales: son aquellas que se realizan sin un guion previo, tipo conversación. La entrevista se construye simultáneamente a partir de las respuestas del entrevistado (Bisquerra, 2008; McMillan y Schumacher, 2010).

Durante el período de investigación se efectuaron dos entrevistas semi-estructuradas, una al profesor participante en la investigación donde se pretendía recoger sus opiniones, sentimientos y sensaciones sobre la implantación de la metodología TBL, y otra a los alumnos del grupo experimental (GEXP1).

El acercamiento al profesor a través de las sesiones de *coaching* y el contacto permanente, mediante diferentes vías, a lo largo de todo el proceso, constituyó una fuente invaluable para comprender sus actuaciones. Desde que se iniciara la investigación, este contacto directo con el profesor, y en varias ocasiones con los alumnos en un escenario real, sirvió para recabar una información activa que nos permitió valorar el proceso con más objetividad.

La entrevista realizada a los estudiantes fue una entrevista colectiva en la modalidad de grupo focal.

El grupo focal es una técnica cualitativa que permite al investigador alinearse con los participantes para adquirir información y obtener una mejor comprensión de la realidad analizada. La intención de los grupos focales es

promover la autoapertura de los participantes para de esta forma identificar distintas tendencias y regularidades en sus opiniones (Bisquerra, 2009).

Con el fin de recoger información sobre la opinión de los alumnos que estaban siendo enseñados con el TBL sobre esta nueva metodología, se organizó un grupo focal al GEXP1 al finalizar la aplicación del tratamiento en el curso escolar 2012-13. Para la realización de la entrevista se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se eligió al azar un total de diez alumnos que se reunieron con la investigadora en una sala designada para esta actividad.
2. La investigadora que tuvo el doble papel de observadora y moderadora presentó al grupo el tema y el objetivo de la discusión.
3. Para garantizar la motivación de los participantes, la investigadora también les comentó sobre la importancia de sus opiniones para la mejora de la enseñanza de las ciencias tanto para ellos como para futuros alumnos.
4. La autoexposición de los alumnos resultó cómoda y ágil, en primer lugar, porque conocían a la investigadora y se sentían en confianza con ella y en segundo lugar porque se sintieron motivados por el hecho de que se les diera la oportunidad de exponer sus opiniones y preocupaciones libremente.
5. La sesión se extendió aproximadamente el tiempo que dura una sesión de clase. El tiempo fue acordado con el colegio, que también dio su aprobación previa y apoyó en la logística necesaria para el desarrollo de esta actividad.
6. La entrevista fue grabada con la autorización correspondiente de los alumnos, el colegio y los padres.

7. Después de la entrevista se realizó la transcripción correspondiente y se organizó la información para su posterior análisis.

Los Documentos

Los documentos son materiales escritos realizados por los sujetos de investigación. A diferencia de la observación o la entrevista, donde el investigador es el instrumento principal de obtención de información, el análisis documental es una actividad planificada que consiste en examinar documentos escritos de diferentes modalidades y que son de interés para el investigador y la investigación.

En este estudio se utilizaron diferentes documentos para obtener información: documentos oficiales representados por registros de notas del profesor, planificación de unidades didácticas y lecciones, y las pruebas objetivas de rendimiento aplicadas a los alumnos durante la experimentación. Dentro de la clasificación de documento personal, se utilizó el diario del profesor en el que relataba sus experiencias y sentimientos y reflexiones sobre la implantación de la metodología TBL. Este documento sólo fue utilizado por la investigadora para hacer un seguimiento de las dudas y plan del profesor durante el período de investigación en el curso 2012-2013.

3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

A pesar del carácter básicamente exploratorio de nuestra investigación, una parte de nuestro estudio tiene naturaleza evaluativa, ya que pretende valorar, mediante un criterio de medida, la evolución en el tiempo del nivel de adquisición de capacidades componentes de la competencia científica en los estudiantes del grupo experimental que han sido enseñados con la metodología TBL. El criterio de medida que hemos utilizado para emitir el juicio de valor consiste en la definición de niveles de realización de las diferentes variables

que se miden, entiéndase por las mismas las diferentes capacidades de la competencia científica medidas a través de las pruebas de rendimiento.

Por otra parte, también este estudio tiene una intención comparativa ya que igualmente se pretende obtener datos que nos permitan decidir qué situación, entre dos dadas, es superior. Específicamente, comparamos los resultados obtenidos por los alumnos enseñados con una metodología más tradicional (GC) y aquellos obtenidos por los estudiantes que aprendieron los contenidos científicos mediante la metodología TBL (GEXP1). Para ellos se crearon las condiciones más idénticas posibles midiendo la variable dependiente al principio y al final. Luego se determinó estadísticamente si había diferencias entre los grupos y, por supuesto, si la variable independiente había tenido algún efecto significativo.

Igualmente, se compararon los resultados obtenidos (en este caso sólo en la evaluación final) por alumnos que fueron enseñados con la metodología TBL por más tiempo (GEXP2) con los resultados del grupo que aprendieron con TBL por menos tiempo (GEXP1) y los resultados del grupo de alumnos que fueron enseñados con una metodología más tradicional (GC).

Las investigaciones del campo educativo, como fue comentado en el apartado anterior, presentan un matiz de investigación social que implica la utilización de técnicas tanto cuantitativas como cualitativas (Pérez Serrano, 1994). En nuestro estudio, el análisis de datos se llevó a cabo utilizando ambos tipos de técnicas.

Los análisis de tipo cuantitativo, se han basado en el tratamiento de los datos obtenidos por los estudiantes en las pruebas de rendimiento (pre test-post test). Las hipótesis a contrastar, el tipo de datos y los grupos implicados han determinado el programa estadístico más adecuado para llevar a cabo el análisis. El contraste de las hipótesis planteadas en esta investigación se ha realizado con estadística inferencial. Se utilizó la estadística descriptiva para

estudiar las características de la muestra y aproximarnos a unos resultados primarios.

A continuación, se realiza una breve descripción de las técnicas de análisis utilizadas.

Dado que las muestras utilizadas en nuestro estudio eran pequeñas ($n < 30$), y que ésta no cumple los supuestos de normalidad (según la prueba de Kolmogorov- Smirnov), ni de homocedasticidad (igualdad de varianzas), no se cumplen condiciones para aplicar pruebas paramétricas.

Por esto, se recurrió a la aplicación del Test de la U de Mann-Whitney y W de Wilcoxon para el contraste no paramétrico de dos muestras relacionadas. Estas pruebas se presentan como alternativa a la t de Student cuando el supuesto de normalidad no es asumible.

En nuestro caso, utilizamos estas pruebas para contrastar las medias de los resultados de los alumnos en los instrumentos aplicados (pre test-post test) como sigue:

- GEXP 1 pre test vs GC pre test.
- GEXP 1 pre test vs GEXP 1 post test.
- GC pre test vs GC post test.
- GEXP 1 post test vs GC post test.
- GEXP 1 post test vs GEXP 2 post test.
- GC post test vs GEXP 2 post test.

Se ha observado que en la práctica muchos supuestos paramétricos no se cumplen strictu sensu, pero 'casi' se cumplen. Por esto, aunque no se con-

firmer estrictamente todos los supuestos paramétricos, se pueden aplicar pruebas paramétricas (Bisquerra, 2009:267).

Teniendo en cuenta que, desde diversas perspectivas se aconseja el uso de pruebas paramétricas puesto que son lo suficientemente robustas para que los resultados no se vean seriamente alterados por ligeras desviaciones de los supuestos paramétricos, hemos igualmente analizado los resultados usando la prueba paramétrica *t de Student* para contrastar la probabilidad de rechazo de las hipótesis nulas.

La prueba *t* es el procedimiento estadístico más común para determinar el nivel de significación al comparar dos medias. Se puede hacer referencia a dos tipos de pruebas *t*, una para muestras independientes (las dos muestras tienen sujetos diferentes en cada grupo) y otra para muestras no independientes, también llamada *t* emparejada, o de muestras dependientes. Esta última se utiliza en situaciones en las que los sujetos de los dos grupos están equiparados de algún modo.

Estos análisis se llevaron a cabo a través del programa informático SPSS versión 21.

Los números son indicadores que muestran tendencias; así que el análisis cualitativo de los datos nos ayuda a llegar a una interpretación más profunda de los resultados que no se limite solamente al dato numérico.

En nuestro estudio los análisis de tipo cualitativo, propios de los estudios sociales se han aplicado en el proceso de interpretación y valoración del desempeño e ideas de los estudiantes y el profesor participante en la investigación. Al mismo tiempo, han sido utilizados en el análisis de contenido de pruebas (post test) de alumnos de diferentes grupos donde se debían extraer los conocimientos y destrezas de los estudiantes por tratarse, de ítems semi-cerrados o abiertos.

Igualmente, se llevó a cabo un análisis cualitativo de toda la información obtenida y registrada a través de la observación directa y las entrevistas realizadas con la finalidad de encontrar un sentido a la información recopilada y establecer las categorías que de ella se puedan extraer.

Ruiz Olabuénaga (1999) se refiere al “método cualitativo de análisis de contenido” para referirse al proceso de análisis de datos cualitativos. Lo define como una metodología que utiliza varios procedimientos para efectuar inferencias válidas de un texto que debe entenderse y tratarse como un escenario de observación o como el interlocutor de una entrevista de la que se extrae información para someterla a un análisis e interpretación posteriores.

El proceso habitual de análisis de contenidos consiste en seleccionar unidades de análisis de un contexto, para luego codificarlas. El proceso tiene cuatro etapas: revisión de la calidad de la información y complementación a través de otras técnicas de obtención de información; reducción de la información, que implica la categorización y codificación del contenido; exposición organizada de los hallazgos; y extracción de conclusiones y construcción de la teoría.

3.6. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y MATERIALES

La metodología TBL

TBL (*Thinking based Learning* en inglés o Aprendizaje Basado en el Pensamiento, en español) es la metodología de enseñanza que se ha escogido como tratamiento experimental (variable independiente) en este estudio.

En el curso escolar 2012-13, el tratamiento se comienza a aplicar después de la administración del pre test a los alumnos del grupo experimental

con una frecuencia de 3 h. semanales durante 8 meses, hasta la administración del post test.

El profesor responsable de la enseñanza de esta asignatura, en ambos cursos, “*infusionó*”² la enseñanza de las destrezas de pensamiento dentro de la enseñanza del contenido curricular, utilizando las estrategias y técnicas de enseñanza propias de esta metodología, y que se describen a continuación.

La metodología del Aprendizaje basado en el Pensamiento (TBL) utilizada en clase tiene como objetivo no sólo enseñar a los alumnos a realizar un tipo de pensamiento específico de forma eficaz, sino también ayudarles a desarrollar la disposición a usar estos tipos de pensamiento con destreza, con autonomía, en las circunstancias que lo requieran. Que los alumnos sean capaces de pensar bien, de forma autónoma, en cada momento de sus vidas dentro y fuera de la escuela, es el objetivo final.

Así, esta metodología tiene tres fases fundamentales: (1) introducción: hacer conscientes a los alumnos de qué significa pensar con destreza, por qué hay que pensar con habilidad y qué tipo de destrezas de pensamiento deben ponerse en práctica en diferentes situaciones; (2) práctica: dar a los alumnos la oportunidad en clase de poner en práctica, con la guía del profesor, diferentes tipos de pensamiento para que puedan adquirir la destreza necesaria en su realización dentro y fuera de la escuela; (3) internalización: los alumnos internalizan las diferentes destrezas de pensamiento y son capaces de utilizarlas en cualquier situación que lo requiera de forma autónoma. En esta fase, los alumnos son capaces de planificar y evaluar su pensamiento.

Para llevar esta metodología al aula es necesario, aparte de una formación adecuada sobre la misma, una planificación apropiada de unidades didácticas y lecciones, donde el pensamiento, y no sólo el contenido, sea un

² Se ha optado por este vocablo como una traslación literal de la palabra inglesa “*infusión*”, que el autor de esta metodología ha preferido y aconsejado utilizar.

objetivo explícito de las mismas. A estas unidades y lecciones se las denomina “*de infusión*”.

Previo a la implantación de la metodología TBL, el profesor diseñó, con la ayuda de la investigadora las unidades didácticas de infusión que se pondrían en práctica en el período comprendido entre el pre test y el post test.

En cada unidad didáctica se exponen los contenidos (y objetivos curriculares), destrezas de pensamiento (y objetivo de pensamiento) y actividades TBL que se desarrollarán en cada lección de infusión a través de toda la unidad. Ejemplos de unidades didácticas planificadas por el profesor se pueden encontrar en el apartado de Anexos (Anexos 9,10 y 11).

Los bloques de contenido escogidos para trabajar en el período de experimentación los siguientes:

- Bloque 1: Aproximación al trabajo científico.
 - Naturaleza de la ciencia.
 - Relaciones entre ciencia, técnica y sociedad.
- Bloque 2: Materia y energía.
- Bloque 3: Calor y temperatura.

En cada unidad se definieron objetivos de aprendizaje a alcanzar y se definieron las destrezas de pensamiento que se enseñarían y pondrían en práctica, con el planteamiento explícito del objetivo a alcanzar en relación al tipo de pensamiento enseñado y practicado. Las destrezas trabajadas aparecen a continuación:

- Determinar la relación de las partes y el todo.
- Comparar y contrastar.

- Explicar causas.
- Predecir.
- Tomar decisiones.

Como hemos mencionado anteriormente, el pensamiento es también objetivo explícito en todas las lecciones de infusión, así que para alcanzar este objetivo con éxito es necesario utilizar estrategias que promuevan en todo momento en el aula un ambiente propicio para la enseñanza de destrezas de pensamiento.

Ayudar a los estudiantes a convertirse en pensadores más efectivos requiere que éstos conozcan más sobre qué significa pensar con eficacia. Para esto el profesor, usa estrategias en forma de preguntas que guían a los estudiantes a pensar con habilidad.

Esta estrategia en forma de preguntas, también llamada “mapa estratégico de pensamiento”, es co-construida por los alumnos con la guía y, en ocasiones, la participación directa del profesor. Los mapas de pensamiento verbalizan qué da destreza a un tipo de pensamiento específico. Su función en enseñanza es que los alumnos aprendan a fijarse en importantes estrategias mentales en las que normalmente no pensarían, al tener que ejecutar un determinado tipo de pensamiento. Ejemplos de estrategias o mapas de pensamiento utilizadas en clase para los tipos de pensamiento enseñados se pueden encontrar en la sección de Anexos (Anexo 2).

Ser consciente de cómo pensar con destreza, guiados por una estrategia que organizará nuestro pensamiento, no es suficiente. Es aquí donde el diseño de actividades que requieran y promuevan la práctica de estas destrezas de pensamiento es esencial.

El profesor escogerá un contenido curricular importante y diseñará actividades (actividades TBL) donde los alumnos puedan aplicar, en un contexto lo más real posible, aquellas destrezas de pensamiento que han aprendido.

El rol del profesor es en todo momento de guía y facilitador. Ayuda a los estudiantes a pensar sobre qué tipo de conocimiento previo deben utilizar para conectar con la situación presentada, e idealmente, qué tipo de nueva información debería buscar para completar su aprendizaje sobre el tema.

Otras estrategias y técnicas importantes utilizadas para promover esta práctica en el aula, y que anteriormente se han detallado en el capítulo del Marco Teórico son las siguientes:

- Guía del profesor en el proceso de pensamiento de los alumnos a través de preguntas abiertas, de clarificación, elaboración, extensión y desafío.
- Dar tiempo a los alumnos para la reflexión individual antes de dar respuesta a las preguntas del profesor.
- Promover el trabajo de pensamiento colaborativo.
- Uso de organizadores gráficos especiales para organizar las ideas comunes que resultan del proceso de pensamiento colaborativo.
- Proporcionar la oportunidad para que los alumnos compartan sus ideas con el resto de la clase y motivarlos para que usen en todo momento un lenguaje propio al tipo de pensamiento que han puesto en práctica y, asimismo, un vocabulario científico correcto.
- Motivar a los alumnos a identificar diferentes contextos en los que habría que aplicar una destreza (o varias) de pensamiento concreta.
- Dar oportunidad a los alumnos para realizar una reflexión metacognitiva sobre el tipo de pensamiento que han realizado: cómo lo

han hecho y evaluar la eficiencia de la estrategia utilizada y planificar de qué forma lo haría la próxima vez.

- Modelar y motivar a los alumnos a desarrollar disposiciones de pensamiento y hábitos de la mente productivos en todo momento.

En la tabla siguiente (Tabla 3.1) se resumen las estrategias y técnicas utilizadas en clase en la metodología TBL para alcanzar los objetivos de pensamiento.

| TBL | Objetivos de Enseñanza | Práctica |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Destrezas de pensamiento | Proponer desafíos de pensamiento mediante la infusión de destrezas de pensamiento en los contenidos curriculares. | Diseñar unidades didácticas, lecciones, y actividades que focalicen el pensamiento como objetivo explícito de las mismas. Proponer a los estudiantes actividades motivadoras y retadoras en las que tengan que pensar sobre un contenido curricular importante utilizando conocimientos previos y/o determinando qué información/conocimiento necesitan. Estas actividades pueden desarrollarse en cualquier ambiente de aprendizaje. |
| | Uso de organizadores del pensamiento de forma explícita. | Enseñar de forma explícita las estrategias que permiten organizar el pensamiento para realizarlo con destreza: estrategias de pensamiento en forma de preguntas (Mapas de pensamiento) |
| | | Usar organizadores gráficos para hacer visible el pensamiento, |
| | | Usar rutinas de pensamiento. |
| | Propiciar en todo momento el pensamiento colaborativo para promover la riqueza de las ideas, la interacción y el diálogo. | Animar a los alumnos a hacer su pensamiento visible y público. |
| | | Trabajar en grupos colaborativos, organizar la clase de manera que facilite la movilidad y la interacción entre los alumnos. |
| Desarrollar y usar un lenguaje de pensamiento y animar a los alumnos a usarlo en todo momento. | | |
| Promover la indagación, hacer preguntas abiertas, de clarificación, elaboración y desafío que permitan a los estudiantes hacer visible su pensamiento. | | |
| Disposiciones de pensamiento | Promover las disposiciones de pensamiento eficaz y hábitos productivos de la mente. | Hacer explícitas las disposiciones asociadas con el pensamiento eficaz. |
| | | Promover el interés y deseo por pensar bien y usar las estrategias que ayudan a pensar con destreza. |
| Metacognición | Motivar a los estudiantes a adoptar una sólida perspectiva metacognitiva sobre el pensamiento. | Enseñar a los estudiantes estrategias explícitas para planificar, supervisar y evaluar sus destrezas y disposiciones de pensamiento. Dar tiempo en clase para que lo practiquen. |
| | Enseñar para la transferencia de la destreza de pensamiento aprendida. | Motivar a los alumnos a encontrar contextos y situaciones diferentes (tanto en temas de otras asignaturas como en situaciones de sus vidas) donde puedan poner en práctica las destrezas de pensamiento aprendidas. |

Tabla 3.1. Ingredientes de la metodología TBL.
(Adaptado de Swartz y McGuinness, 2014).

En la tabla 3.2 se expone un resumen comparativo de los métodos de enseñanza y materiales utilizados en el grupo experimental y el grupo control, durante la fase de experimentación.

| Métodos y materiales | Grupo Experimental | Grupo Control |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| Libro de texto | Igual | Igual |
| Contenido enseñado | Igual | Igual |
| Evaluaciones | Igual | Igual |
| Ambientes de aprendizaje | Igual | Igual |
| Destrezas de pensamiento | Si | No |
| Uso de mapas de pensamiento | Si | No |
| Uso de organizadores gráficos | Si | No |
| Clases centradas en | El alumno | El profesor |
| Actividades propuestas | Actividades TBL | Del libro de texto |
| Indagación y preguntas abiertas | Sí | No |
| Tiempo para pensar en clase | Sí | No |
| Trabajo y pensamiento en clase | Colaborativo | Individual |
| Debate de ideas | Sí | No |

Tabla 3.2. Resumen comparativo de los métodos y materiales para el grupo experimental y el grupo control. (Elaboración propia).

Las observaciones directas llevadas a cabo por la investigadora en sus visitas periódicas al colegio, sirvieron a la investigadora para cerciorarse de que el profesor –único participante en la investigación– realizara la enseñanza de las ciencias naturales utilizando la metodología TBL en la clase que servía como grupo experimental (GEXP1) y de forma más tradicional en la clase que servía como grupo control (GC).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos hablan para que la cabeza piense
(MI PROFESOR DE MATEMÁTICAS, 1984)

El principal propósito de esta investigación fue valorar el desarrollo de la competencia científica en alumnos del 2º año de enseñanza secundaria obligatoria, a partir de la implementación del modelo de enseñanza basado en la *infusión* de destrezas de pensamiento (Swartz y Parks, 1994) en la enseñanza de contenidos curriculares de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. La variable independiente en este estudio fue la metodología de enseñanza TBL. La variable dependiente fueron los resultados obtenidos en la prueba de rendimiento (post test) que midió la capacidad de los estudiantes que intervinieron en el estudio para utilizar los conocimientos científicos de forma competente (competencia científica). La competencia científica se midió a través de la habilidad demostrada por los estudiantes en las siguientes capacidades que describen la competencia científica:

1. Aplicación de conocimientos científicos para describir y explicar cualquier fenómeno que esté presente en su entorno.
2. Interpretación de cuestiones científicas.
3. Utilización de pruebas científicas para elaborar conclusiones y justificar/argumentar.

Cada una de estas capacidades se midieron cuantitativamente, a través de los ítems que constituían las pruebas de rendimiento usadas como instrumento de medición:

- Ítem 1: aplicación de conocimientos científicos para describir cualquier fenómeno que esté presente en su entorno.
- Ítem 2: aplicación de conocimientos científicos para explicar cualquier fenómeno que esté presente en su entorno.
- Ítem 3: interpretación de cuestiones científicas (identificación de variables de un experimento).

- Ítem 4: interpretación de cuestiones científicas (formulación de hipótesis).
- Ítem 5: utilización de pruebas científicas para elaborar conclusiones y justificarlas.

Los resultados se irán presentando e interpretando según su relación con cada uno de los objetivos específicos y preguntas que han guiado esta investigación. En cada caso se comentarán los procedimientos utilizados para el análisis de los datos.

4.1. RESULTADOS CUANTITATIVOS

Para el análisis cuantitativo de los datos, primeramente, se utilizó la estadística descriptiva univariable para estudiar las características de la muestra y aproximarnos a unos resultados primarios. Posteriormente, se aplicó la estadística inferencial para ver si los resultados medios en los distintos grupos eran o no estadísticamente significativos.

4.1.1. Estadística descriptiva

La tabla 4.1 muestra la media y la desviación típica de las variables (ítems 1-5). La media debe interpretarse sobre un mínimo de 0 y un máximo de 3. Esta primera aproximación a los datos, nos muestra la obtención por parte de los alumnos de mejores resultados en los ítems 4 y 5, seguidas por los ítems 2 y 1 respectivamente. Los peores resultados se obtienen en el ítem 3. Igualmente, una mayor desviación estándar (una mayor variabilidad en las respuestas en la muestra) se refleja en los ítems 4 y 5.

| Ítem | Media | Desviación estándar |
|--------|-------|---------------------|
| ÍTEM 1 | 0,82 | 0,696 |
| ÍTEM 2 | 0,86 | 0,659 |
| ÍTEM 3 | 0,77 | 0,587 |
| ÍTEM 4 | 1,15 | 0,768 |
| ÍTEM 5 | 1,34 | 0,852 |

Tabla 4.1: Medias y desviación estándar de las respuestas para cada pregunta

En el apartado de Anexos (Anexo 12) se muestran otros datos descriptivos de las variables de estudio donde se puede apreciar diferencias entre las varianzas de las respuestas para todos los ítems. De igual forma se observa que la distribución de todas las preguntas es asimétrica, presentando una asimetría positiva las preguntas 1,2,3, y 5 y asimetría negativa en la pregunta 4. La curtosis resulta de tipo platicúrtica (poca concentración de datos en la media) para las preguntas 1,3,4 y 5, especialmente en las preguntas 4 y 5, y de tipo leptocúrtica (datos muy concentrados en la media) para la pregunta 2.

4.1.2. Estadística inferencial

En este apartado presentaremos el análisis de la estadística inferencial que nos permitió comparar los resultados obtenidos por los diferentes grupos y contestar las preguntas orientadoras de nuestro estudio.

Objetivo específico (1) de la investigación

Nuestro primer objetivo específico era conocer el impacto de la metodología TBL en cuanto a su efecto en el desarrollo de capacidades de la competencia científica en estudiantes del 2º año de la educación secundaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Para cumplir este objetivo nos centramos en contestar la siguiente pregunta:

Pregunta de investigación 1: ¿Existen diferencias significativas, en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción TBL y el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional?

La pregunta de investigación número 1 fue diseccionada en tres preguntas específicas que nos ayudaron a realizar un análisis más detallado de los resultados obtenidos.

Pregunta 1.1: ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL (GEXP1) antes (pre test) y después del tratamiento (post test)?

Pregunta 1.2: ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (pre test y post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción tradicional (GC)?

Pregunta 1.3: ¿Existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL (GEXP1) y los del grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional (GC)?

Para responder a estas preguntas hemos partido de las siguientes hipótesis nulas:

- Hipótesis 1. H0: No existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han sido enseñados

mediante TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han aprendido mediante TBL con menor frecuencia

- Sub-hipótesis 1.1. H0: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados obtenidos por estudiantes que han recibido la instrucción TBL antes (pre test) y después del tratamiento (post test).
- Sub-hipótesis 1.2. H0: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados por los estudiantes que han aprendido mediante la instrucción tradicional en las pruebas de rendimiento pre test y post test.
- Sub-hipótesis 1.3. H0: No existen diferencias significativas entre la media general de los resultados obtenidos en el post-test por el grupo de estudiantes enseñados mediante TBL y los resultados obtenidos por el grupo de estudiantes que han aprendido mediante la instrucción tradicional.

Para contestar a las preguntas anteriores, como se comentó en el capítulo 3, se usó un diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes con pre test-post test. El uso del pre test está justificado por el hecho de asegurar que ambos grupos no muestren diferencias significativas respecto a la variable dependiente antes del inicio del tratamiento en el grupo experimental, es decir, la metodología TBL.

Se asignó de forma aleatoria una clase intacta (29) a la aplicación del tratamiento, en este caso, la instrucción TBL (GEXP 1) y la otra clase intacta (24) a la instrucción tradicional (GC).

Por diversas causas, explicadas en el capítulo 3, en el apartado dedicado a la descripción de la muestra, el número total de alumnos a los que se les aplicó los dos instrumentos (pre test y post test) fue de 23 alumnos en el grupo experimental y 19 en el grupo control. Quedando la muestra estudiada como:

- GEXP1: n= 23
- GC: n=19

Los instrumentos utilizados fueron las pruebas de rendimiento pre test y post test. Ambas pruebas estaban compuestas por 5 ítems. Cada ítem medía una capacidad específica de la competencia científica. EL pre test se aplicó a ambos grupos antes de comenzar el experimento y el post test fue aplicado al final del experimento a los mismos grupos.

Las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk, realizadas para determinar el supuesto paramétrico de normalidad (Tabla 4.2), al ser significativas ($p= 0,00 < 0,05$) indican que ninguna de las variables es normal. Lo que significa que no se ajustan a la distribución normal, y por lo tanto no tenemos normalidad multivariante.

| Ítem | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| ÍTEM 1 | 0,265 | 109 | 0 | 0,804 | 109 | 0 |
| ÍTEM 2 | 0,307 | 109 | 0 | 0,777 | 109 | 0 |
| ÍTEM 3 | 0,340 | 109 | 0 | 0,749 | 109 | 0 |
| ÍTEM 4 | 0,243 | 109 | 0 | 0,798 | 109 | 0 |
| ÍTEM 5 | 0,233 | 109 | 0 | 0,871 | 109 | 0 |

Tabla 4.2. Pruebas de normalidad

Este resultado, unido a que hemos trabajado con muestras pequeñas y que la muestra igualmente carece de homocedasticidad (homogeneidad de varianzas), nos sugirió el uso de pruebas no paramétricas para realizar la estadística inferencial de los datos. Las pruebas no paramétricas utilizadas fueron el test de Wilcoxon, para muestras relacionadas, y el test de U-Mann Whitney para muestras independientes.

No obstante, y teniendo en cuenta que, desde diversas perspectivas se aconseja el uso de pruebas paramétricas puesto que son lo suficientemente robustas para que los resultados no se vean seriamente alterados por ligeras desviaciones de los supuestos paramétricos, igualmente se analizaron los resultados usando la prueba paramétrica *t de Student* para contrastar la probabilidad de rechazo de las hipótesis nulas.

Los resultados de todas las pruebas estadísticas obtenidos con el programa SPSS.21 se pueden consultar en la sección de anexos.

Antes de adentrarnos en el análisis de los resultados estadísticos para contestar a las preguntas orientadores que corresponden al objetivo específico número 1, debemos recordar que el diseño utilizado fue un diseño cuasi experimental de tipo pre test-pos test. Queríamos comprobar que nuestros dos grupos de estudio (GEXP 1 y GC) partían del mismo nivel de competencia científica antes de la aplicación del tratamiento y la aplicación del post test.

En la tabla 4.3 se muestran las medias y desviación estándar de los resultados obtenidos por los grupos GEXP1 y GC en el pre test. Ambas medias son diferentes, siendo la media del GC ligeramente más alta que la media del GEXP 1. Pero ¿es esta diferencia significativa?

| Grupos | Pre-Pre | N | Media | Desviación estándar |
|--------|---------|----|--------|---------------------|
| GEXP1 | 1 | 23 | 0,6435 | 0,30723 |
| GC | 2 | 19 | 0,6842 | 0,30779 |

Tabla 4.3 Medias y desviación estándar. GEXP1 y GC. Pre Test

Los resultados de la prueba no paramétrica U-Mann Whitney muestra un valor $p = 0,69 > \alpha = 0,05$.

El mismo resultado se obtuvo en la prueba (t) para la igualdad de medias de muestras independientes (Anexo 13), donde el valor p asociado es de $0,67 > \alpha = 0,05$. Por tanto, al no encontrarse evidencias para rechazar la hipótesis nula, podemos decir que no hay diferencias significativas entre el nivel de competencia científica antes del experimento entre los estudiantes del GEXP1 ($M = 0,64$, $SE = 0,06$) y los estudiantes del GC ($M=0,68$, $SE= 0,07$), $t(40) = -0,42$, $p= 0,67 > 0,05$.

Una vez establecido lo anterior, pasaremos a responder las preguntas de investigación 1.1,1.2 y 1.3.

Las preguntas 1.1 y 1.2 nos llevaron a comparar los resultados en las pruebas pre y post de ambos grupos para determinar si existen diferencias entre ellos y de qué tipo de diferencia estamos hablando en cada caso.

En las tablas 4.4 y 4.5 aparecen las medias y desviación estándar de los resultados obtenidos por los alumnos del GEXP1 (tabla 4.4) y GC (tabla 4.5) en el pre y pos test.

| GEXP1 | Media | N | Desviación estándar |
|-------|--------|----|---------------------|
| PRE | 0,6435 | 23 | 0,30723 |
| POST | 1,4870 | 23 | 0,38530 |

Tabla 4.4. Media y desviación estándar. GEXP1. Pre-Post Test

| GC | Media | N | Desviación estándar |
|------|--------|----|---------------------|
| PRE | 0,6842 | 19 | 0,30779 |
| POST | 0,8737 | 19 | 0,32803 |

Tabla 4.5. Media y desviación estándar. GC. Pre-Post Test

Observando las medias obtenidas, se puede apreciar que ambos grupos mejoraron sus resultados en el post test con respecto a los resultados obtenidos en el pre test. No obstante, se aprecia un aumento mucho mayor en el caso del GEXP1 con respecto al GC.

En relación a la diferencia entre los resultados en pre y el post para el GC en la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Anexo 14) se obtuvo un p valor $p=0,07 > 0,05$, lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula 1.1.

En la prueba t de Student para muestras emparejadas (Anexo 14) tampoco se encontraron evidencias para rechazar la sub-hipótesis nula 1.1. Por tanto, podríamos decir que no hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos por los alumnos del GC en el pre test ($M = 0,68$, $ES = 0,07$) y los resultados obtenidos en el post test ($M = 0,87$, $SE = 0,7$), $t(18) = -1,81$, $p=0,08 > 0,05$.

En cuanto a la diferencia entre los resultados en pre y el post para el GEXP1 la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Anexo 15) dio un p valor $p=0,00 < 0,05$, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula 1.2.

La prueba t de Student para muestras emparejadas (Anexo 15) nos corroboró que existen evidencias para rechazar la hipótesis nula 1.2 ya que existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos por los alumnos del GEXP1 en el pre test ($M = 0,64$, $ES = 0,06$) y los resultados obtenidos en el post test ($M = 1,48$, $SE = 0,08$), $t(22) = -8,73$, $p=0,00 < 0,05$, siendo significativamente mayores los obtenidos en el post test, es decir, después de la aplicación del tratamiento.

Para responder a la pregunta 1.3 comparamos los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL (GEXP1) y los resultados del grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional (GC).

Como se muestra en la tabla 4.6, los alumnos del GEXP1 obtuvieron una media mucho más alta que la media obtenida por los alumnos del GC.

| Post Test | Media | N | Desviación estándar |
|-----------|--------|----|---------------------|
| GEXP 1 | 1,4870 | 23 | 0,38530 |
| GC | 0,8706 | 19 | 0,34599 |

Tabla 4.6. Media y desviación estándar. GEXP1 y GC. Post Test

Siguiendo el mismo criterio de análisis descrito anteriormente, tanto la prueba no paramétrica U-Mann Whitney ($p= 0,00$) como la paramétrica (T) para muestras independientes (Anexo 16) indican que los resultados en el post test obtenidos por los alumnos del GEXP1 son significativamente mayores ($M=1,49$, $SE= 0,08$) que aquellos obtenidos por los alumnos del GC en la misma prueba ($M= 0,87$, $SE= 0,08$), $t(38) = 5,30$, $p= 0,00 < 0,05$. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula 1.3.

Hasta el momento el análisis cuantitativo de los datos arroja que los alumnos del grupo experimental (GEXP1), no sólo mejoraron sus resultados significativamente en la prueba de rendimiento que medía el nivel de competencia científica después del tratamiento con respecto al nivel de competencia mostrado en la prueba inicial, sino que estos resultados también fueron significativamente mayores que los obtenidos por el grupo control (que no recibió el tratamiento) en la misma prueba, por lo que podríamos decir, contestando a la pregunta de investigación número 1, que sí existen diferencias significativas, en nivel de aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción TBL (GEXP1) y el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción tradicional (GC), siendo significativamente mayor el nivel del grupo (GEXP1).

A partir de aquí, decidimos observar los datos obtenidos utilizando *lentes de diferentes aumentos* para obtener una visión más detallada de las diferencias detectadas en el análisis inferencial.

Colocaremos nuestra *primera lente* en los siguientes gráficos (4.1 y 4.2):

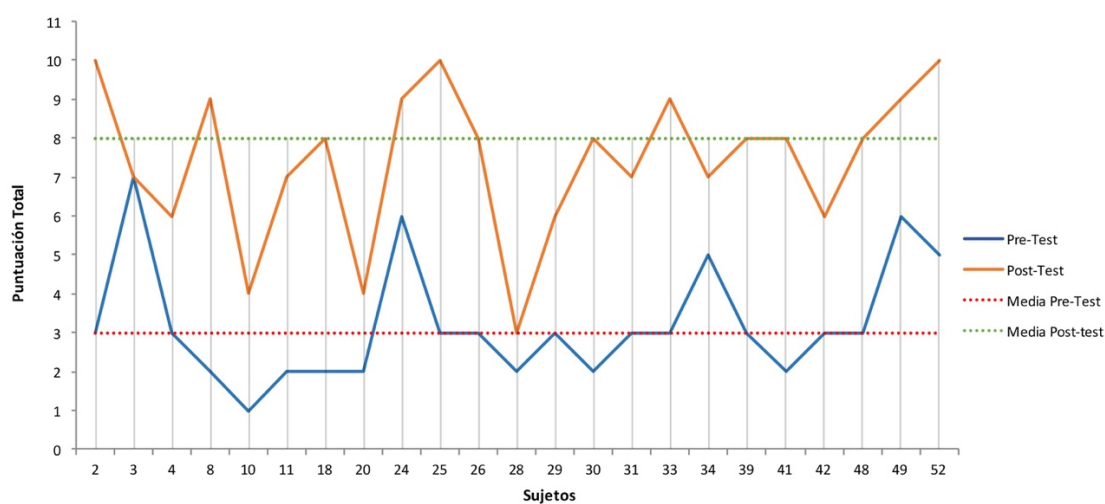


Gráfico 4.1. Puntuaciones totales de sujetos GEXP1. Pre Test-Post Test

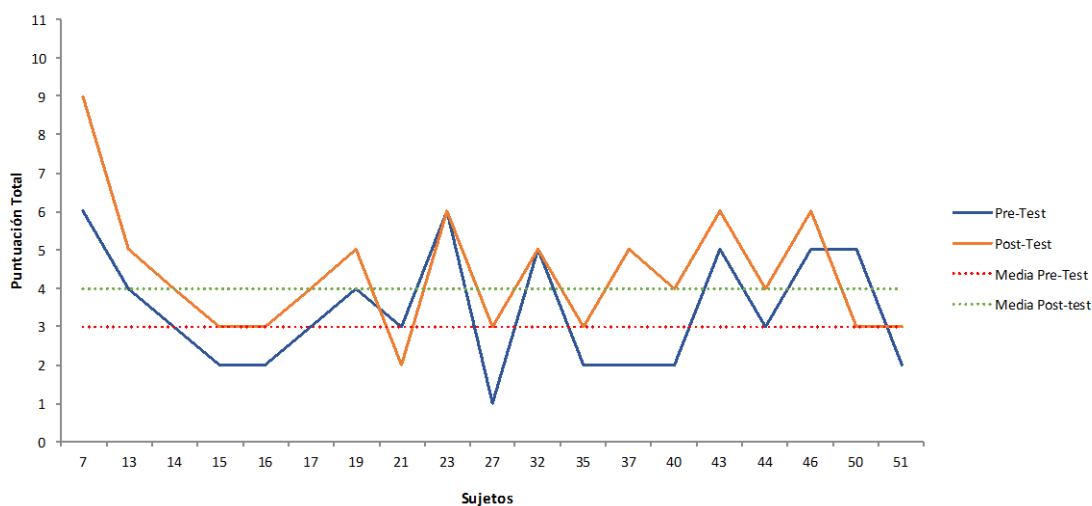


Gráfico 4.2. Puntuaciones totales de sujetos GC. Pre Test-Post Test

Los gráficos 4.1 y 4.2 muestran una panorámica de cómo se comportaron los resultados obtenidos por cada uno de los sujetos del grupo control y del grupo experimental en el pre test y en el post test. Recordemos que am-

bas pruebas constaban de cinco ítems con un valor máximo de 3 puntos cada una, por tanto, el valor máximo de cada prueba es de 15 puntos.

En cada uno de los gráficos se evidencia la evolución a nivel grupal de los resultados entre ambas pruebas, que resulta, como ya discutimos anteriormente, significativamente mayor en el caso del grupo GEXP1 con respecto al GC. Ahora bien, si nos centramos en los resultados individuales podemos observar (gráfico 4.1) que ninguno de los alumnos del GC obtuvo una diferencia entre los resultados del pre y el post test mayor de 3 puntos, de hecho, algunos sujetos presentan una involución en los resultados, (ej.: el sujeto 21 y el sujeto 50).

Sin embargo, si observamos el comportamiento individual de los sujetos del GEXP1, nos llama la atención que un gran número de alumnos obtuvo una diferencia entre los resultados del pre y el post test igual o mayor que 5 puntos. Esto evidencia una marcada evolución positiva en los resultados, ya no solo a nivel grupal sino también a nivel individual. De hecho, algunos sujetos (ej.: 8, 25) obtuvieron resultados por debajo de la media en el pre test y resultados por encima de la media en el post test.

El gráfico de barras 4.3 nos muestra la diferencia de puntajes (X) obtenidos por los alumnos de cada grupo entre el pre test y post test. Más de la mitad de los alumnos (52%) del GEXP1 experimentaron una evolución de 5 o más puntos y un 30 % aumentaron sus resultados en más de 3 puntos. Esto nos ratifica que los alumnos del GEXP1 experimentaron una evolución positiva en cuanto al desarrollo de capacidades de la competencia científica después de ser enseñados con la metodología TBL.

En contraste, observamos que sólo un 10 % de los alumnos del GC obtuvo un incremento en puntajes de entre 3 y 4 puntos. La mayoría de los alumnos (68%) incrementó su puntaje en un punto, pero no más de 2 puntos. Un 21 % decreció su puntaje.

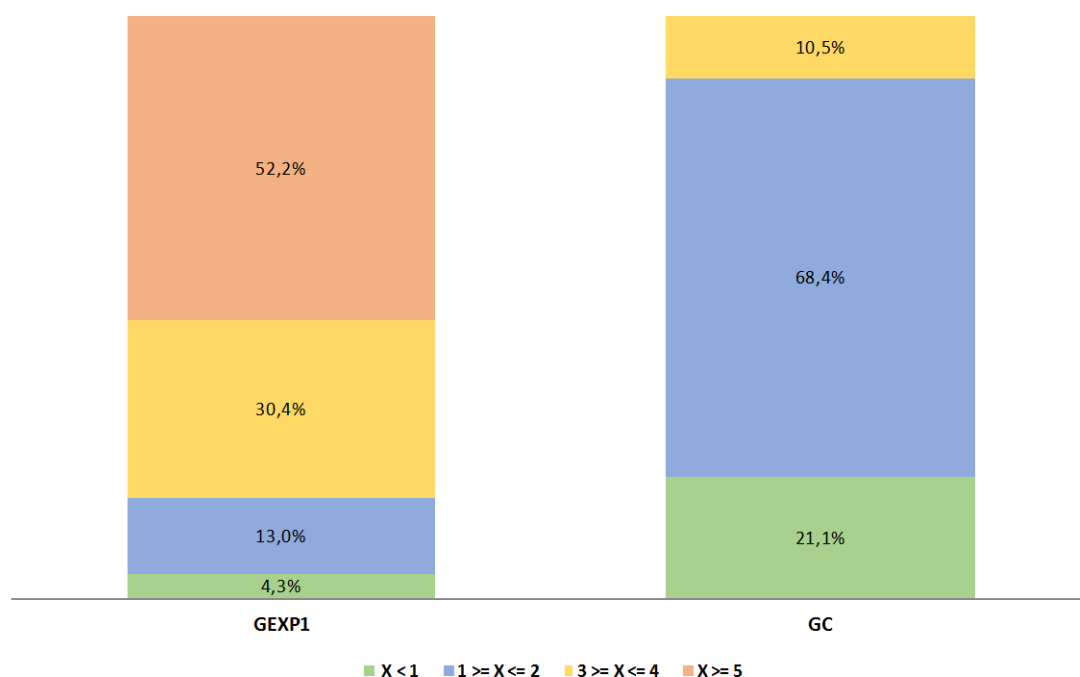


Gráfico 4.3. Evolución de puntajes entre pre test-post test. GEXP1 y GC

EL patrón de evolución de un punto en la mayoría de los alumnos del GC nos pareció interesante. Creemos que una causa probable para que se diera este patrón de subida podría haber sido el hecho de que, como comentamos en el capítulo 3 de nuestro informe, las preguntas 1, 3 y 5 del post test, a diferencia del mismo tipo de ítem en la prueba pre test, se dio a los alumnos opciones múltiples para identificar el proceso que luego tenían que describir (ítem 1), identificar el problema que “se pretende investigar en este experimento” para después justificar su elección (ítem 3) o elegir “la mejor opción” para luego argumentar a favor de su elección y en contra de las otras opciones (ítem 5). La identificación de la opción correcta en cada caso conllevaba a la adquisición de un punto (del total de 3 ptos. que valía cada pregunta). Se comprobó que, efectivamente, la mayoría de los alumnos que incrementaron el puntaje en el rango de 1 a 2 puntos en el post test habían acertado en la opción a elegir, y, por tanto, obtuvieron un punto.

Obviamente, esta “ventaja” también la tuvieron los alumnos del grupo experimental, puesto que fueron evaluados con el mismo instrumento. No obs-

tante, a pesar de que la mayoría de los alumnos del grupo experimental acertó en la elección de la mejor opción en cada uno de estos ítems, éstos también fueron capaces de describir y/o justificar su elección.

Análisis de los resultados por ítems en Post Test para GEXP1 y GC

Hasta el momento los datos muestran que los alumnos del grupo que fueron enseñados con la metodología TBL (GEXP1) obtuvieron resultados generales significativamente mejores en la prueba de rendimiento aplicada después de la aplicación del tratamiento (post test) con respecto a los resultados obtenidos por el grupo que aprendió mediante una metodología más tradicional (GC) en la misma prueba. Ahora interesa posar una *nueva lente* en los resultados del post test.

Si la prueba utilizada medía la capacidad de los alumnos para utilizar sus conocimientos en nuevos contextos y situaciones demostrando capacidades características de la competencia científica, entonces podríamos deducir que la probabilidad de que la metodología TBL haya impactado en estos resultados es alta. Ahora bien, ¿dónde y de qué manera se ha dado este impacto?

A continuación, presentamos de forma gráfica las frecuencias, medias (Gráfico 4.4) y porcentajes (Gráfico 4.5) de respuesta para cada uno de las puntuaciones (1-3 pts.) de la prueba (post test) por ítem y por grupo (GEXP1 y GC).

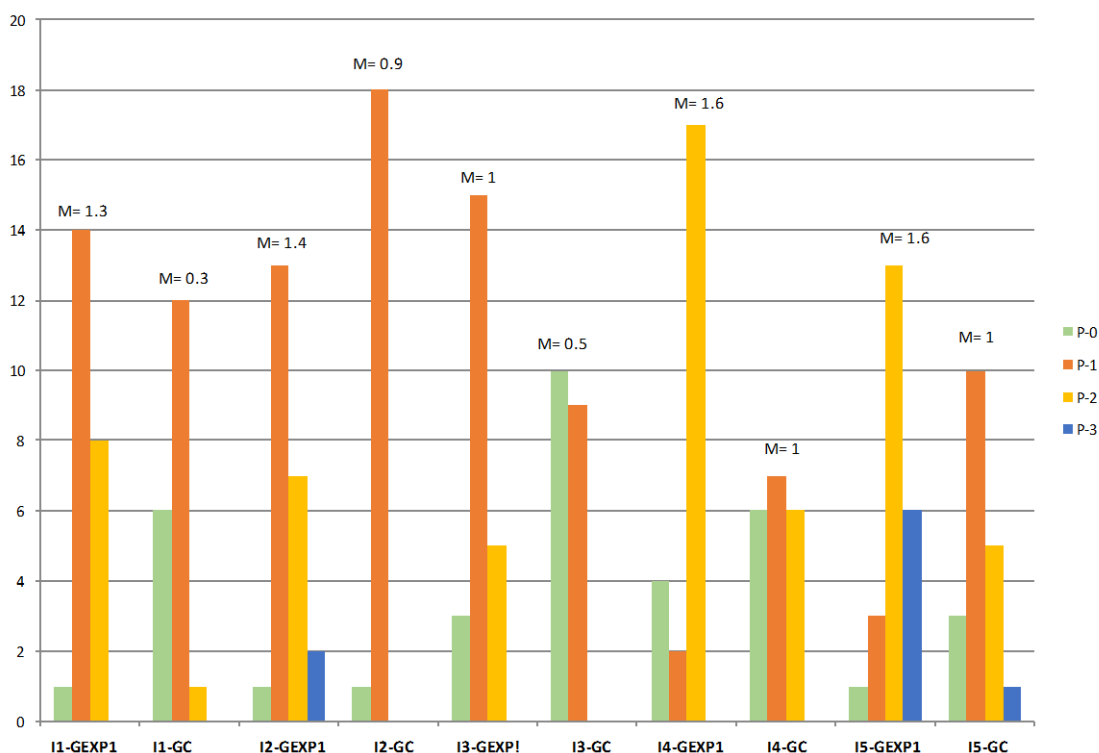


Gráfico 4.4. Distribución de puntajes (P =1-3) por ítems (11, 12, ...15). Post test. GEXP1 vs GC

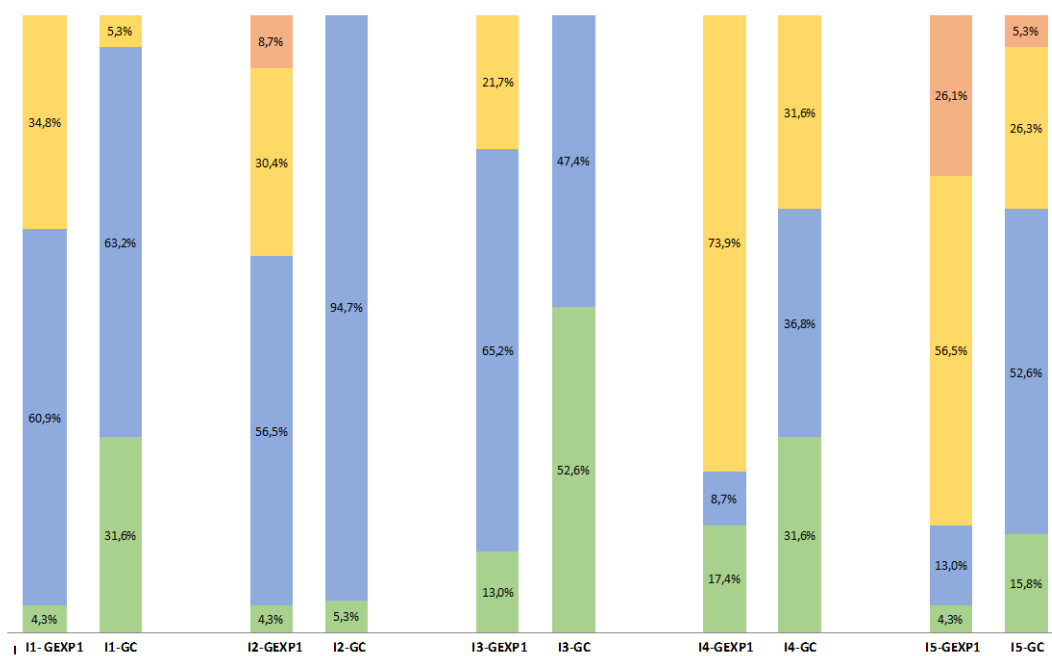


Gráfico 4.5. Porcentaje de puntajes (P =1-3) por ítems (11, 12, ...15). Post test. GEXP1 y GC

Comencemos observando, de modo general el comportamiento de las puntuaciones en cada ítem según las medias.

En el gráfico 4.4 se aprecia que la media obtenida por el grupo GEXP1 en todos los ítems es siempre mayor que la media obtenida por los alumnos del GC.

Igualmente podemos ver que ambos grupos obtuvieron medias más altas en los ítems 2 (explicar) ,4 (predecir) y 5 (uso de pruebas para argumentar a favor o en contra de una conclusión) con respecto a los ítems 1 y 3. En el ítem 1 (describir) se nota un descenso en las medias de ambos grupos. Por último, observamos que las medias descendieron marcadamente para el ítem 3 (identificar variables de un experimento).

Utilizaremos ahora una *segunda lente* de mayor aumento para adentrarnos en cada una de los ítems por separado. Recordemos que tanto las pruebas como las rúbricas utilizadas para valorarlas se pueden consultar en el apartado de Anexos (Anexos 6 y 8).

Resultados para el Ítem 1: Los cambios de la materia

- 1.1. “En los siguientes procesos que se describen (opciones a, b, c, d), selecciona en cuál se ha producido un cambio de estado de la materia.”
- 1.2. “Describe cómo se produce el cambio de estado que has seleccionado.”

En el ítem 1, se pretendía evaluar la capacidad de los alumnos para utilizar el conocimiento científico para describir fenómenos naturales. Se mide la capacidad de los alumnos de describir con cierto detalle las relaciones entre algunos conceptos sencillos con algunos comportamientos y propiedades de los sistemas materiales.

Este ítem requiere, por una parte, que los alumnos identifiquen un proceso donde se evidencie un cambio de estado de la materia seleccionando la opción correcta (solidificación del agua en el congelador). El valor de la identi-

ficación correcta era de 1 punto. Por otra parte, el alumnado tiene que justificar su elección, describiendo una secuencia de sucesos simples que evidencien su capacidad para integrar los conocimientos adquiridos sobre energía y materia (el agua líquida cuando entra al congelador cede energía térmica al sistema, disminuye la temperatura... disminuye el movimiento de las moléculas > las moléculas se unen > se solidifica).

Como se ve en el gráfico 4.4, un 31 % de los estudiantes del GC no fue capaz de elegir la opción correcta, en contraste con el 4 % en el caso del GEXP1. La mayoría de los estudiantes de ambos grupos (61 % de los estudiantes del GEXP1 y un 63 % de los estudiantes del GC) obtuvieron un puntaje de 1pto., lo que indica que fueron capaces de identificar un ejemplo de cambio de estado de la materia. Sólo uno de los estudiantes del grupo control (5 %) fue capaz de justificar su elección. En contraste, en el grupo experimental 8 estudiantes (35 %) obtuvieron 2 ptos. en esta pregunta, lo que indica que fueron capaces de exponer con sus propias palabras cómo se produce el cambio de estado seleccionado, relacionando conocimientos sobre los principales conceptos de energía y materia. Sin embargo, ninguno de los estudiantes fue capaz de describir el proceso de forma detallada, ya que ninguno obtuvo 3 ptos. en esta pregunta.

Resultados para el Ítem 2: El aparato de aire frío

“... María tiene que instalar un aparato de aire frío en el salón de su piso nuevo, pero no sabe cuál es la posición ideal para su instalación.”

- 2.1. “Aconseja a María cual crees que sería la posición ideal: cerca del suelo o cerca del techo.”
- 2.2. “Explica por qué crees que la posición que has recomendado es la mejor para enfriar toda la habitación con eficacia.”

En el ítem 2 seguimos evaluando la capacidad de los alumnos para utilizar su conocimiento científico (dimensión conceptual) en un contexto dado.

En este caso se pretendía evaluar la capacidad para utilizar dicho conocimiento para explicar fenómenos naturales.

En el caso concreto de este ítem, se medía la capacidad de los alumnos de explicar el funcionamiento de cualquier sistema que esté presente en su entorno interpretando los hechos que ya conoce y llegando a una conclusión según modelos científicos sencillos conocidos.

El ítem requiere que el alumnado demuestre sus conocimientos acerca de las distintas formas en las que se transfiere el calor (en específico la transmisión del calor por convección) para, primeramente, elegir cuál es la mejor posición para instalar el aparato de aire frío y luego, ser capaces de explicar de qué manera contribuiría la posición que han elegido para que la habitación se enfríe con eficacia.

La distribución de los puntajes obtenidos en esta pregunta indica que casi la totalidad de los alumnos del GC (95 %) obtuvieron sólo un punto, lo que indica que fueron capaces de elegir la opción correcta para instalar el aparato de aire frío (cerca del techo) pero ninguno fue capaz de explicar por qué, es decir, ningún estudiante del GC demostró conocimiento sobre el proceso de distribución del calor por convección, no siendo capaces de aplicarlo en una situación donde se hablaba de un aparato de aire frío y no de aire caliente.

En contraste, casi la totalidad de los alumnos del GEXP1 fueron capaces de identificar correctamente la posición ideal y, de estos, un 31 % fue capaz de explicar el proceso, de los cuales un 9 % del total de los alumnos fueron capaces de dar una explicación detallada del mismo, relacionando de forma coherente conceptos como energía térmica, equilibrio térmico y corrientes de convección, por lo que alcanzaron la puntuación máxima en esta pregunta.

Resultados para el Ítem 3: El Experimento

“En la figura se representa el montaje de un experimento...”

- 3.1. “¿Qué se pretende investigar con este experimento? Marca con una (X) la respuesta que consideres correcta (a, b, c, d).”
- 3.2. “Justifica tu elección, identificando las variables medidas en el experimento.”

En el ítem 3, primero de los dos perteneciente a la Actividad denominada “El experimento”, se pretendía evaluar una capacidad de la competencia científica relacionada con la práctica de la ciencia: Identificación de variables/Habilidad para deducir qué pretende comprobar una determinada experiencia científica que se plantee.

En este caso, se requiere que los alumnos identifiquen la cuestión científica que pretende responder el experimento que se les presenta, escogiendo la mejor de las opciones que se les proporcionó. Pero también se medía la capacidad de los alumnos para justificar su elección a partir de la identificación de las variables medidas en el experimento. Para identificar correctamente tanto las variables medidas, así como la pregunta que se pretendía resolver en el experimento, los alumnos debían ser capaces de procesar e interpretar la información y datos que se les proporcionaba en la actividad propuesta.

Como ya comentamos anteriormente, las medias de los resultados obtenidos por los alumnos de ambos grupos en este ítem descendieron con respecto a las medias obtenidas en los demás ítems. En el GEXP 1, el 13 % de los alumnos no fueron capaces de identificar correctamente el problema; mientras que un 87 % sí lo hizo. De este 87 %, sólo un 22 % fue capaz de justificar de forma parcial su elección. A pesar de que para este ítem los alumnos del grupo experimental obtuvieron un rendimiento menor con respecto al obtenido en otros ítems, y por tanto en otras capacidades de la competencia

científica, su rendimiento sigue siendo mayor con respecto al GC, donde sólo un 47 % fue capaz de identificar correctamente el problema que pretendía resolver el experimento, pero ninguno fue capaz de justificar su elección de ninguna forma. El resto de los alumnos, un 52 % del total, obtuvo una puntuación de 0 pts.

Resultados para el Ítem 4

El ítem 4 pertenece a la misma actividad que el ítem 3 (El experimento).

En el experimento planteado en esta actividad, donde se “pretendía determinar que metales eran mejores y peores conductores del calor” se pidió a los alumnos que supusieran que, aparte de las barras de metales que se utilizaron en el experimento, supusieran “que en el mismo baño de aceite caliente también se introduce una quinta barra de madera con una bolita de cera pegada en un extremo que queda fuera del recipiente (barra E).” Teniendo en cuenta esto se les pidió lo siguiente:

- 4.1. Escribe una hipótesis sobre el tiempo que crees que demorará la bolita de madera en caer con respecto a las otras.
- 4.2 Explica en qué te has basado para plantear tu hipótesis.

En este ítem se medía la capacidad de los alumnos para usar información relevante para hacer una predicción y justificar la hipótesis formulada.

Se pretendía que los alumnos fueran capaces de relacionar toda la información que tenían del experimento, así como sus conocimientos sobre materiales conductores y aislantes térmicos para predecir qué podría ocurrir a la bolita de cera si se pegara a una barra de madera con respecto a las que estaban pegadas a las barras de metal. Además de formular su predicción, los alumnos también tenían que explicar en qué conocimientos se habían basado

para plantear su hipótesis (la madera es un aislante térmico, por lo que es poco probable que la bolita de cera caiga).

En el gráfico 4.5 se observa que un 74 % de los alumnos del GEXP1 obtuvo una puntuación de 2 pts. en este ítem, lo que indica que la gran mayoría de los alumnos no sólo plantearon una predicción válida, sino que también fueron capaces de explicar, al menos parcialmente, en qué se habían basado para formularla. De lo que se puede inferir que todos ellos poseían la suficiente comprensión de un conocimiento científico simple como es la diferencia entre un conductor térmico y un aislante térmico por lo que fueron capaces de transferir dicho conocimiento a una situación de contexto real. Un 9 % de los alumnos formularon una hipótesis válida pero no fueron capaces de explicarla. Sólo un 17 % obtuvo una puntuación de 0 pts., es decir, no fueron capaces de plantear correctamente su predicción.

En contraste, en el GC un 32 % de los alumnos no fue capaz de plantear una hipótesis válida por lo que obtuvieron una puntuación de 0 pts. Un 37% planteó una buena hipótesis, pero no fue capaz de explicar en qué se habían basado para hacer su predicción. Esto indica, que, a diferencia de e lo anteriormente planteado sobre los alumnos del GEXP1, más de la mitad de los alumnos del GC carecía de comprensión de los conceptos de conductor térmico y aislante térmico. Asimismo, y dada la falta de dominio del conocimiento necesario, no fueron capaces de formular una explicación correcta.

Seis estudiantes del GC (32 %) alcanzaron una puntuación de 2 pts. Este ítem ha sido el único, seguido del ítem 5, donde más estudiantes de este grupo han obtenido más de 1 pts. por sus respuestas. No obstante, haciendo un análisis cualitativo del contenido de las respuestas con esta puntuación en el GC y en el GEXP1, se encontró que todos los alumnos del GC dieron una explicación muy breve para justificar su hipótesis.

“La bolita no caerá porque la madera no es un buen conductor del calor”

En contraste, las respuestas de los alumnos del GEXP1, fueron casi en su totalidad más elaboradas:

“La bolita que se coloque en una barra de madera es muy probable que no caiga ya que la madera es aislante térmico y conduce peor la energía térmica”

“A diferencia de los metales, que son buenos conductores, la madera, es un aislante térmico y no conduce bien el calor. Por eso creo que es poco probable que caiga”

De las respuestas dadas por los alumnos del GEXP1 nos llamó la atención el uso de las frases “poco probable que caiga”, “no es muy probable que caiga”, “a diferencia de...”

Esta forma de redactar sus respuestas, nos sugieren un posible impacto de la práctica de destrezas de pensamiento como “comparar y contrastar” y “predecir” (discutiremos sobre esto más adelante en el apartado siguiente) “en la forma de comunicar conclusiones y predicciones científicas.

Ninguno de los alumnos de ambos grupos obtuvo 3 pts. en este ítem. Para obtener esta puntuación, se requería que los estudiantes incluyeran en sus respuestas por qué la madera se considera un aislante térmico (material poroso por lo que transmite lentamente la energía térmica). Esto podría deberse, por un lado, a que los alumnos no tenían este conocimiento o, por el otro, a que los alumnos se ciñeron a responder estrictamente lo que “le pedía” la pregunta, no considerando necesario, “porque no se lo preguntaban” especificar la relación entre el tipo de material y el grado de conductividad de la madera.

Resultados para el Ítem 5: La energía eólica

En el ítem 5 se dio a los estudiantes cuatro gráficos diferentes que representaban la velocidad del viento en cuatro lugares diferentes. Luego, se les pidió lo siguiente:

- 5.1. “Marca con una **(X)** cuál, en tu opinión, sería el lugar más apropiado para la instalación del campo eólico. “
- 5.2. “Justifica, basándote en la información de la que dispones y en la que te proporcionan los gráficos, **por qué la opción que has escogido es la mejor y por qué las otras no los son.**”

En este ítem se pretendía evaluar la capacidad de los alumnos para interpretar pruebas científicas, elaborar y comunicar conclusiones, y justificarlas. Igualmente, los alumnos demostrarían sus habilidades para procesar la información y leer e interpretar gráficas con el fin de argumentar en pro de su elección y en contra de las opciones no elegidas.

En los gráficos 2.4 y 4.5 podemos observar, como ya comentamos anteriormente, qué en este ítem, igual que sucedió con el ítem 4 los resultados fueron mejores con respecto a los demás ítems.

En el caso del GEXP1 se observa que sólo un 13 % del total obtuvo una puntuación de 1 pto., lo que indica que supieron escoger la mejor opción para establecer un parque eólico, pero no supieron justificar su elección correctamente. Sin embargo, un 82 % de los alumnos fue capaz no sólo de escoger la mejor opción sino también, argumentar a favor de su elección (56 %) y a favor y en contra de las opciones no escogidas (26 %).

En contraste, los alumnos del GC, a pesar de que en este ítem obtuvieron mejores resultados que en otros ítems, nuevamente presentaron resulta-

dos más bajos que los alumnos del GEXP1. Un 53 % del total de los alumnos eligió la opción correcta pero no fue capaz de argumentar a favor de su elección y/o en contra de las demás opciones. Sólo un 26 % fue capaz de justificar su elección, argumentando a favor de ella y únicamente un 1 estudiante (5 % del total) fue capaz de dar una respuesta completa, argumentando a favor de su elección y en contra de las demás opciones.

Similar a lo sucedido en el ítem 4, las respuestas elaboradas por los alumnos del GEXP1 fueron en su mayoría más elaboradas que aquellas dadas por los alumnos del GC. En sus respuestas, los alumnos del GEXP1 mostraron mayor habilidad para usar la información dada a modo de introducción, relacionarla con lo que habían interpretado de la lectura de los gráficos y emitir una conclusión justificada.

Ejemplos de respuestas (2 ptos.)

GEXP1: “El mejor lugar para construir un parque eólico es el B, ya que en la gráfica muestra que es un lugar donde la velocidad del viento no es ni muy alta ni muy baja durante todo el año y eso es bueno para que funcionen bien los molinos de viento.”

“En la pregunta nos dicen que las aspas de los aerogeneradores funcionan mejor cuando el viento es moderado y constante, por eso creo que la ubicación B es la mejor porque en la gráfica se ve que la velocidad del viento no sube ni baja mucho y es constante durante todo el año.”

GC: “La mejor respuesta es la B porque la velocidad del viento es constante durante todo el año.”

Ejemplos de respuestas (3 ptos.)

GEXP1 (26 %): “Para mí el lugar más apropiado para ubicar el parque eólico es la ubicación B ya que se observa en la gráfica que en ese lugar la velocidad del viento es moderada (29 km/h), y se mantiene así todo el año. Estas son las condiciones necesarias para que funcionen bien los aerogeneradores. No escojo los otros lugares porque las gráficas indican que en el A y el C la velocidad del viento no es constante y en uno es muy alta y en otro muy baja en algunos meses del año. En el D tampoco irían bien las aspas porque la velocidad del viento es muy baja durante todo el año.”

GC (5 %): “Yo escogería el lugar que representa la gráfica B ya que la velocidad del viento es moderada y constante durante todo el año. En los otros tres lugares no sería bueno porque la velocidad del viento o es muy alta o muy baja durante algunos meses del año o todo el año.”

Al leer las respuestas de los alumnos del GEXP1 que obtuvieron una puntuación de 2 ptos. y comprobar que eran capaces de utilizar la información de las gráficas como pruebas para argumentar a favor de su elección, no preguntamos por qué ninguno de estos alumnos (56 %) justificó la no elección de las otras opciones (aportando pruebas en contra).

Pensamos que existe la probabilidad de que la falta de costumbre a estos tipos de preguntas y por ello, la costumbre de responder a preguntas que requieren respuestas cerradas y cortas en las evaluaciones de clase podría ser una causa de que, que estos alumnos, aun siendo capaces de utilizar bien la información, los alumnos hubiesen considerado que la pregunta 5.2 estaba respondida sólo con justificar la elección.

Objetivo específico (2) de la investigación.

Nuestro segundo objetivo era determinar si existe relación entre el grado de exposición de los alumnos a la enseñanza de destrezas de pensamiento y su efecto en el desarrollo de su competencia científica.

Partimos de las siguientes preguntas orientadoras:

- **Pregunta de investigación 2:** ¿Existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han sido enseñados mediante TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han aprendido mediante TBL con menor frecuencia?
- **Pregunta de investigación 3:** ¿Existen diferencias significativas en la aplicación del conocimiento científico de forma competente y en situaciones nuevas, entre el grupo de estudiantes que han recibido la instrucción TBL con mayor frecuencia y el grupo de estudiantes que han sido enseñados con una metodología más tradicional (GC)?

Para satisfacer este objetivo decidimos los resultados obtenidos competencia en la prueba de rendimiento post test por alumnos que fueron si enseñados con la metodología TBL por más tiempo (a los que denominaremos GEXP2) con los resultados obtenidos, en la misma prueba, por alumnos que han aprendido ciencias de la naturaleza a través de esta metodología por menos tiempo (GEXP1) y a su vez, con los resultados de los alumnos que fueron enseñados con la instrucción tradicional.

Partiremos de las hipótesis nulas:

- **Hipótesis 2. H0:** No existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL por menos tiempo (GEXP1) y los resultados del grupo de estudiantes que han sido enseñados con esta metodología por un período de tiempo mayor (GEXP2).
- **Hipótesis 3. H0:** No existen diferencias significativas entre los resultados en la prueba de rendimiento (post test) de los estudiantes que han recibido la instrucción TBL por más tiempo (GEXP2) y los

resultados del grupo de estudiantes que han sido enseñados con una metodología más tradicional (GC).

Para contestar a las preguntas orientadoras número 2 y 3, como ya describimos en el capítulo 3, se usó una clase intacta de 25 alumnos de 2º del mismo colegio de 25 alumnos (GEXP2). Estos alumnos habrían sido introducidos a la metodología TBL en la asignatura de ciencias naturales en el curso escolar 2012-2013 en su primer año de secundaria, por parte de una profesora diferente al profesor participante en nuestra investigación. En el curso 2013-2014 esta clase, al pasar al 2º de ESO recibiría la enseñanza de las ciencias naturales por parte del profesor participante en la investigación y, por tanto, la misma instrucción recibida por los alumnos del GEXP1 el curso anterior.

EL hecho de que escogiéramos otros alumnos y no hiciéramos un estudio longitudinal con los alumnos del GEXP1 se debe a que consideramos importante mantener constantes las variables *edad* y *contenido curricular*.

También consideramos la posibilidad de que el profesor participante en el estudio, al ser el curso 2013-14 el segundo año en que enseñaba las mismas unidades didácticas a través de la metodología TBL, haría ese curso una puesta en práctica eficaz de la metodología de forma autónoma. Sin embargo, esto último no pudo comprobarse. Por motivos de lejanía y trabajo, la investigadora no pudo visitar el colegio ese curso más de una vez. Por otra parte, el profesor igualmente manifestó su falta de tiempo para llevar un diario o comunicarse con la investigadora por otras vías. Se decidió entonces que el profesor actuara ese curso con autonomía y sin la supervisión directa y coaching de la investigadora.

En junio del 2014 se aplicó a los alumnos del GEXP2 el mismo instrumento (post test) aplicado el año anterior a los grupos GEXP1 y GC con el propósito de comparar los resultados obtenidos por esta clase (GEXP2) con los obtenidos por los alumnos de los grupos GEXP1 y GC.

Análisis cuantitativo de los resultados

En la tabla 4.7 se presentan los resultados de las medias obtenidas en el post test por el GEXP1, GC (2012-13) y el GEXP2 (2013-14).

| Post Test | Media | N | Desviación estándar |
|-----------|--------|----|---------------------|
| GEXP1 | 1,4870 | 23 | 0,38530 |
| GEXP2 | 1,1417 | 24 | 0,48447 |
| GC | 0,8737 | 19 | 0,32803 |

Tabla 4.7. Medias y desviación estándar. Post Test. GEXP1, GEXP2 y GC

Comencemos analizando las diferencias entre los resultados obtenidos por los grupos GEXP1 y GEXP2.

Siguiendo el mismo criterio de análisis descrito anteriormente, tanto la prueba no paramétrica U-Mann Whitney ($p=0,01$) y la paramétrica (T) para muestras independientes (Anexo 17) indican que los resultados en el post test obtenidos por los alumnos del GEXP1 son significativamente mayores ($M=1,49$, $SE= 0,08$) que aquellos obtenidos por los alumnos del GEXP2 en la misma prueba ($M= 1,14$, $SE= 0,09$), $t(43) = 2,71$, $p= 0,01 < 0,05$. Por lo que se rechaza la hipótesis nula 2.

En cuanto a las diferencias entre los resultados obtenidos por los grupos GEXP2 y GC, tanto la prueba U-Mann Whitney ($p= 0,04$) como la prueba (T) (Anexo 18), indican que entre los resultados obtenidos por el GEXP2 y el GC en el post test también existen diferencias estadísticamente significativas. Siendo los resultados de GEXP2 ($M= 1,14$, $SE= 0,09$) significativamente mayores que los resultados del GC ($M= 0,87$, $SE= 0,07$), $t(41) = -2,15$, $p= 0,03 < 0,05$. Por lo que se rechaza la hipótesis nula 3.

Que el GEXP2 obtuviera una media general en el post test significativamente mayor que la media alcanzada por los alumnos del GC nos sigue indicando que los alumnos que han aprendido ciencias naturales con la

metodología TBL han mostrado mayor rendimiento, en una prueba que medía el nivel de competencia científica (**NCC**), que los alumnos que fueron enseñados de forma más tradicional.

Ahora bien, el segundo objetivo era determinar específicamente si existe relación entre el grado de exposición de los alumnos a la enseñanza de destrezas de pensamiento y su efecto en el desarrollo de su competencia científica. El hecho de que los alumnos que aprendieron con la metodología TBL por un período de tiempo menor (GEXP1) obtuvieran en los resultados del post test una media significativamente mayor que la obtenida por los alumnos enseñados con esta metodología por un período más prolongado de tiempo (GEXP2) a priori nos indica que no existe relación directa entre el grado de exposición de los alumnos a la metodología TBL y el efecto de ésta en el desarrollo de la competencia científica.

Si el aprendizaje y práctica de destrezas de pensamiento parece contribuir al mejoramiento, o manifestación de un mayor nivel de competencia científica por parte de los alumnos, ¿no debería esperarse que un mayor tiempo de enseñanza y práctica de destrezas de pensamiento resultaran en un mayor nivel de competencia científica? ¿Por qué no ha ocurrido en este caso?

Varias podrían ser las explicaciones o causas, todas ellas susceptibles de investigación. No obstante, y dadas las características de esta segunda parte del estudio, nos inclinamos a pensar que el impacto de la falta de experiencia de ambos profesores (la profesora de 1º de ESO y el profesor participante en la investigación) en la implementación de la metodología TBL en la enseñanza de las Ciencias Naturales pudo haber afectado negativamente la forma en que se llevó a cabo el proceso de enseñanza, y por tanto, invalidado el efecto de la variable “tiempo de exposición a la metodología.”

Recordemos que la variable “calidad de la implementación de la metodología” por parte del profesor participante en la investigación fue controlada

de forma sistemática por la investigadora en el curso 2012-13, cuando se llevó a cabo la parte principal de la investigación y se aplicaron los instrumentos a los grupos GEXP1 y GC. Pero esto no fue posible en el curso 2013-14. Por este motivo creemos que debemos ser prudentes en la interpretación de estos resultados. Hemos encontrado respuestas a las preguntas orientadoras de nuestro segundo objetivo, pero al no poder probar la eficacia de la implantación de la metodología TBL en el curso 2013-14, no podemos emitir un buen juicio sobre la relación entre el grado de exposición de los alumnos a la enseñanza de destrezas de pensamiento y su efecto en el desarrollo de su competencia científica.

4.2. RESULTADOS CUALITATIVOS: NOTAS DE CAMPO, ENTREVISTAS Y COACHING REFLEXIVO

Como ya describimos en el capítulo destinado al diseño y metodología de la investigación la información recogida en nuestro estudio tiene una doble naturaleza, cuantitativa y cualitativa. Las estrategias cualitativas utilizadas para la recogida de información fueron la observación de campo, la entrevista. Dentro de la entrevista, hemos considerado incluir el coaching reflexivo. Este último, a pesar de no aparecer en la literatura especializada como estrategia de recogida de información, en nuestra opinión, y para nuestro caso específico, sirvió como estrategia interactiva y didáctica que nos reportó datos muy interesantes y de gran valor para nuestra investigación, a la vez que apoyábamos al profesor en su experiencia de enseñanza.

4.2.1. Datos obtenidos en la observación de campo

La observación de campo es la técnica del investigador que permite observar directamente y tomar notas sin interacciones (no participante). La observación es a veces un método empleado conjuntamente en una experimentación

para asegurarse de que el proyecto de estudio se ha traducido bien en la acción. Sin la observación en la clase, la investigadora sólo hubiese dispuesto de los comentarios reportados por el profesor participante en el estudio.

Las observaciones realizadas en esta investigación tuvieron lugar *in situ* en ambas las clases (GEXP1 y GC), repetidas veces en el curso escolar 2012-2013 con nivel de inferencia débil, por lo que podemos describirlas como observaciones directas, sistemáticas y en una situación natural. Se dice de la situación que es natural cuando los sujetos observados permanecen en su ambiente de vida habitual o familiar. El nivel de inferencia es débil, cuando el observador se centra en lo que es visible, audible y, por tanto, directamente perceptible y lo re-transcribe inmediatamente.

La información obtenida por observación debe responder a un plan. Bunge (1979:727) afirma que la observación científica debe ser “intencionada e ilustrada”, esto es, debe realizarse “con un objetivo determinado” y ha de estar “guiada de algún modo por un cuerpo de conocimiento.”

La observación en este estudio se realizó con dos objetivos clave. El primer objetivo, fue comprobar que el profesor estuviera llevando a cabo el proceso de enseñanza de la materia (Ciencias Naturales) de dos formas diferentes: de forma más tradicional en la clase que sirvió como grupo control (GC), y aplicando la metodología TBL en la clase que sirvió como grupo experimental (GEXP1). A su vez, comprobar que en esta última se estuviera implantando la metodología TBL con el grado de eficacia requerido por la experimentación.

El segundo objetivo, tiene que ver con el objetivo principal de nuestra investigación: explorar sobre el efecto, si alguno, que ejerce la infusión de destrezas de pensamientos en la enseñanza de las Ciencias Naturales (metodología TBL) en el proceso de aprendizaje de los alumnos que aprendieron utilizando esta metodología.

Con respecto al primer objetivo, cabe mencionar que garantizar que se llevara a cabo el proceso de enseñanza de dos maneras diferentes, de forma adecuada, por un mismo profesor es una tarea difícil, dado que, y sobre todo al inicio del estudio, existía la posibilidad de que el profesor tendiera a: (1) contaminar la metodología TBL con la forma de enseñanza tradicional en el grupo experimental, o (2) introducir algunas estrategias propias del TBL en la enseñanza más tradicional utilizada en el grupo control.

Con el fin de reducir esta posibilidad, junto a las observaciones directas en las clases, el horario de la asignatura en ambas clases se estructuró de forma tal que siempre hubiese un espacio de tiempo entre ellas de al menos una hora hasta un día entre clases. A continuación, se muestra el horario de clase del profesor para la materia Ciencias Naturales en 2º de ESO:

| | | | |
|-----------|-----|---------|-------------------|
| Lunes | 2ºB | (GC): | 09:00 h - 09:50 h |
| | 2ºA | (GEXP): | 11:00 h - 12:05 h |
| Martes | 2ºA | (GEXP): | 09:00 h - 09:50 h |
| Miércoles | 2ºB | (GC): | 12:05 h - 13:00 h |
| Jueves | 2ºA | (GEXP): | 12:05 h - 13:00 h |
| Viernes | 2ºB | (GC): | 15:00 h - 14:00 h |

Resumen y análisis de las notas de campo

Se realizaron ocho observaciones de campo en las clases que participaron en el estudio entre los meses de octubre de 2012 y mayo de 2013. Durante las observaciones, la investigadora tomó notas sobre todo lo observado respecto al desempeño del profesor y de los alumnos, así como de la relación entre profesor y alumnos durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. La observación se realizó durante todo el período de clase, y desde la parte posterior del aula. Desde esta posición la investigadora disponía de total acceso visual y auditivo a todo lo que acontecía en el aula. Las notas se tomaron en un cuaderno o diario del investigador. Posteriormente, después de reflexionar sobre las notas obtenidas, se hizo un resumen de la información relevante, teniendo en cuenta los objetivos, categorías y preguntas previamente diseñadas por la investigadora y que sirvieron como guion para la observación.

En la tabla 4.8 aparecen las categorías y aspectos que se tuvieron en cuenta en la realización de las observaciones y en su posterior análisis. Las mismas categorías fueron utilizadas para realizar las observaciones tanto en el grupo control como en grupo experimental. No obstante, los aspectos que se tuvieron en cuenta presentaron algunas variaciones en las observaciones realizadas en el grupo experimental con respecto al grupo control dado a que en el grupo experimental también se observaron aspectos específicos relacionados con el tratamiento aplicado en este grupo (la metodología TBL).

| CATEGORÍAS | ASPECTOS A TENER EN CUENTA (para describir y analizar) |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodología de enseñanza | <ul style="list-style-type: none"> • Metodología utilizada. • Técnicas de enseñanza. • Objetivos de enseñanza. |
| Interacción profesor-alumnos | <ul style="list-style-type: none"> • Rol del profesor en su interacción con los alumnos. • Tipo de actividades propuestas por el profesor durante la clase. • Guía del profesor a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. • Feedback del profesor a los alumnos. |
| Interacción entre los alumnos | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de interacción entre los alumnos en el proceso de aprendizaje. • Cómo comparten y enriquecen sus ideas con el resto de integrantes del grupo de pensamiento colaborativo y el resto de la clase. • Cómo comunican sus ideas públicamente. |
| Proceso de aprendizaje | <ul style="list-style-type: none"> • Rol de los alumnos en el proceso de aprendizaje. • Indagación • Uso de conocimientos previos en el aprendizaje de nuevos conocimientos. • Habilidad para elaborar explicaciones • Uso del lenguaje científico. • Uso de la información • Habilidad para construir conocimientos. |

Tabla.4.8. Categorías utilizadas para la observación de campo

Como ya mencionamos anteriormente, la observación en el grupo experimental también en la práctica del profesor con respecto a la metodología TBL, se centró en las tres partes fundamentales de una lección TBL (o de *in-fusión*):

1. Introducción: Ser consciente de qué significa pensar con destreza
EL profesor, de forma explícita, debe presentar a los alumnos la destreza de pensamiento que desea enseñar para que estos sean conscientes de la importancia de su uso y de cómo se realiza de forma eficaz. Esta introducción se realiza utilizando ejemplos sencillos que

permiten a los alumnos (con la guía del profesor) co-construir el Mapa de estrategia de pensamiento específico para cada destreza.

2. Práctica: Puesta en práctica de la destreza de pensamiento a través de actividades TBL

El profesor propone a los alumnos una actividad de aprendizaje que requiere que los alumnos piensen (poniendo en práctica una destreza de pensamiento específica a la que han sido introducidos anteriormente) sobre un **contenido curricular importante** escogido por el profesor. Durante el desarrollo de la actividad TBL, el profesor, para garantizar que el proceso de pensamiento sobre un contenido curricular específico, y por tanto, el aprendizaje de dicho contenido, se realice eficazmente, utiliza varias estrategias de enseñanza propias de la metodología TBL, entre las que se encuentran uso del mapa de pensamiento para guiar el proceso, uso de organizadores gráficos para organizar, escribir y hacer públicas todas las ideas que resulten del proceso de pensamiento, uso de preguntas abiertas, tiempo para pensar, pensamiento colaborativo, puesta en común y discusión de las ideas de cada grupo de pensamiento colaborativo.

3. Metacognición

EL profesor motiva a los alumnos a pensar sobre cómo han pensado (reflexión *metacogniva* sobre el proceso de pensamiento).

En cuanto al objetivo número 2 referente al efecto, si alguno, de la infusión de destrezas de pensamientos en la enseñanza de las Ciencias Naturales (metodología TBL) en el proceso de aprendizaje de los alumnos que aprendieron utilizando esta metodología (GEXP1), la observación se centró en el desempeño y actitud de los alumnos de este grupo durante el proceso de aprendizaje de la materia poniendo en práctica diferentes destrezas de pensamiento.

Toda la información recogida en la observación de las clases del grupo experimental (GEXP1) sirvió como base para reflexionar sobre ellas con el profesor durante las sesiones de *coaching*.

A continuación, en la tabla 4.9, resumimos la información más relevante obtenida de las notas tomadas durante de las ocho observaciones de realizadas en ambas clases.

| CATEGORÍAS | GRUPO CONTROL | GRUPO EXPERIMENTAL |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodología de enseñanza | <p>Número de estudiantes: 24 Composición por sexo: 14 F; 10 M Lugar de observación: Aula 2º de ESO. Grupo B. Número de observaciones: 8 Frecuencia de las observaciones: una por mes del 10/2012 a 05/2013</p> <p><i>La metodología empleada en esta clase es tradicional.</i></p> <p><i>El método que se utiliza en todas las observaciones es expositivo.</i></p> <p><i>En todas las notas de campo se reportan clases bien estructuradas, con tiempo al inicio de la clase para revisar actividades realizadas por los alumnos en casa; exposición de los objetivos didácticos enmarcados sólo en el contenido “la clase de hoy tiene como objetivo estudiar los diferentes tipos de energía”; exposición del contenido; trabajo individual en actividades del libro de texto; y cierre o conclusiones, donde el profesor se asegura que los alumnos hayan “entendido lo que ha explicado” y da orientaciones a los alumnos sobre “los deberes” y lo que se “verá en la próxima clase”.</i></p> <p><i>El profesor expone los contenidos de forma fluida, logrando captar la atención de todos los alumnos y transmitiendo en todo momento su posición de experto.</i></p> | <p>Número de estudiantes: 29 Composición por sexo: 13 F; 16 M Lugar de observación: Aula 2º de ESO. Grupo A. Número de observaciones: 8 Frecuencia de las observaciones: una por mes del 10/2012 a 05/2013</p> <p><i>La metodología empleada en esta clase es el aprendizaje basado en el pensamiento (TBL).</i></p> <p><i>Los objetivos de enseñanza que se plantea el profesor son de dos tipos: curricular y de pensamiento.</i></p> <p><i>Los objetivos de aprendizaje de contenido a alcanzar son los mismos que se plantean en el grupo control.</i></p> <p><i>Dentro de los objetivos de pensamiento, el profesor pretende que los alumnos aprendan a realizar diferentes tipos de pensamiento con destreza y practicar estas destrezas de pensamiento pensando sobre el contenido que tienen que aprender.</i></p> |

Las técnicas de enseñanza utilizadas por profesor son aquellas que promueven un pensamiento eficaz en el aula: usa estrategias de pensamiento en forma de preguntas (Mapas de pensamiento) que organizan y estructuran la forma de pensar de los alumnos sobre el contenido; facilita a los alumnos organizadores gráficos específicos para cada destreza de pensamiento donde los alumnos recogen las ideas producto del pensamiento colaborativo; anima a los alumnos a poner en práctica la destreza de pensamiento; da tiempo para pensar de manera colaborativa; anima a los alumnos a reflexionar sobre la forma en que han pensado; modela hábitos de la mente productivos que ayudan a los estudiantes a desarrollar disposición para pensar con flexibilidad; escuchar las ideas de los demás con respecto y usarlas para enriquecer sus propias ideas; disposición para buscar evidencias que apoyen sus conclusiones.

En las tres primeras observaciones se evidencia falta de estructura y confianza del profesor para conseguir ambos objetivos de aprendizaje a la vez.

Se observa poco dominio de las destrezas de pensamiento por parte del profesor. A partir de la cuarta y quinta visita las notas relatan un mayor dominio de la metodología por parte del profesor: co-construye con los alumnos la estrategia de pensamiento con eficacia; guía a los alumnos usando más y mejores tipos de preguntas “¿qué creéis que deberíais hacer ahora?” ¿qué tipo de información necesitáis?” ¿Cómo replantearíais esa pregunta?”;

Se detecta dificultades para dar tiempo para pensar a los alumnos en las primeras observaciones, no obstante se evidencia una evolución a partir de la quinta visita: para su intervención, pregunta a los alumnos, hace pausas más conscientes, escucha las intervenciones de los alumnos con más atención; acepta todas las ideas y anima a los alumnos a clarificar aquellas y a elaborar más sus planteamientos “¿Qué quieres decir con...” ¿Podrías darme un ejemplo de...” ¿En qué te has basado para decir que...”

Las actividades propuestas denotan una planificación previa y, pero en tres de las observaciones se detectaron dificultades tanto con el planteamiento de los objetivos de aprendizaje propuestos, como con las actividades de infusión (actividades que dan a los alumnos oportunidad de integrar sus conocimientos mientras piensan de forma autónoma sobre el contenido curricular que están estudiando).

| | | |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p><i>Al final de cada clase, el profesor anima a los alumnos a reflexionar sobre cómo han pensado, a evaluar la estrategia de pensamiento utilizada y pensar sobre cómo la destreza de pensamiento utilizada les ha ayudado en la comprensión del contenido estudiado.</i></p> |
| <p>Interacción profesor-alumnos</p> | <p><i>El rol del profesor en todas las observaciones es de orientador, y transmisor de conocimientos.</i></p> <p><i>Se observó que los alumnos de esta clase escuchan la exposición del profesor, toman notas de la pizarra en sus cuadernos y responden a las preguntas y actividades del libro de texto orientadas por el profesor de forma organizada.</i></p> <p><i>Todas las notas indican que la mayoría de los alumnos, no sólo se esfuerzan por realizar un buen trabajo en clase sino también en las actividades que el profesor orienta para realizar en casa. Ejemplo de actividades propuesta por el profesor a los alumnos:</i></p> <p><i>“Dibuja un mapa de España y otro de Europa y localiza en ellos plantas de energía.”</i></p> <p><i>“Copia en tu cuaderno el resumen de la pág. 27, 28:4, 5, 10, 12, 25”</i></p> <p><i>“Elabora una tabla que recoja: localización, tipo de carga y tamaño de los constituyentes del átomo (Pág. 17:13).</i></p> <p><i>“Haz un esquema de las diferentes formas de ahorrar energía explicadas en la Pág. 44 y 45.”</i></p> <p><i>“Elabora un mapa conceptual sobre las distintas formas de transmisión del calor.”</i></p> | <p><i>En las tres primeras visitas se observó que al profesor le resultaba difícil no ser el protagonista de la clase. “le cuesta no transmitir demasiado”, “le cuesta dar más protagonismo a los alumnos”</i></p> <p><i>Posteriormente, aparecen evidencias en las notas sobre el rol del profesor: El profesor se esfuerza en todo momento por cambiar el rol de mero transmisor de conocimientos por el de guía del proceso de aprendizaje.</i></p> <p><i>El profesor anima a los alumnos a pensar con destreza guiados por las estrategias de pensamiento construidas en clase.</i></p> <p><i>Da más tiempo a los alumnos para pensar y los anima a elaborar, justificar y explicar sus planteamientos.</i></p> <p><i>Se observó que la relación entre el profesor y los alumnos se establecía más a través del diálogo que a través de la disertación a partir de la quinta visita.</i></p> <p><i>“Al principio, a los alumnos les cuesta entrar en la nueva dinámica que les plantea el profesor”. “A medida que aumentan las prácticas del trabajo con destrezas de pensamiento, los alumnos reaccionan positivamente a la metodología de trabajo y necesitan menos de la guía del profesor”.</i></p> <p><i>“Las actividades de infusión diseñadas por el profesor involucran activamente a los alumnos tanto en el proceso de pensamiento eficaz como en el aprendizaje de los nuevos conocimientos que están aprendiendo”. Ejemplo de actividades propuestas por el profesor a los alumnos: “Después de observar lo que ha sucedido, pensemos en cuáles son las posibles causas que han provocado el suceso. Utilizando la estrategia de pensamiento para determinar las causas de un evento con destreza, pensad en que información necesitarían para determinar que causas o</i></p> |

| | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p><i>“Realiza las actividades de: Pág. 59:15,16; Pág. 60:17 y 18; Pág....”</i></p> <p><i>El profesor guía a los alumnos mediante orientaciones directas sobre qué hacer y cómo hacerlo.</i></p> <p><i>Se observó poco feedback positivo a los alumnos.</i></p> | <p><i>causas son las más probables y utilizad las evidencias encontradas para justificar vuestra conclusión”</i></p> <p><i>“Predecir con destreza cómo hará variar el número de oscilaciones del péndulo del hilo</i></p> <p><i>un cambio de longitud del hilo y un cambio en la masa de la bola del péndulo”</i></p> <p><i>“Os han contratado para aconsejar al gobierno sobre cuál es la mejor fuente de energía para producir electricidad en la ciudad de Benidorm. Debéis pensar con destreza sobre la mejor decisión y demostrar que habéis llegado a ella después de evaluar cuidadosamente todas las posibles opciones”</i></p> <p><i>Se observó que el profesor da siempre feedback positivo a las intervenciones de los alumnos.</i></p> |
| <p>Interacción entre los alumnos</p> | <p><i>En ninguna de las observaciones se reporta trabajo colaborativo entre los estudiantes, excepto en una actividad de laboratorio observada, donde “cada miembro del equipo hace una parte de la práctica y luego lo ponéis en común en el informe”.</i></p> <p><i>Los alumnos comunican sus ideas públicamente siempre para responder a las actividades propuesta por el profesor.</i></p> <p><i>“Los alumnos reportan sus respuestas e ideas directamente al profesor”</i></p> | <p><i>En todas las visitas se observó que los alumnos trabajaban y pensaban en grupos colaborativos de 3-4 estudiantes.</i></p> <p><i>Antes de comenzar a pensar colaborativamente, el profesor recuerda a los alumnos que cada miembro del grupo tiene un rol dentro del mismo y que debe cumplirlo.</i></p> <p><i>EL profesor supervisa el trabajo de pensamiento colaborativo directamente en cada grupo y los anima con frecuencia a comprobar que todos los alumnos están aportando ideas y respetando las ideas de los demás.</i></p> <p><i>Los alumnos practican las normas de colaboración en la mayoría de los grupos.</i></p> <p><i>Todas las ideas producto del pensamiento colaborativo de cada grupo se comparten con el resto de la clase. El profesor anima siempre a los alumnos a que escuchen las ideas comunes, contrasten estas nuevas ideas con las propias y elaboren preguntas a sus compañeros si necesitan alguna aclaración.</i></p> <p><i>En algunas observaciones se evidencia que A los alumnos les cuesta cuestionar a sus compañeros. En visitas posteriores se observó que cada vez más alumnos eran capaces de elaborar preguntas sobre las ideas y conclusiones de los demás. Se nota una mejoría en el diálogo intelectual</i></p> |

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>entre los alumnos.</p> |
| <p>Proceso de aprendizaje</p> | <p>Se observó que el profesor, la mayor parte del tiempo, realiza a los alumnos preguntas cerradas que requieren de respuestas basadas en la memorización durante las clases.</p> <p>“Cuál es la definición de cambio químico? “Cuál es la unidad de medida de la energía? “¿Qué proceso de transmisión del calor hace que la taza se caliente?”</p> <p>En tres ocasiones se observó el uso de tipos de preguntas que exigían al alumno más elaboración descriptiva:” indique la secuencia de transformaciones que se producen en el salto de pértiga”; ¿Es lo mismo masa que peso? Justifica tu respuesta.”</p> <p>Los alumnos se esfuerzan por lograr las respuestas correctas, pero demuestran en general pasividad ante los nuevos conocimientos. Sus respuestas son poco elaboradas y memorísticas.</p> <p>No se reporta en ninguna de las visitas el uso de preguntas de extensión del pensamiento.</p> <p>Se observó que el profesor anima a los alumnos a realizar resúmenes muy eficaces en sus cuadernos sobre el contenido estudiado en clase.</p> <p>“Los alumnos, además de resúmenes elaboran mapas conceptuales para conectar conocimientos previos con actuales.”</p> <p>“El profesor motiva a los alumnos a usar el lenguaje científico adecuado en todas sus intervenciones.” Los alumnos se esfuerzan por utilizarlo”</p> <p>“Pocos alumnos piden al profesor alguna aclaración sobre el contenido expuesto o sobre las actividades que orienta en clase. Algunos piden al profesor o a otros alumnos aclaración sobre qué se requiere hacer en una actividad específica: “¿Cómo tenemos que hacer la pregunta 3? “o “¿Hay más de una forma de responder a esa pregunta?”</p> | <p>Se observó que el profesor, la mayor parte del tiempo, realiza a los alumnos preguntas abiertas que requieren del alumno respuestas más elaboradas.</p> <p>Los alumnos tienen tiempo para pensar colaborativamente sobre el contenido que están estudiando.</p> <p>Las actividades propuestas requieren de una mayor autonomía de los alumnos y de su decisión sobre qué tipo de información deben buscar y utilizar para trabajar en dichas actividades.</p> <p>La constante indagación del profesor, anima a los estudiantes a integrar los conocimientos previos con los nuevos contenidos.</p> <p>A partir de la quinta visita a esta clase, la investigadora deja evidencia del cambio de actitud ante el aprendizaje de las ciencias por parte de la mayoría de los alumnos de esta clase: los alumnos parecen más motivados por preguntar y aprender más a medida que llegan a conclusiones interesantes de forma más autónoma.</p> <p>Los alumnos exponen explicaciones elaboradas y muestran habilidad en uso y análisis de la información.</p> <p>El profesor anima a los estudiantes a extender la indagación o a la búsqueda y/o análisis de más información.</p> <p>Los alumnos se muestran muy participativos, interesados y activos en la construcción de nuevos conocimientos.</p> <p>En las primeras visitas se observó que a los alumnos les costaba usar el lenguaje de pensamiento y el lenguaje científico de forma adecuada. En las dos últimas se observaron cambios positivos con respecto al uso de ambos lenguajes: Los alumnos hacen uso del lenguaje de pensamiento con más frecuencia: “las evidencias encontradas son...” nuestra predicción es...”</p> |

| | | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p><i>En todas las observaciones el profesor realiza aclaraciones muy directas y guía demasiado el trabajo de los alumnos.</i></p> <p><i>Se observó que en ocasiones algunos alumnos de esta clase manifiestan una disposición a indagar diferente a la mayoría. En algunas ocasiones hacen preguntas al profesor que indican curiosidad por los contenidos expuestos y deseos de conocer causas, consecuencias. El profesor responde con inmediatez a las preguntas formuladas ejerciendo el papel de experto.</i></p> <p><i>En ningún momento anima a los estudiantes a extender la indagación o a la búsqueda y/o análisis de más información.</i></p> <p><i>En ninguna de las visitas se observó evidencia de que los alumnos construyeran conocimientos forma autónoma.</i></p> | <p><i>"después de evaluar las consecuencias positivas y negativas de cada opción creemos que la mejor opción es...porque..."</i></p> <p><i>Los alumnos, animados por el profesor, se esfuerzan por usar el lenguaje científico apropiado:" se dice que están en equilibrio térmico" "ha perdido energía potencial"</i></p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabla 4.9. Resumen de las notas obtenidas en la observación de campo. GEXP1 y GC

El análisis de las notas de campo revela que el profesor llevó a cabo la enseñanza de las ciencias naturales usando dos metodologías diferentes: más tradicional en el grupo control y la metodología de aprendizaje basado en el pensamiento en el grupo experimental.

A pesar de las carencias mostradas por el profesor en cuanto al dominio de la metodología TBL en los primeros meses de la implantación de esta metodología, se observó, que, con el tiempo, éste logró mejorar la enseñanza y práctica por parte de los alumnos, de diferentes destrezas de pensamiento y llevar a cabo, en la mayoría de los casos una correcta infusión de la enseñanza del pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares. Aunque en este aspecto en particular se observaron muchas dificultades. Igualmente logró mejorar el uso de las diferentes técnicas de infusión, en especial el uso de las preguntas motivadoras y de extensión del pensamiento, así como la forma de guiar y motivar a los alumnos en el proceso de pensamiento y a su vez el proceso de aprendizaje de los contenidos.

Las observaciones evidencian, que al igual que el profesor, los alumnos del grupo experimental colisionaron al principio con una metodología de trabajo nueva que les costó asimilar, pero los alumnos fueron evolucionando junto al profesor en cuanto al uso de las destrezas de pensamiento, el trabajo de pensamiento colaborativos, el uso de hábitos productivos de la mente y en la creación de una atmósfera de pensamiento en el aula.

En cuanto al proceso de aprendizaje, las observaciones muestran un aprendizaje más memorístico y poco flexible por parte de los alumnos del grupo control, en contraste con un aprendizaje más constructivista por parte de los alumnos del grupo experimental.

Los alumnos del grupo control demuestran más pasividad ante el aprendizaje, la forma de integrar los conocimientos, el interés por la indagación y la autonomía. En contraste, se observó que los alumnos de la clase del grupo experimental desarrollaron a través del tiempo una actitud más proactiva frente al proceso de aprendizaje, son más autónomos, muestran mayor habilidad para elaborar respuestas más completas a las preguntas del profesor, conclusiones y explicaciones producto del pensamiento colaborativo. Igualmente se observó que a diferencia de los alumnos del grupo control, estos alumnos fueron adquiriendo más protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje y fueron más desarrollaron habilidad para indagar, buscar información y utilizar la información.

4.2.2. Coaching reflexivo con el profesor

Objetivo específico (3) de la investigación

EL tercer objetivo específico de nuestro estudio era determinar si existe relación entre el nivel de experiencia del profesor en la práctica de la metodología TBL y el nivel de competencia científica de los alumnos que han sido enseñados con esta metodología.

Podríamos decir que este objetivo se fue cumpliendo a través de todo el estudio. Recordemos que nuestra investigación se llevó a cabo partiendo del hecho que el profesor participante en ella, a pesar de haber recibido una formación extensa en la infusión de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la instrucción de los contenidos curriculares, al comenzar el estudio era totalmente inexperto en la práctica de dicha metodología.

Cualquier tipo de formación, requiere de una posterior práctica consciente, sistemática y, si es posible, supervisada por un cierto período de tiempo para garantizar una eficaz implementación en el aula de lo aprendido.

Los trabajos de autores como Fullan y Stiegelbauer (1991), Showers y Joyce (1996), entre otros, apuntan la escasa evidencia de capacidad de transferencia a las aulas de las destrezas y estrategias enseñadas a los profesores, por ejemplo, en talleres, fuera del puesto de trabajo. Esto se debe a que la mayoría de estas formaciones no tienen en cuenta el apoyo continuado que el profesor necesita una vez que regresa al aula para implementar las técnicas, métodos, etc. que han aprendido en la formación teórica.

Por tanto, para la investigadora este objetivo no se ceñía a una mera exploración, sino que dicha exploración debía darse a través de la acción y la relación directa con el profesor participante en la investigación. Es por esto, que para lograr este objetivo decidimos, durante el curso 2012-13 combinar las observaciones de campo con el *coaching* al profesor.

Considerando este aspecto, el *coaching*, puede ser uno de los vehículos de desarrollo profesional en dos frentes: apoyo al profesor individual en su aula y, a su vez, contribución para establecer comunidad de práctica en el centro (Poglinco y Bach, 2004).

En la formación del profesorado, el *coaching* se define como una relación de colaboración entre una persona experta (*coach*) y el docente para

ayudar a este último a realizar aprendizaje profesional en el aula, mejorando su práctica real en su interacción con los alumnos.

A pesar de que parte fundamental del programa de formación recibido por profesor (2011-2012) en la metodología TBL, es la realización de dos *coaching* con un *coach* experto en dicha metodología, al comenzar el curso 2012-13, el profesor manifestó a la investigadora su total “inseguridad para una eficaz implantación del TBL en el aula”. Así que se decidió observar, guiar y ayudar al profesor en todos los aspectos que le producían inseguridad.

Los *coaching* se realizaron durante las ocho visitas que realizó la investigadora al centro ese curso. El *coaching* se llevó a cabo de la siguiente forma:

- Pre-conferencia: el profesor presenta a la investigadora (*coach*) cómo ha preparado su lección y cómo tienen pensado llevarla a cabo.
- Observación de la lección: observación de lo que acontece durante la clase. En nuestro caso específico, no sólo observamos la puesta en práctica por parte del profesor de las diferentes técnicas TBL para promover un pensamiento eficaz, sino también como integraba este objetivo con un segundo objetivo muy importante: lograr que, a través del pensamiento, los alumnos logaran una comprensión sólida del contenido para su posterior transferencia a diferentes contextos. De igual forma, como parte de otros objetivos de nuestro estudio se observó la actitud de los estudiantes ante esta nueva propuesta de aprendizaje.
- Post-conferencia: después de cada observación, se llevó a cabo una reflexión colaborativa con el profesor sobre la información recogida que permitiera al profesor reconocer los puntos fuertes y débiles de su lección con respecto a sus objetivos, así como plani-

ficar los cambios que considerara necesarios para mejorar su práctica en sucesivas lecciones.

En este proceso de reflexión conjunta, el coach debe crear una atmósfera de confianza donde el profesor se sienta siempre apoyado y nunca juzgado. El coach, a través de preguntas, invita al profesor a reflexionar sobre su práctica y a aprender del proceso para saber cómo actuar con autonomía y confianza en sí mismo en los desafíos futuros.

Previo a estas sesiones de coaching que involucraban la observación directa de la práctica del profesor en clase, se llevaron a cabo otras sesiones para guiar al profesor en el proceso de planificación de unidades didácticas y lecciones.

Las primeras observaciones y reflexiones realizadas hicieron evidente las dificultades que presentaba el profesor y que, de manera general, implica la implementación de una nueva metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

La implementación de una metodología de enseñanza novedosa, y que, además, en el caso del TBL requiere en primer lugar de un cambio de estructuras y de paradigma en su labor docente. Es bastante habitual que en la educación secundaria se tienda a reproducir el mismo modelo de enseñanza con el que uno ha aprendido, que es, por un lado, el que nos proporciona seguridad y, por el otro, garantiza obtener los resultados para alcanzar los estándares establecidos en nuestro sistema de educación. Por esto, requiere de mucho trabajo y tiempo, no sólo por parte del profesor de forma individual, sino también por parte del colegio, que una nueva metodología logre cristalizar con éxito primero en el aula y luego en todo el centro.

Durante las observaciones se detectaron algunas dificultades importantes que obstaculizaban la *infusión* eficaz de la enseñanza explícita de

destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos científicos todas estas dificultades. En el caso de nuestro profesor, las dificultades se presentaron en las capacidades didácticas y de promoción de un ambiente de pensamiento en el aula. Una vez detectadas, fueron trabajadas con el profesor de forma sistemática en las diferentes sesiones de *coaching*:

1. Dificultad para seleccionar y formular objetivos didácticos específicos de unidades didácticas y lecciones de infusión.

Como ya hemos ido comentando a lo largo de este informe, la metodología TBL se basa en la infusión de la enseñanza de distintas destrezas de pensamiento de forma directa y explícita dentro de la enseñanza de los contenidos curriculares. Esto se hace con dos objetivos que el profesor debe tener muy presente a la hora de elaborar y planificar sus unidades didácticas y lecciones: (1) que los alumnos adquieran destrezas que le permitan pensar de forma eficaz en diferentes situaciones dentro y fuera de la escuela utilizando los contenidos curriculares para poner en práctica las distintas destrezas de pensamiento que han aprendido para que esto permita cumplir el objetivo (2): lograr un aprendizaje significativo y sólido de los contenidos mientras se piensa sobre ellos con habilidad y autonomía. Y este segundo objetivo, en la clase de Ciencias se extiende aún más porque no sólo implica lograr que los alumnos aprendan bien los conocimientos científicos, sino que puedan demostrar comprensión de lo aprendido siendo capaces de usar esos conocimientos de forma competente en situaciones nuevas donde se requieran.

Dado el hecho de que los profesores en su mayoría están acostumbrados a “copiar y pegar” los objetivos y criterios de evaluación orientativos del currículo, aparece aquí la primera dificultad sobre cómo, primeramente, saber interpretar esos objetivos curriculares propuestos en las leyes educativas, y luego reelaborarlos de forma optimizada, tal que en ellos se aspire no solamente a la reproducción del contenido por parte de los alumnos sino al desa-

rollo de capacidades y competencias que garanticen la comprensión y uso eficiente de los mismos. Por ejemplo, transformar un objetivo como estos:

- “Relacionar las transformaciones del mundo material con las variaciones de energía.”
- “Reconocer el problema del excesivo consumo energético y asociarlo al problema ambiental.”

en estos:

- “Qué los alumnos sean capaces de explicar las variaciones de energía que han tenido lugar para que se produzca un cambio material específico en una situación o evento dado.”
- “Que los alumnos sean capaces de proponer soluciones creativas para disminuir el consumo energético en su colegio, su hogar y/o su comunidad.”

Por otro lado, tenemos los “objetivos de pensamiento”: Qué tipo de destrezas de pensamiento quiero que mis alumnos desarrollen.

La principal dificultad que aquí encontramos fue lograr que el profesor fuera consciente de que ahora la enseñanza de destrezas de pensamiento también es un objetivo didáctico importante a alcanzar. Y, de igual manera, es un objetivo que ha de alcanzarse en concordancia con el objetivo propuesto para el aprendizaje del conocimiento. Para esto, no sólo basta ser consciente de ellos sino también es importante el conocimiento y dominio por parte del profesor de las destrezas que quiere que sus alumnos aprendan y desarrollen.

Por ejemplo, si queremos que nuestros alumnos desarrollen un conocimiento sólido sobre el uso consciente de la energía y su implicación para el medio ambiente, nos hemos propuesto “que sean capaces de proponer solu-

ciones para disminuir el consumo energético...” y es aquí donde, igualmente, nos proponemos que nuestros alumnos desarrollen destreza en la resolución de problemas cotidianos ¿Qué necesitan hacer nuestros alumnos para resolver un problema con destreza?

Nuestro segundo objetivo didáctico tendría que ser:

“Que nuestros alumnos sean capaces de reconocer una situación que genera un problema, definir el problema, pensar en diferentes posibles soluciones, evaluar de forma crítica las consecuencias favorables y desfavorables de cada una de las posibles soluciones, y una vez evaluadas las consecuencias, decidan, a la luz de dicha evaluación, cuál es la mejor solución.”

Una buena formulación de los objetivos, guiará mucho mejor al docente a elaborar los tipos de actividades que garanticen con éxito su consecución, y posteriormente la evaluación de su consecución.

2. Dificultad para encontrar contextos de construcción de conocimiento donde los alumnos puedan poner en práctica diferentes destrezas de pensamiento utilizando un contenido curricular importante.

Las actividades didácticas se traducen en experiencias didácticas, más o menos motivadoras, innovadoras o relevantes que nutren la formación y la cultura del alumno (De la Herrán, 2008.b).

Escoger los contenidos que queremos que los alumnos utilicen como materia prima para pensar de manera eficaz sobre ellos también implicó una dificultad. El profesor necesitó guía y tiempo para ir alcanzando la habilidad necesaria no sólo para escoger bien los contenidos sino también para, diseñar actividades que dieran la oportunidad a los alumnos de centrar su atención en

fenómenos o aspectos concretos que despertaran su curiosidad y que, a través de la búsqueda de información, evidencias, etc., necesarias en el proceso de pensamiento, fueran capaces de elaborar de forma activa e interactivamente cada aprendizaje.

Una vez vencida esta dificultad, o al menos trabajada, es importante garantizar que las actividades diseñadas puedan ser realizadas para cumplir los objetivos de enseñanzas marcados.

3. Dificultad para permitir el protagonismo de los alumnos en su proceso de aprendizaje.

Si pretendemos que nuestros alumnos tengan protagonismo en la construcción de sus aprendizajes, tenemos que permitirselo. Esto implica ser consciente y trabajar para mejorar los siguientes aspectos: (1) cambiar el rol del profesor de transmisor de información a guía del proceso de aprendizaje, y en nuestro caso, a la vez del proceso de pensamiento. En un ambiente de aprendizaje efectivo, los alumnos deben ser animados a convertirse en pensadores y aprendices activos, no en observadores pasivos; (2) dar más tiempo a los alumnos para pensar y elaborar sus respuestas, ideas y conclusiones. Dar a los alumnos el tiempo que requieren para pensar (supervisando que el tiempo se use apropiadamente) es de vital importancia para el éxito de toda actividad didáctica. Esto, por lo general resulta difícil de llevar a cabo por los profesores ya que disponen de “mucho que cubrir” en “poco tiempo de clase”; (3) dar la oportunidad a los alumnos de descubrir, más que de consumir información. Precisamente, por lo dicho anteriormente, resulta mucho más fácil para la mayoría de los profesores dar a los alumnos actividades de fácil y rápida solución a partir de los apuntes o información que pueden encontrar directamente en el libro de texto y más difícil facilitarles actividades que requieran de una actividad intelectual más compleja.

4. Dificultad para guiar el pensamiento y aprendizaje de los alumnos a través de preguntas abiertas.

Una de las principales dificultades trabajadas con el profesor durante el *coaching* fue la indagación, esto es, la habilidad para ejercer un rol de guía a través de preguntas. El tipo de preguntas que debe realizar un profesor para promover una atmósfera de pensamiento en el aula deben ser aquellas que animen a los alumnos a involucrarse a consciencia en una forma de pensar eficaz. Para Costa (2001:360) “la práctica de una indagación cuidadosa, planificada y productiva es una de las herramientas más valiosas de los profesores efectivos.”

Si queremos que los alumnos desarrollen destrezas de pensamiento, necesitamos que el profesor sea consciente de los tipos de preguntas que propician este desarrollo: disminuir las preguntas de tipo ordinarias, cerradas y retóricas y promover el uso de preguntas de clarificación, elaboración, desafío, búsqueda de evidencias y preguntas abiertas que estimulen el pensamiento complejo. Las preguntas abiertas animan a los estudiantes a tomar riesgos cognitivos: a pensar sobre sus propias ideas y sobre las ideas de los demás. Asimismo, las preguntas abiertas o divergentes promocionan el pensamiento libre e invitan a generar múltiples respuestas o posibilidades.

Otro de los aspectos trabajados con el profesor en las técnicas de indagación fue el tiempo de espera después de preguntar (*wait time* en inglés). Observamos que, a nuestro profesor –y me atrevo a decir que sucede a muchos profesores– le costaba no responder a sus propias preguntas o dar tiempo suficiente para que los alumnos pensaran y elaboran sus respuestas.

La práctica efectiva de la *pausa después de cada pregunta* se ha comprobado que (1) aumenta la calidad de la respuesta de los alumnos, (2) mejora su autoestima; (3) aumenta el número de evidencias que presentan para justificar sus respuestas; (4) ayuda a que los alumnos que necesitan más

tiempo para elaborar sus respuestas puedan participar; y (5) aumenta el número de preguntas que los estudiantes hacen al profesor. Por otro lado, ayuda al profesor a: (1) hablar menos y a disminuir el rol de agente transmisor de información; (2) a elaborar nuevas preguntas a raíz de las respuestas de los alumnos; (3) a formular preguntas más complejas (Tobin, 1980).

Todas las dificultades detectadas durante las observaciones de campo y trabajadas con el profesor a través de las sesiones de coaching nos indican la necesidad de formación continua y práctica que se requiere para lograr la eficacia total de la implementación de una nueva metodología en el aula. La buena disposición del profesor a mejorar su práctica dio como resultado que se diera una evolución positiva durante el curso 2012-13 en el dominio y puesta en práctica de las distintas técnicas de enseñanza utilizadas para el aprendizaje basado en el pensamiento (TBL).

Constatamos que el coaching realizado fue de vital importancia para garantizar la buena práctica básica que respaldan los resultados obtenidos sobre el efecto de la metodología en el desarrollo de las capacidades de la competencia científica medidas en el estudio.

En el gráfico 4.6 se representa en porcentajes el nivel de competencia científica (NCC) alcanzado por los estudiantes de cada grupo (GEXP1, GC y GEXP2) en el post test. Teniendo en cuenta que el máximo puntaje de la prueba era 15 pts., hicimos una clasificación del nivel del NCC alcanzado por los alumnos según el puntaje total alcanzado en la prueba de modo que, consideramos un nivel alto a un puntaje que estuviera entre los 11-15 pts.; un nivel medio para los alumnos que obtuvieron un puntaje total entre 6-10 pts. y un nivel bajo para los puntajes entre 1-5 pts.

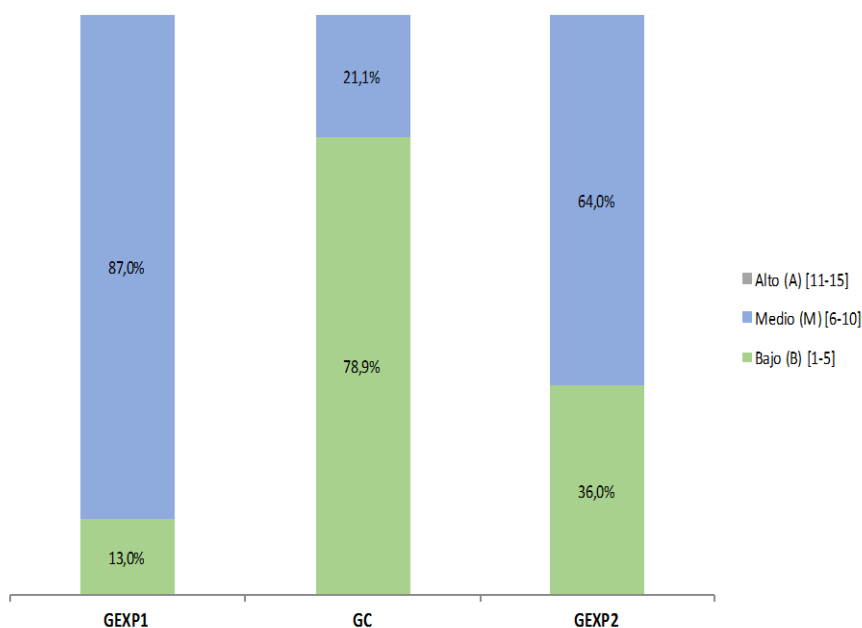


Gráfico 4.6. Porcentaje de NCC alcanzado en el Post Test. GEXP1, GC y GEXP2

En el gráfico se puede observar que en los dos grupos que fueron enseñados con la metodología TBL un mayor porcentaje de alumnos alcanzó un NCC medio: 87 % en el caso del GEXP1 y 64 % en el caso del GEXP2, con respecto a los alumnos que fueron enseñados de forma tradicional (GC) donde sólo un 21 % alcanzó un NCC medio. Esto nos ratifica el impacto positivo del uso de esta metodología en el desarrollo de la competencia científica de los alumnos.

No obstante, en ninguno de los dos grupos experimentales los alumnos alcanzaron un NCC alto, lo que puede estar dado por la falta de una total eficacia en la implantación de la metodología producto de la falta de experiencia en su práctica por parte del profesor. Sin embargo, el hecho de que el porcentaje de los alumnos que alcanzaron un NCC medio sea tan alto (casi la totalidad de los alumnos) en el GEXP1, y superior al porcentaje de los alumnos que lo alcanzaron en el GEXP2, nos indica, que el proceso de formación debe ser continuo hasta que se garantice la experiencia total deseada para garantizar la buena práctica deseada y que el *coaching* realizado al profesor fue de vital importancia para contrarrestar la inexperiencia del profesor en el curso

2012-13, cuando enseñó al GEXP 1, en contraste con el curso 2013-14, cuando enseñó al GEXP2 donde no fue posible realizar el coaching.

4.2.3. Resultados de la entrevista con el profesor

El acercamiento al profesor y el contacto sistemático, a través de diferentes vías, a lo largo de todo el proceso durante el curso 2012-13, constituyó una fuente invaluable para comprender sus actuaciones y para recabar una información activa que nos permitió valorar el proceso con más objetividad. No obstante, se consideró oportuno aprovechar la última sesión de coaching, en mayo del 2013, para realizar una entrevista semiestructurada al profesor donde pretendíamos recoger las opiniones y sensaciones del profesor sobre los siguientes temas:

- Efectos de la metodología de enseñanza TBL en los alumnos con respecto al aprendizaje de la asignatura y la manifestación de las capacidades de la competencia científica.
- Efectos de la metodología TBL en la forma en que el profesor percibe su manera de enseñar.
- Importancia otorgada a la formación del profesor y su experiencia para la eficaz implantación de la metodología.

Dada la confianza que se había desarrollado entre el profesor y la investigadora y a que el escenario dentro de la sesión de *coaching* era el ideal para establecer una conversación libre, se decidió llevar a cabo una entrevista de tipo informal. Este tipo de entrevistas se realizan sin un guion previo y el investigador tiene como único cometido sacar, durante la conversación, los temas que desea abordar. Por tanto, la investigadora dejó que el profesor tomara la iniciativa y desarrollara su visión sobre cada tema propuesto por ella.

La transcripción de la entrevista con el profesor se puede leer en el apartado de Anexos (Anexo 19).

En cuanto a los efectos de la metodología de enseñanza TBL en los alumnos con respecto al aprendizaje de la asignatura y la manifestación de las capacidades de la competencia científica, el profesor expresó sentirse satisfecho y a la vez gratamente sorprendido por los cambios cualitativos que los alumnos del grupo experimental manifestaban en clase con respecto a cómo relacionan los conocimientos, su actitud ante la ciencia, su nivel de indagación y su confianza en su interacción con el profesor.

- “Una de las cosas que me asombra de estos alumnos es que han comenzado a generar multitud de preguntas, más complejas, no me da tiempo a responderlas todas. Esto no lo veo en los alumnos del grupo control.”
- “Cuando les hago una pregunta, se acuerdan de lo que hemos visto en clases anteriores y usando sus propias palabras, a veces con dificultad, me dan respuestas que yo no esperaba. Eso me hace sentir muy bien.”
- “También me llama la atención que ahora relacionan más los contenidos. Ven todos los temas como un solo bloque.”
- “Los alumnos que no participaban antes ya lo hacen, y aunque no hagan preguntas relevantes, se sienten dentro del grupo y se atreven a ser parte de la atmósfera de pensamiento y aprendizaje.”
- “A veces se crea un ambiente en clase que me da la sensación de que sienten mayor interés por el estudio de las Ciencias” Esto al principio era difícil porque es un grupo poco estudioso.”
- “A medida que hemos avanzado en el curso, también he notado que son más autónomos y colaborativos cuando trabajan y piensan.”

Un aspecto que nos pareció interesante en este punto es hecho de que todos los cambios que veía el profesor en los alumnos los consideraba “cambios cualitativos”. Al pedirle más aclaración sobre este término, comentó que “aunque algunos alumnos que antes suspendían, ahora han aprobado las evaluaciones, en general los alumnos del grupo control siguen obteniendo mejores resultados en los controles y exámenes.”

El hecho de que el profesor continuara utilizando como instrumentos de evaluación de los aprendizajes cuestionarios con preguntas que requieren de la reproducción memorística de los conceptos, nos indica que tal vez sea el motivo por lo que los alumnos que son enseñados de manera más tradicional (grupo control) obtengan mejores resultados en este tipo de exámenes. Por el contrario, aquellos que comienzan a *aprender* de una forma basada más en la reflexión que en la reproducción, (grupo experimental), si no son evaluados a través de tipos de preguntas que se correspondan con la forma en la que han sido enseñados, les costará más obtener mejores resultados en los instrumentos de evaluación tradicionales.

En cuanto a los efectos de la metodología TBL en la forma en que el profesor percibe su manera de enseñar el profesor se describe más flexible y más recompensado por su manera de enseñar en el grupo experimental que en el grupo control:

- “En el grupo control llego, les doy toda la información, les digo qué tienen que hacer y ellos lo hacen, son muy pocos los alumnos que muestran interés por saber algo más de lo que les digo, pero en el grupo experimental ahora tengo que ir muy bien preparado porque me hacen siempre ir más allá.”
- “Cuando picoteo en sus respuestas genero una retroalimentación positiva para ellos y para mí. A ellos les permite buscar más información en sus mentes o en otras fuentes, y a mi hace ser más flexible y atento con sus respuestas.”

- “He tenido que sacrificar algunos temas porque los alumnos van más lentos con esta nueva metodología de trabajo, pero ahora me importa más lo que saco de ellos y las competencias que pueden desarrollar más que terminar el temario.”
- “He notado que yo mismo he cambiado mi forma de ver la enseñanza de las Ciencias. Sin duda voy a seguir trabajando para seguir mejorando en mi forma de hacer pensar a mis alumnos.”
- “La valoración al final es muy positiva para ellos y para mí porque no es memorizar ciencias es hacer ciencias. El cambio en los alumnos es como ver brotes verdes después del esfuerzo.”

En cuanto a la Importancia otorgada a la formación del profesor y su experiencia para la eficaz implantación de la metodología el profesor reconoció el esfuerzo y dedicación que requiere la buena *praxis* y la importancia de una buena preparación y conocimiento de las técnicas de enseñanza que garanticen una buena infusión del pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares.

- “Es difícil cambiar de una forma de enseñanza a otra, requiere de mucho esfuerzo y preparación.”
- “Todavía me cuesta usar el lenguaje de pensamiento, guiar a los alumnos a través de preguntas, dar más tiempo a los alumnos para trabajar y pensar y preparar actividades de contextos más reales para que los alumnos puedan pensar y aplicar sus conocimientos (...) con el tiempo lo iré mejorando.”
- “Si hubiera sabido cómo hacerlo antes de entrar en un aula fuera mucho más fácil.”

Los resultados de la entrevista con el profesor indican, que aún con algunas dificultades, se pudo garantizar en el curso 2012-13 una práctica adecuada de la metodología TBL, que permitió que se observaran en los

estudiantes cambios cualitativos positivos en cuanto a su actitud ante el aprendizaje de las Ciencias Naturales, su interés por el conocimiento científico y su autonomía de trabajo. También produjo un cambio positivo en el rol y visión del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.2.4. Resultados de la entrevista con los alumnos

Por ser los alumnos una parte importante de nuestro estudio, fue de nuestro interés igualmente conocer su opinión y sensaciones respecto a cómo percibían la implantación de una nueva metodología de enseñanza en la clase de Ciencias Naturales. Nos interesaba recoger información sobre los siguientes temas:

1. Visión de los alumnos sobre qué es la competencia científica.
2. Cómo creen los alumnos que debería ser la enseñanza de las Ciencias para alcanzar la competencia científica.
3. Qué importancia dan los alumnos a la enseñanza de destrezas de pensamiento dentro de la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Para la recopilación de información sobre como pensaban los alumnos sobre estos temas determinados, se utilizó la técnica cualitativa del grupo focal, con la modalidad de entrevista grupal abierta y semiestructurada.

Escogimos al azar 10 alumnos del grupo experimental (GEXP1) y formamos un grupo compuesto por 5 alumnas y 5 alumnos. Inicialmente se previó realizar una entrevista de 50 min que finalmente, entre los traslados del aula a la sala de reunión, posteriormente a otra sala, etc. Se redujo a unos 35 min. Afortunadamente, la facilidad de expresión de los alumnos y su práctica

en el trabajo colaborativo, así como el hecho de que conocían a la investigadora, hizo que la entrevista fluyera muy bien.

La investigadora dirigió la discusión tratando de encauzar la conversación en todo momento para evitar que los alumnos se desviarán de los temas de estudio. La entrevista puede leerse en el apartado de Anexos (Anexo 20).

En esta actividad no hubo respuestas correctas o incorrectas, solo diferentes puntos de vista y opiniones que sirvieron a la investigadora para, a partir de lo iban diciendo los alumnos, conducir la conversación sobre los temas deseados. Las respuestas dada por los alumnos fueron clasificadas en categorías para facilitar su manejo, sin embargo, resaltamos la interrelación que hay entre ellas:

En relación a las preguntas sobre **el uso de los conocimientos científicos (finalidad del aprendizaje de los conocimientos científicos)**, su opinión sobre cómo **deberían enseñarse las Ciencias** para alcanzar la finalidad de aprendizaje expuesta por ellos, el valor que dan los alumnos a **la enseñanza de pensamiento en la clase de Ciencias**, la opinión de los alumnos sobre **su protagonismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje**, y cómo valoran **la colaboración en el aula**, los alumnos señalaron lo siguiente:

1) La competencia científica

La primera pregunta formulada a los alumnos en la entrevista fue si sabían qué era la competencia científica. La totalidad de los alumnos fue incapaz de responder a esta pregunta tal y como fue formulada. Lo que indica que los alumnos no conocían, o no eran conscientes del significado de esta terminología. Decidimos reformular la pregunta y se pidió a los alumnos que nos dieran su opinión sobre para qué creían que era importante tener conocimientos científicos.

Los alumnos dieron importancia a los conocimientos científicos para “**conocer y comprender** mejor el mundo que los rodea”, para estar **mejor informados** y “no ser engañados,” ser capaces de “**explicar** las cosas que no entendemos” y, sobre todo, nos sorprende la madurez de algunas respuestas que se refieren al uso de los conocimientos científicos para **mejorar sus vidas** y ayudar a mejorar la **de los demás** (incluidos otros seres vivos)”. Por otro lado, las respuestas también resaltan el valor que dan los alumnos al hacer en Ciencias, es decir a “**experimentar y descubrir.**”

Todas las respuestas aportadas por los alumnos indican que éstos valoran el aprendizaje de los conocimientos científicos con un fin práctico, es decir, para su transferencia a situaciones de sus vidas a nivel personal y colectivo. El uso frecuente de palabras como “entender” “saber las causas” “explicar”, “descubrir”, “construir” nos da una idea del valor que dan los alumnos cómo y al para qué del aprendizaje y uso de los conocimientos científicos que al qué de los mismos. Esto nos demuestra una actitud muy positiva hacia el estudio de las Ciencias y los conocimientos científicos. La actitud positiva ante las Ciencias es una dimensión importante de la competencia científica, y a pesar que su medición no era objetivo de nuestro estudio, lo consideramos un hallazgo relevante a considerar en estos alumnos.

2) La enseñanza de las Ciencias para alcanzar la competencia científica

A pesar de que los alumnos no estaban familiarizados con el término *competencia científica*, sus respuestas a la pregunta anterior nos indican que en alguna medida sabían en qué consistía. Precisamente aquí, los alumnos expusieron su opinión sobre cómo creían que deberían ser las clases de Ciencias para poder llegar a adquirir esas capacidades en el *cómo* de las Ciencias.

De forma unánime los alumnos mostraron su desacuerdo con “aprender Ciencias” mayoritariamente a través de clases teóricas dentro del aula “si las Ciencias sirven para entender las cosas que nos rodean, no lo podemos hacer

todo desde el aula” Todos los alumnos reclamaron clases más prácticas y en ambientes más reales:

- “A mí me gustaría ir un día a ver como un científico de verdad hace un experimento y hacerle preguntas sobre cómo se hace y todo eso del método científico.”
- “Yo prefiero que si estudiamos las rocas nos lleven fuera del colegio a ver las rocas, no en el aula.”

A pesar de que las palabras “fuera del aula” se prestaban a tener una doble interpretación (de hecho, no conozco a nadie que disfrute de un proceso de aprendizaje teniendo que estar al menos 5-6 horas dentro de un aula), más que salir del aula para evitar la frustración del “encierro”, es evidente que los alumnos se referían todo el tiempo a la importancia y necesidad de la aproximación directa de los alumnos al entorno físico-natural (todo tipo de actividades de aprendizaje en este ambiente).

La aproximación directa a la realidad natural constituye un elemento fundamental en la enseñanza de las ciencias para promover el interés la curiosidad y la actitud positiva de los alumnos hacia la ciencia. Los alumnos necesitan del contacto con la realidad física para pensar y aprender con eficacia sobre las cosas y los fenómenos del entorno.

3) La enseñanza de destrezas de pensamiento dentro de la enseñanza de las Ciencias Naturales

Uno de nuestros principales objetivos en esta entrevista, tenía que ver con el objetivo principal de nuestro estudio: el efecto de la metodología TBL en el desarrollo de la competencia científica de los alumnos.

Con la entrevista a los alumnos pretendíamos explorar sus sensaciones y opiniones sobre la metodología y la relevancia que éstos otorgaban al pensamiento como parte del aprendizaje de las ciencias.

Casi la totalidad de los alumnos valoraron de forma positiva y como algo importante aprender a pensar bien, tanto para el aprendizaje de los conocimientos y su posterior uso con eficiencia, como para sus vidas en general. Algunos ejemplos de respuestas de los alumnos:

- “Si no sabemos pensar bien, no sabemos cómo tenemos que hacer las cosas ni cómo usar lo que hemos aprendido.”
- “Creo que aprendes a pensar bien, también eso te puede ayudar a aprender bien las cosas y cuando estés en una situación en la que quieras hacer algo relacionado con cosas de ciencias puedes hacerlo mejor.”
- “Yo creo que pensar bien es muy bueno para aprender, y para todo en tu vida.”

Igualmente, de forma particular, y como metodología de enseñanza-aprendizaje los alumnos comentaron sobre en qué creían que esta metodología les ayudaba en clase. Sus planteamientos indican que los alumnos sienten más confianza y autonomía de trabajo cuando piensan en grupos colaborativos; más libertad en su interacción con el profesor cuando se les permite preguntar y se les da tiempo para pensar y elaborar sus respuestas. Igualmente manifestaron que sentirse más protagonistas de su propio aprendizaje era algo que les hacía sentir bien. Algunos ejemplos de respuestas de los alumnos:

- “A mí me gustan las preguntas y que nos dejen pensar, y nos den tiempo para pensar nuestras respuestas.”

- “Creo que los apuntes son buenos y los resúmenes nos ayudan a memorizar mejor las cosas, pero también me gusta poder pensar en las cosas porque así creo que las aprendo mejor.”
- “A mí me gusta porque puedo decir cosas que no están bien y el profesor me ayuda que decirlas mejor. Y me gusta trabajar en grupo porque nos ayudamos a buscar la información que necesitamos y a pensar.”
- “En el grupo si tú dices algo, otro dice otra cosa, y la respuesta sale mejor.”
- “A mí sí me gusta que seamos más protagonistas porque nosotros somos los que estamos aprendiendo y así la clase es más animada.”

Aunque no era nuestro objetivo adentrarnos en detalles sobre los instrumentos de evaluación del aprendizaje utilizado por el profesor, encontramos relevante el hecho de que los alumnos contrastaran la forma en la que aprendían en clase con la forma en la que eran evaluados. Precisamente por no ser nuestro objetivo en esta entrevista, evitamos más comentarios sobre este tema durante la conversación. Sin embargo, algunas intervenciones indican que los alumnos de este grupo buscan otro tipo de instrumentos de evaluación, u otros tipos de preguntas en los más habituales (exámenes escritos) que les permitan la misma libertad de respuestas que van teniendo en clase. Un ejemplo de comentario es el siguiente:

- “Cuando estamos pensando en el aula y buscamos información y todo eso, no cogemos muchos apuntes y como lo que escribimos es con nuestras propias palabras, aunque lo entendamos, después en el examen si no pones lo que dice en el libro no te dan todos los puntos.”

En este caso, por las características del estudio, no era viable evaluar el aprendizaje de los alumnos del grupo experimental en clase de forma diferente al grupo control. Pero es importante destacar que comentarios como el an-

terior nos reafirman la importancia de diseñar instrumentos de evaluación que vayan acorde a los objetivos y metodología de enseñanza.

4.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado se discuten científicamente los hallazgos de nuestro estudio y las razones atribuidas a los mismos y los compararemos con los obtenidos en estudios similares al nuestro en diferentes aspectos.

Aunque existen numerosos estudios acerca de la enseñanza de pensamiento, la mayoría se limita al uso de diversos test estandarizados para diagnosticar el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico tras la aplicación de un determinado programa utilizado para enseñar pensamiento en un curso o materia específica para ese fin. La mayoría de estos estudios se han llevado a cabo a nivel universitario. No son abundantes las investigaciones sobre el impacto de la enseñanza de destrezas de pensamiento en el mejoramiento del aprendizaje utilizando el modelo de *infusión*. Sin embargo, todas aquellas que se han realizado han mostrado que la enseñanza de pensamiento como parte de la instrucción del contenido ha tenido un efecto positivo en el logro de un aprendizaje más sólido de los conocimientos o el desarrollo de habilidades específicas como, por ejemplo, la escritura.

Reed (1998) mostró que la *infusión* de la enseñanza de pensamiento en un curso introductorio de Historia para estudiantes de primer año de la universidad en Florida, hizo que los alumnos que recibieron este tipo de enseñanza mejoraran significativamente sus habilidades de pensamiento crítico y su habilidad de "*pensamiento histórico*", así como su rendimiento en las pruebas de conocimiento con respecto a aquellos alumnos que aprendieron los conocimientos de forma tradicional. Resultados similares fueron obtenidos por Carl (2008) donde se reportó un considerable aumento en la comprensión de los

conocimientos históricos, y mejores resultados en actividades y evaluaciones de clase en estudiantes de bachillerato en Estados Unidos.

Brookhart (2010), después de revisar el resultado de numerosos estudios sobre el impacto del pensamiento crítico en la enseñanza y el aprendizaje, concluyó que el uso de actividades que requieren un trabajo de pensamiento crítico estaba asociado a un aumento del rendimiento de los alumnos en diferentes materias.

Un estudio de síntesis cuantitativa (meta- análisis) de los resultados de 29 estudios en los que se evaluaba del uso de destrezas de pensamiento su impacto en el conocimiento, rendimiento y actitudes de los alumnos realizado por Higgins *et al.* (2005) concluyó con que la enseñanza de destrezas de pensamiento tuvo un efecto positivo, tanto en el mejoramiento de la forma de pensar de los alumnos como en la comprensión de los conocimientos y la actitud ante el aprendizaje.

Por otro lado, Galloway (2009) reportó que la infusión de destrezas de pensamiento utilizando la metodología TBL en la asignatura de lengua inglesa mejoró considerablemente la competencia comunicativa (escrita) de alumnos de primaria en Nueva Zelanda. Resultados similares fueron obtenidos por Stanlan (2006), quien, tras la introducción de un curso focalizado en el desarrollo de destrezas de pensamiento crítico en alumnos del último curso de Bachillerato, reportó un aumento considerable en el desarrollo por parte de los alumnos de todas las áreas de la comunicación escrita medidas en el estudio.

También Cabrera (2013) reportó que los alumnos de primer año de educación secundaria que aprendieron los conceptos de *transformaciones isométricas* (Geometría) aplicando destrezas de pensamiento como *clasificación* y *comprar y contrastar* demostraron en la evaluación de dichos conceptos una mejor comprensión de los mismos en relación a que aquellos alumnos que fueron enseñados de forma tradicional.

Nuestra investigación tuvo un carácter exploratorio y examinó de forma empírica el efecto que una enseñanza de las ciencias naturales basada en el pensamiento pudiera tener en el desarrollo de la competencia científica de los alumnos que aprendieron con esta metodología. Como hemos descrito anteriormente, los alumnos del grupo experimental aprendieron los contenidos de Ciencias Naturales a través del marco de enseñanza de destreza de destrezas de pensamiento desarrollado por Swartz y Parks (1994) denominado TBL. Las destrezas de pensamiento fueron enseñadas y practicadas usando los contenidos curriculares. Los contenidos específicos que se usaron para practicar las diferentes destrezas de pensamiento fueron escogidos por el profesor de la asignatura. La enseñanza de cada destreza de pensamiento tomó de dos a tres horas a la semana, por lo que en el período de tiempo que duró el estudio sólo se pudieron enseñar las siguientes destrezas de pensamiento:

Determinar la relación de las partes con el todo: Esta destreza conlleva a los alumnos a ser conscientes de que todo lo que nos rodea está compuesto por partes. El propósito de determinar y explicar con destreza la relación de las partes con el todo. Analizar cómo las partes contribuyen al todo y cómo la función de cada parte nos ayuda a entender el funcionamiento del todo.

Comparar y contrastar: Esta destreza de pensamiento involucra el análisis de las características de dos objetos, eventos, sistemas, etc. para encontrar las diferencias y similitudes más importantes entre ambos objetos comparados y obtener una mayor comprensión de las cosas que se compararan para de este modo poder tomar decisiones o aclarar confusiones.

Explicación causal: Esta destreza de pensamiento la evaluación crítica de las posibles causas de un evento. Pensar con destrezas sobre causas, por tanto, conlleva la elaboración de un plan de investigación consciente que comienza por la generación de ideas sobre las posibles causas, continúa por considerar que tipo de información o posibles evidencias son necesarias para determinar la probabilidad de cada posible causa y termina en la evaluación

crítica de las evidencias reales encontradas para a partir de ellas, establecer un juicio sobre la causa más probable.

Predicción: La predicción de ocurrencia de eventos es otro tipo de pensamiento que requiere de habilidades en la búsqueda y evaluación de información. Éste, al igual que la explicación causal, es un tipo de pensamiento crítico que conlleva a la búsqueda y evaluación de evidencias para sustentar nuestras predicciones.

Toma de decisiones: La toma de decisiones es una tarea de pensamiento compleja que requiere del desarrollo y puesta en práctica de destrezas de pensamiento como la búsqueda, análisis y evaluación eficaz de la información.

Una práctica sistemática y bien planificada de cada una de las destrezas de pensamiento que se enseñan en clase a los alumnos daría la oportunidad a los alumnos a interiorizar estas destrezas de pensamiento y a ser capaces transferir esas destrezas a diferentes situaciones dentro y fuera de clase donde requieran su uso.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto nos propusimos responder diferentes preguntas orientadoras de nuestra investigación:

Pregunta de investigación 1: Para responder a esta pregunta, comparamos los resultados obtenidos por ambos grupos (GEXP1 y GC) en las pruebas pre test y post test y analizamos las diferencias encontradas a través de diferentes técnicas.

Del análisis de los resultados (presentados en el capítulo 4) obtuvimos los siguientes hallazgos.

- Los resultados obtenidos por los alumnos que fueron enseñados con la metodología TBL (GEXP1) en la prueba de rendimiento que

medía su capacidad para aplicar los conocimientos científicos de forma competente después de la aplicación del tratamiento (post test) fueron significativamente mayores que los que obtuvieron en una prueba similar antes del tratamiento (pre test). En contraste, las diferencias entre los resultados del GC en el pre test y el post test no fueron estadísticamente significativas.

- Los resultados obtenidos por los alumnos que fueron enseñados con la metodología TBL (GEXP1) en el post test fueron significativamente mayores que los resultados obtenidos por los alumnos que aprendieron de forma tradicional (GC) en la misma prueba. Esto nos permiten concluir que los alumnos que fueron enseñados con la metodología TBL fueron capaces de aplicar el conocimiento científico en situaciones nuevas de forma más competente que los alumnos que recibieron la instrucción tradicional.

Un análisis cualitativo numérico y de contenido de las respuestas nos evidenció que:

- Las medias por ítem, y esto es por capacidad de la competencia científica medida en cada ítem, obtenidas por el GEXP1 fueron mayores en todos los casos que las obtenidas por el GC en cada ítem.
- La capacidad medida donde se obtuvieron los peores resultados por parte de los alumnos de ambos grupos fue la identificación de cuestiones científicas. En este caso (ítem 3), se pedía identificar la pregunta que pretendía responder una experiencia de investigación dada y justificar la identificación haciendo mención de las variables medidas en el experimento. A pesar de que un 86 % de los alumnos del GEXP1 fue capaz de identificar la pregunta de investigación correctamente (en comparación al 47 % en el caso del GC), sólo un 21 % fue capaz de relacionar su elección con las variables medidas en el experimento.

Creemos que esta falta de habilidad para relacionar estos conceptos se debe a la falta de práctica de estos conocimientos en situaciones de experimentación (actividades de laboratorio) donde no se enfatiza o se pide a los alumnos que diseñen sus propias experiencias científicas donde tengan que poner en práctica estos conocimientos. Por lo general, los profesores suelen dar a los alumnos las experiencias ya diseñadas y los alumnos sólo requieren seguir los pasos para desarrollar la experiencia y observar los resultados. De hecho, una de los aspectos que más resaltaron los alumnos en la entrevista con la investigadora fue, precisamente el relacionado con la cantidad excesiva del uso del ambiente “aula” para enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Todos los alumnos en repetidas ocasiones mencionaron que lo más importante del aprendizaje de las ciencias para ellos era “hacer de las ciencias”: la investigación, los descubrimientos. Y agregaron, que veían necesario aumentar el número de actividades que les expusieran directamente a este tipo de experiencias ya que a su entender “de un 80 a un 90% de sus clases de ciencias eran en el aula”.

- Las capacidades de la competencia científica donde los alumnos del GEXP1 mostraron más habilidad fueron aquellas donde debían utilizar el conocimiento científico para describir (ítem 1), y explicar (ítem 2) fenómenos naturales y del entorno; formar una predicción y justificar su hipótesis (ítem 4) y utilizar evidencias científicas para justificar una conclusión (ítem 5). Los mejores resultados fueron obtenidos en los ítems 4 y 5. En todos estos ítems resaltamos la importancia de la expresión escrita para poder elaborar las justificaciones que se requería en cada ítem. En este aspecto se encontró que:
- Los alumnos del grupo GEXP1 fueron capaces de dar respuestas más elaboradas donde mostraron habilidad para relacionar conceptos sencillos y usar el lenguaje científico con mayor eficiencia que los alumnos del GC.

Por otro lado, las estrategias cualitativas utilizadas para obtener más información acerca del efecto del TBL en los alumnos que fueron enseñados con esta metodología (observación de campo y entrevistas) nos permitieron descubrir que:

- Los alumnos mejoraron su actitud positiva ante los conocimientos científicos y su motivación ante el aprendizaje de las ciencias.
- Los alumnos mejoraron su nivel de indagación en clase.
- Los alumnos mejoraron en la búsqueda y manejo de la información.
- Los alumnos valoraron positivamente el aprendizaje basado en el pensamiento y el ambiente de indagación y pensamiento generado por el profesor en clase.
- Los alumnos valoraron positivamente el trabajo de pensamiento colaborativo.

Todos estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos en otras investigaciones que probaron el efecto de la enseñanza de destrezas de pensamiento en el rendimiento de los alumnos. En nuestro caso, se ha demostrado un efecto positivo de la enseñanza de destrezas de pensamiento en el desarrollo de las capacidades de la competencia científica en los alumnos que han sido enseñados con esta metodología.

Creemos que varias pueden ser las razones que justifiquen este efecto. Mientras algunas destrezas de pensamiento se presentan más complejas para los alumnos y necesitan de más tiempo de práctica para alcanzar su dominio, otras parecen ser más asequibles para los estudiantes. Este es el caso de las destrezas enseñadas a los alumnos por el profesor en el período en el que se llevó a cabo nuestro estudio.

A pesar de que el período de tiempo de aprendizaje y práctica de destrezas de pensamiento fue corto, todo parece indicar que el tiempo que los alumnos estuvieron expuestos a la práctica de destrezas de pensamiento de análisis de la información y el elaboración de conclusiones (*comparar y contrastar y determinar la relación partes-todo*); destrezas de pensamiento crítico que conllevan a la búsqueda y evaluación de evidencias (*explicación de causas y predicción y toma de decisiones*), fue suficiente para que los alumnos adquirieran habilidades de pensamiento básicas que les ayudó a comprender mejor los contenidos adquiridos para luego poder aplicarlos de forma competente en situaciones nuevas: mostrando más habilidad que los alumnos del grupo control en la forma de describir, explicar fenómenos naturales y de su entorno y en el uso de la información y evidencias científicas para justificar sus conclusiones.

El uso de mapas de estrategia de pensamiento y organizadores gráficos pudo haber contribuido al desarrollo de las habilidades mostradas por los alumnos del GEXP1. Coincidimos con Tishman, Perkins y Jay (1995) en que el uso de estrategias de pensamiento contribuye a que los alumnos aprendan a planificar como buscar y organizar la información y sus ideas. Para estos autores, dar la oportunidad a los alumnos de que se involucren en la construcción y puesta en práctica de este tipo de estrategias, fomenta en ellos la autonomía en el aprendizaje, el espíritu de pensamiento independiente y la indagación creativa en diversas áreas del conocimiento. Por otra parte, Hyerle (2001) plantea que el uso de herramientas visuales (como los organizadores gráficos) son una de las herramientas más efectivas en la enseñanza del contenido, para llevar a los alumnos de una forma de organización básica de la información, a otra más elaborada en la que sigan patrones y sistemas. Al mismo tiempo, los organizadores gráficos permiten a los estudiantes a visualizar los pasos seguidos en el proceso de pensamiento de forma más explícita, permitiéndoles más tiempo para reflexionar y entender lo que están haciendo.

Igualmente, consideramos que el uso sistemático de preguntas abiertas y mayor complejidad por parte del profesor, así como el trabajo de pensamien-

to colaborativo contribuyó, no sólo a aumentar el espíritu indagador de los estudiantes y a mejorar su actitud e interés ante la ciencia y su aprendizaje, de los conocimientos científicos, sino también a ganar protagonismo en la construcción de su propio aprendizaje. Muchos investigadores, entre ellos Costa (2001), coinciden en que cuando el profesor promueve la indagación en el aula ya sea para aumentar el nivel de incertidumbre o discrepancia de los alumnos mientras tratan de entender lo que están aprendiendo, el interés y compromiso de los estudiantes en el aprendizaje aumenta considerablemente. Por otro lado, las estrategias de enseñanza que promueven el aprendizaje, colaborativo contribuyen a que sea realice un aprendizaje mucho más rico dadas las influencias del individuo en el grupo y a su vez las del grupo en las ideas individuales.

Pregunta de investigación 2: Para responder a la segunda pregunta de nuestra investigación realizamos una comparación cuantitativa de los resultados obtenidos en el post test por los alumnos del grupo experimental GEXP1, quienes habían estado expuestos a la metodología TBL por un período de tiempo de ocho meses en el curso escolar 2012-13, con los resultados obtenidos por los alumnos del grupo experimental GEXP 2, que fueron enseñados con esta metodología durante el curso 2012-13 (en su primer año de ESO) y por ocho meses antes de la aplicación del post test durante el curso escolar 2013-14 (en su segundo año de ESO).

El análisis estadístico de esta comparación desveló que existían diferencias significativas entre los resultados generales obtenidos por ambos grupos, siendo significativamente mayor la media obtenida por el GEXP1, es decir el grupo que había estado expuesto a la metodología TBL por un menor período de tiempo. Estos resultados, nos llevaron de forma inmediata a responder a una tercera pregunta de investigación:

Pregunta de investigación 3. Esta pregunta nos llevó a comparar los resultados obtenidos en el post test por los alumnos del GEXP2 y del GC.

De la comparación de las medias de los resultados obtenidos en el post test por los alumnos del GEXP2 y el GC se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, siendo significativamente mayor, la media de los resultados obtenidos por el grupo experimental GEXP2.

El hecho de que el grupo GEXP 2 hubiera obtenido resultados significativamente mayores que el GC, sustenta los hallazgos anteriores donde se concluyó que la enseñanza de destrezas de pensamiento está asociada de manera positiva al uso competente de los conocimientos científico en situaciones nuevas, esto es, el desarrollo de capacidades de la competencia científica.

Ahora bien, “la variable tiempo de exposición a la metodología” no parecía haber tenido un efecto positivo en para que los alumnos obtuvieran mejores resultados en una prueba que medía capacidades de la competencia científica.

La posible razón para justificar estos resultados la encontramos en lo que consideramos una de las limitaciones de nuestro estudio (1) asumir que el profesor de la asignatura tendría más dominio de la metodología en su segundo año de la puesta en práctica de la misma y, aparte, (2) haber contado como efectiva la puesta en práctica de la metodología por parte de la profesora que enseñó a estos alumnos en su primer curso de ESO en la asignatura de Ciencias naturales. Por tanto, con respecto a este objetivo podemos decir que:

- No fue posible determinar el efecto del tiempo de exposición a la metodología TBL en el desarrollo de capacidades de la competencia científica en alumnos que fueron enseñados con esta metodología por un período mayor de tiempo puesto que no fue posible controlar la variable “eficacia de la puesta en práctica de la metodología”, por tanto, no podemos determinar cuál de estas dos variables ha sido la que realmente influyó en la variable dependiente.

Finalmente nos propusimos determinar el efecto de la experiencia del profesor en la aplicación de la metodología TBL tanto en la puesta en práctica de la misma como en la influencia de esta en la variable dependiente.

A través de las observaciones de campo se detectó que el profesor en su primer año de práctica de la metodología, presentaba varias dificultades principalmente en el dominio de las destrezas de pensamiento, la preparación de las clases y el proceso de *infusión*.

Estas dificultades afectaron el proceso de puesta en práctica de la metodología lo que conllevó, por una parte, a que se necesitara más tiempo para la enseñanza de cada destreza de pensamiento llevando a la imposibilidad de dar más prácticas repetidas de las mismas. A su vez esto pudo ser la causa por la que ninguno de los alumnos enseñados con esta metodología lograra resultados considerados “de nivel alto” en la prueba de rendimiento. No obstante, estas carencias fueron mejorando con el tiempo, con la ayuda del *coaching reflexivo* realizado al profesor.

Las dificultades a las que se enfrentó el profesor, encontradas en nuestro estudio, son las mismas reportadas por McGuinness *et al.* (1997). Estos investigadores desarrollaron un proyecto de investigación destinado a conocer el impacto de la infusión de destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares (Swartz y Parks, 1994) en la educación primaria (5° y 6°). En la primera fase del estudio participaron diecisiete profesores de diferentes colegios de Irlanda del Norte que, primeramente, recibieron una formación de 6 meses sobre esta metodología y posteriormente la implementaron en sus aulas.

Los resultados de las entrevistas y seguimiento en clase a estos profesores revelaron que los profesores identificaron beneficios de la metodología en el desarrollo de las habilidades de pensamiento de los alumnos, así como

en su habilidad para reconocer los procesos de pensamiento y para relacionarlos con los contenidos de diferentes materias.

Por otro lado, todos los profesores, a pesar de manifestar su satisfacción con la metodología y con su efecto positivo en su manera de enseñar, identificaron haber encontrado muchas dificultades en el proceso de diseño y planificación de las lecciones de *infusión*, el control del tiempo requerido para la enseñanza de las destrezas dada su inexperiencia y en dar suficiente tiempo a los alumnos para pensar. Por su parte, los investigadores, desde la perspectiva formativa constataron y reportaron la dificultad de los profesores para comprender las destrezas de pensamiento y lograr una *infusión* eficaz en de estas en la enseñanza de los contenidos. Sólo hacia el final del estudio, después de dos años, se reportó una mejora sustancial en la eficacia de la práctica de los profesores.

Kong (2010) reportó que su programa de formación (CIM) en destrezas de pensamiento, utilizando el mismo modelo, para la formación inicial del profesorado NIE en Singapur, resultó efectivo en el desarrollo del pensamiento de los profesores, así como su actitud hacia la enseñanza de pensamiento usando esta metodología. Sin embargo, a través de las sesiones de coaching y la observación de las clases descubrió que los profesores presentaron dificultades muy similares a las reportadas por McGuinness (1997) y encontradas en nuestro estudio.

Todo esto nos lleva a plantear que tanto en nuestro estudio, como en otros similares se ha podido concluir que:

- Para lograr una implantación eficaz de la infusión de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares es necesario, además de una formación adecuada en esta metodología, una práctica sistemática y consciente por parte del profesor de, de al menos, dos años para lograr la experiencia

necesaria en el uso de las técnicas y estrategias necesarias para una implementación correcta.

- El coaching reflexivo resulta de gran ayuda para guiar al profesor en el proceso de implantación de la metodología en el aula después de la formación y para acelerar el proceso de adquisición de experiencia y dominio de la metodología.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

*Para todo el que tenga conciencia de lo que es
mejor, toda labor es difícil.*

PABLO NERUDA

5.1. CONCLUSIONES

Vivimos en una sociedad cada vez más sofisticada, donde el desarrollo tecnológico e informático y la sobreabundante información están rompiendo barreras que hace unos años parecían imposibles derrumbar. En estas circunstancias y para afrontar estos nuevos retos, necesitamos desarrollar nuestra herramienta más preciada: la reflexión.

Creemos que hay pocas dudas sobre la necesidad de la enseñanza del pensamiento. Sin embargo, nuestros programas curriculares y sistemas educativos parecen anclados en una sociedad y circunstancias que no se corresponden con la realidad actual. Es muy discutible, a la luz de las investigaciones actuales, la forma en que la escuela mantiene su razón de ser en una predominante transmisión de conocimientos.

Afortunadamente, hace ya varias décadas organismos internacionales como la OCDE, vienen advirtiendo que es necesario un cambio tanto en la forma de enseñar como en la manera de aprender. De aquí que el Parlamento Europeo instase a los países miembros, en el año 2006, a adoptar un marco de referencia común en sus sistemas educativos que promoviera la adquisición de las competencias clave.

La creciente presencia social de la ciencia y la tecnología exigen un ejercicio responsable de unos conocimientos científicos básicos, por lo que la competencia científica puede ser considerada como una de las competencias claves llamada a ser desarrollada.

Para lograr el desarrollo de una competencia tan compleja como la competencia científica, es evidente la necesidad de desarrollar también la competencia de aprender a pensar, esto es, el desarrollo de destrezas de pensamiento crítico y creativo. Ambas facilitarán a nuestros estudiantes los

medios necesarios para poder seleccionar, entender y usar la información científica de manera competente en diferentes situaciones que requieran, por ejemplo, explicar causas, predecir, tomar decisiones o resolver problemas; en definitiva, actuar con autonomía, de manera reflexiva y con flexibilidad ante cualquier situación o asunto que les afecte, en especial en lo concerniente a temas de carácter socio científico.

5.1.1. Cumplimiento de los objetivos

A la luz de los resultados obtenidos, podemos concluir que el objetivo principal del estudio ha sido satisfecho, valorándose como positivo el desarrollo de la competencia científica en alumnos del 2º año de enseñanza secundaria obligatoria, a partir de la implementación del modelo de enseñanza basado en la *infusión* de destrezas de pensamiento (Swartz y Parks, 1994), en la enseñanza de contenidos curriculares de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza.

Dando cumplimiento al primer objetivo específico, la investigación nos ha permitido comprobar de manera empírica que los alumnos que aprendieron conocimientos científicos en la clase de Ciencias Naturales a través de la metodología TBL, obtuvieron resultados significativamente mayores, con respecto al grupo de estudiantes que aprendieron de forma más tradicional, en cuanto a su habilidad para:

- Utilizar los conocimientos científicos en situaciones nuevas para describir y explicar fenómenos naturales y de su entorno.
- Predecir resultados de una investigación científica y justificar su predicción utilizando la información científica.
- Interpretar datos científicos provenientes de gráficos para utilizarlos como evidencias para justificar conclusiones.

- Por último, en sus descripciones, explicaciones y justificaciones demostraron mayor habilidad de la comunicación escrita y uso del lenguaje científico.

Igualmente, a través de las estrategias cualitativas utilizadas para la obtención de información se pudo apreciar que la metodología TBL tuvo un efecto positivo en:

- La actitud de los estudiantes hacia la ciencia y el aprendizaje de los conocimientos científicos durante la intervención.
- El desarrollo de su nivel de indagación y relación con el profesor y demás alumnos a través de preguntas.
- La actitud positiva ante el aprendizaje basado en la reflexión, la indagación y la colaboración.

No pudimos dar cumplimiento a nuestro segundo objetivo de investigación ya que fue imposible controlar la eficacia de la puesta en práctica de la metodología en la segunda fase del estudio. Por tanto, y dado que esta variable pudo afectar los resultados obtenidos, no pudimos determinar de forma científica el efecto del tiempo de exposición a la enseñanza a través de esta metodología en la permanencia en el tiempo de las habilidades aprendidas y su efecto en la evolución del desarrollo de la competencia científica.

Finalmente, conseguimos alcanzar nuestro tercer objetivo con éxito y de una manera enriquecedora. A través del trabajo directo con el profesor a través del *coaching* reflexivo y observaciones de campo pudimos constatar lo siguiente:

- La apropiada formación y experiencia del profesor tienen un efecto directo sobre la puesta en práctica eficaz de la metodología, y en consecuencia en el desarrollo por parte de los alumnos de las des-

trezas de pensamiento aprendidas, que luego deberán poner en práctica en el proceso de aprendizaje de los conocimientos.

- El tiempo mínimo para lograr una práctica eficaz de la *infusión* de la enseñanza de destrezas de pensamiento en el aprendizaje del contenido podría ser de, al menos, dos años de práctica sistemática y bien planificada.
- El *coaching* personalizado durante la puesta en práctica en el aula de una metodología de aprendizaje basada en el pensamiento resulta de vital importancia para complementar y afianzar el proceso de formación y la buena práctica.

5.2. IMPLICACIONES EDUCATIVAS

De los resultados obtenidos en esta investigación y su posterior análisis se pueden extraer las siguientes implicaciones de utilidad:

5.2.1. Implicaciones para la práctica en el aula y recomendaciones

- Aprender el contenido de enseñanza mediante la puesta en práctica de diferentes destrezas de pensamiento podría favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos.
- La adquisición de destrezas de pensamiento permite contribuir al desarrollo de capacidades de la competencia científica tales como la aplicación de los conocimientos científicos para describir y explicar fenómenos naturales del entorno, así como la utilización de la información y evidencias científicas para justificar predicciones y conclusiones.

- La creación de un ambiente de pensamiento en clases donde se fomentan la indagación y el pensamiento colaborativo favorece la autonomía de aprendizaje de los alumnos y la actitud ante el aprendizaje.
- Fomentar la disposición a pensar de forma crítica, a cuestionar de manera razonada cualquier situación o información, es requisito indispensable para el desarrollo de las habilidades que debe tener un ciudadano científicamente competente.
- Los docentes debemos reconocer la necesidad de dar la oportunidad a los alumnos de ser protagonistas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, esto es dar la oportunidad a los estudiantes a reflexionar más que seguir con la mera transmisión de contenidos en el aula.
- Para enseñar aspectos relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad es conveniente utilizar actividades que impliquen el desarrollo de destrezas de pensamiento, la indagación, la investigación, y el contacto directo con situaciones reales donde los alumnos tengan que poner en práctica sus conocimientos científicos. En conclusión, la enseñanza de las ciencias debería utilizar unidades didácticas que consiguiesen integrar contextualización, modelización e indagación como una estrategia adecuada para el aprendizaje de la competencia científica (Couso, 2011).
- La evaluación del aprendizaje debe utilizar instrumentos y actividades consecuentes con la nueva metodología utilizada para la enseñanza y e ir más encaminada a valorar la adquisición de habilidades y competencia adquiridas, que a un cúmulo inerte de información memorizada.
- El desarrollo de un pensamiento eficaz afecta no solo la vida estudiantil de nuestros niños y jóvenes sino también sus vidas fuera de la escuela: tratar de estar bien informados, indagar, ser curiosos,

ser críticos y flexibles a la hora de afrontar situaciones nuevas, tomar decisiones, resolver problemas, ser conscientes de sus propios juicios, etc.

- Para lograr que los alumnos transfieran las destrezas de pensamiento al aprendizaje de una asignatura específica el método es recomendable el uso del modelo de infusión.

5.2.2. Implicaciones para la formación del profesorado

Esta investigación tiene igualmente implicaciones directas para la formación del profesorado:

- Consideramos que una de las implicaciones más importante de este estudio es reconocer la necesidad de formación explícita e intensiva del profesorado en la infusión de la enseñanza de destrezas de pensamiento en la enseñanza de los contenidos curriculares.
- Se ha evidenciado en nuestro estudio, y en otros similares, que resulta difícil para los profesores que han aprendido de una forma tradicional, y, por tanto, han enseñado de esta forma por mucho tiempo, cambiar su forma de enseñanza por una metodología más activa. Por tanto, creemos que la enseñanza de pensamiento debería ser parte de todos los programas de formación inicial de los profesores de Educación Secundaria.
- Las instituciones escolares deben garantizar que la formación permanente de metodologías que implican la enseñanza de pensamiento sea una formación de calidad desarrolladas por expertos en el tema.
- El *coaching* individualizado y sistemático a los profesores debería constar como parte fundamental de dicha formación.

- Igualmente, las instituciones escolares deberían garantizar la motivación, coordinación y supervisión de la puesta en práctica consciente y constante de la metodología por parte el profesorado para garantizar la eficacia de su implantación.

5.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Llegada su fase concluyente, este estudio requiere presentar las limitaciones que consideramos lleva implícitas.

- En primer lugar, una de las limitaciones de este estudio es la carencia de trabajos de referencia realizados en la misma línea, esto es, específicamente en el estudio del efecto de la metodología TBL en el desarrollo de la competencia científica. Por tanto, no se ha podido contar con un importante desarrollo de este tema para poder contrastar nuestras ideas.
- En segundo lugar, los resultados de este estudio pertenecen a una población estudiantil específica. Esto, unido al tamaño de la muestra y al hecho de se utilizó un diseño cuasi-experimental donde no se pudo trabajar con una muestra escogida al azar afecta la posibilidad de generalización de los mismos. No obstante, dado que es el primer estudio realizado sobre el efecto de la enseñanza de las ciencias usando la metodología de aprendizaje basado en el pensamiento (TBL), los resultados obtenidos y sus implicaciones deberían considerarse para la reflexión sobre la mejora de la enseñanza de las ciencias en su búsqueda por desarrollar la competencia científica de los alumnos de la enseñanza secundaria.
- La tercera limitación de esta investigación la constituye el hecho de que el profesor participante en el estudio carecía de experiencia

práctica en la implantación de la metodología TBL. Esto trajo como consecuencia que el tiempo de intervención no fuera suficiente para garantizar repetidas prácticas de las diferentes destrezas de pensamiento enseñadas y con ello obtener una visión más profunda de su efecto en el desarrollo de la competencia científica de los estudiantes que aprendieron con esta metodología. Sin embargo, por otro lado, esta limitación no ayudó conocer y reflexionar sobre las dificultades observadas y sobre las necesidades de formación y *coaching* aparejadas a las mismas.

- Por último, otra limitación que afectó directamente el cumplimiento de uno de nuestros objetivos de investigación fue el hecho de no haber podido controlar la variable de la eficacia de la puesta en práctica de la metodología en la enseñanza de los alumnos del GEXP2. Esto trajo como consecuencia que no pudiéramos determinar con certeza el efecto del tiempo de exposición a la metodología en el desarrollo de la competencia científica.

5.4. FUTUROS ESTUDIOS SUGERIDOS DESDE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación muestra resultados significativos referidos al efecto de la infusión de la enseñanza de destrezas en el desarrollo de capacidades de la competencia científica en estudiantes de 2º curso de educación secundaria. Estos resultados deberían ser la base para, a partir de ellos, seguir investigando y ahondando en la temática.

A continuación, sugerimos algunas propuestas de nuevos trabajos de investigación.

- Realizar un estudio controlado para determinar la persistencia en el tiempo de las destrezas y capacidades desarrolladas.

-
- Resultaría importante realizar una réplica de este estudio en materias específicas de las ciencias experimentales como Biología, y Física y Química.
 - Convendría asimismo estudiar el efecto de esta metodología en desarrollo de la competencia científica en alumnos de la enseñanza primaria.
 - Dado que se ha demostrado en otras investigaciones que la enseñanza de destrezas de pensamiento utilizando el modelo de infusión está asociado con el aprendizaje, se debería estudiar su efecto en el aprendizaje de otros contenidos desde diferentes asignaturas, así como en el desarrollo de otras competencias como la lingüística, matemática, etc.
 - Finalmente se propone investigar sobre como abordan los programas universitarios de las escuelas de educación el rol de la enseñanza de pensamiento en la formación inicial del profesorado y contribuir a la inclusión de este tipo de metodología en los mencionados programas.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Albertos, D. (2015). *Diseño, Aplicación y Evaluación de un programa educativo basado en la competencia científica para el desarrollo del pensamiento crítico en alumnos de educación secundaria*. Tesis Doctoral. UAM. Madrid, España.
- Baron, B., y Sternberg, J. (Eds.) (1987). *Teaching thinking skills: theory and practice*. Nueva York: W. H. Freeman
- Beyer, B. (2001). Teaching Thinking Skills- Defining the problem. En A. L., Costa. (Ed.). *Developing Minds. A resource book for Teaching Thinking* (3ª ed.) (pp 35-40). Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bisquerra, R. (Coord). (2009). *Metodología de la investigación educativa*. (2ª Ed). Madrid: Muralla.
- Bloom, B.S., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., y Krathwohl, D.R. (Eds). (1956). *Taxonomy of educational objective: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. Nueva York: David McKay.
- Bonoma, T. (1985). Case research in Marketing: Opportunities, Problems and a process. *Journal of Marketing Research*, 2 (2),199-208.

-
- Brookhart, S. (2010). *How to assess higher order thinking skills in your classroom*. Alexandria, VA: (ASCD) Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bunge, M. (1979). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Cabrera, C. C. (2013). *Actividades de Geometría con Destrezas de Pensamiento en Alumnos de Primer Año Medio*. Memoria para optar al título de Profesor de Matemáticas y Computación. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.
- Cañal, P. (Coord.), Del Carmen, L., García Barros, S., Jiménez-Aleixandre, M.P., Márquez, C., Martínez Losada, C., Pedrinaci, E., Pro, A., Pujol, R., y Sanmartí, N. (2011). *Didáctica de la Biología y la Geología*. Barcelona: Grao.
- Cañal, P. (2012.a). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, 2012 (78), 5-17.
- Cañal, P. (2012.b). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci (Coord.). *11 Ideas Clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Grao.

-
- Cañas, A., Martín-Díaz, M.J., y Niedo, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*. Madrid: Alianza.
- Carl, S. (2008). *Improving Critical Thinking Skills in History*. Oakland University. ERIC. ED501311.
- Consejo Europeo (2006). Common European Framework of References. Key competences for lifelong learning. *Official Journal for the European Union*. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es>. (Versión castellana: Competencias claves para el aprendizaje permanente. Un Marco de Referencia Europeo). (Consulta: 25 de enero, 2017).
- Costa, A.L. (Ed.) (2001.). *Developing Minds. A resource book for Teaching Thinking* (Revised Edition). Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Costa, A.L. (2008). *The school as a home for the mind: Creating Mindful Curriculum, Instruction, and Dialogue*. (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Corwing Press.
- Costa, A., y Kallick, B. (Eds.) (2009). *Habits of Minds across the curriculum*. Alexandria, Virginia: ASCD.

- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En A. Camaño (Coord.) *Didáctica de la Física y Química*. Barcelona: Grao.
- Crujeiras, B., y Jiménez -Aleixandre, P. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria: respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 12 (3), 385-401.
- Denzin, N., y Lincoln, Y. (1995). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Detterman, D.K., y Sternberg, R.J. (Eds). (1993). *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Dewey, J. (1910). Science as Subject- Matter and as Method. *Science, New Series*, 31 (787), 121-127. Disponible en: <http://about.jstor.org/stable/1634781> (Consulta: 15 de diciembre, 2016).
- Dewey, J. (1933). *How We Think*. Nueva York: Prometheus Books.
- Facione, P. (1990). *Critical thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations*. ERIC. No. ED315423.

Fisher, A., y Scriven, M. (1997). *Critical thinking: Its Definition and Assessment*.

University of East Anglia, CA: Edgepress y Centre for Research in
Critical thinking.

Fisher, A. (2006). Thinking Skills. En J. Arthur y T. Cremin (Eds). *Learning to
Teach in Primary school* (pp 374-387). Nueva York: Routledge.

Fisher, A. (2007). *Critical Thinking. An introduction*. Cambridge: University
Press.

Fulla, M.G., y Stiegelbauer, S. (1991). *The New Meaning of Educational
Change*. Nueva York: Teachers College Press.

Galloway, B. (2009). *Thinking and Writing*. Northwest EHSAS Cluster.
Wellington, Nueva Zelanda.

García, S., y Martínez, C. La estrategia de enseñanza por investigación:
Actividades y secuenciación. En P. Cañal (Coord.), Del Carmen, L.,
García, S., Jiménez-Aleixandre, M.P., Márquez, C., Martínez, C.,
Pedrinaci, E., Pro, A., Pujol, R., y Sanmartí, N. (2011). *Didáctica de la
Biología y la Geología* (pp.109-126). Barcelona: Grao.

Generalitat de Catalunya (2004). *Sintesi de resultats de les proves d'avaluació
de les competències bàsiques dels cursos 2003-2004*. Barcelona:
Departament d'Ensenyament.

- Herrán, A. de la (2008.a). Didáctica de la creatividad. En A. de la Herrán y J. Paredes. *Didáctica General: La práctica de la enseñanza en Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Capítulo 8. Madrid: Mc Graw-Hill.*
- Herrán, A. de la (2008.b). Metodología Didáctica en Educación Secundaria: Una Perspectiva desde la Didáctica General. En A. de la Herrán y J. Paredes. *Didáctica General: La práctica de la enseñanza en Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Capítulo 7-III. Madrid: Mc Graw-Hill.*
- Heyrle, D. (2001). Visual Tools for Mapping Minds. En A. L. Costa (Ed.). *Developing Minds. A resource book for Teaching Thinking (3ªed.)* (pp 401-407). Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Higgins, S., Hall, E., Baumfield, V. y Moseley, D. (2005). *A meta-analysis of Impact of the Implementation of Thinking skills Approaches on Pupils.* Research Evidence in Education Library. EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education. Universidad de Newcastle.
- Ibáñez, M.T. (2002). *Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia tecnología-sociedad en el currículo de Biología de educación secundaria.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Facultad de Educación. Madrid, España.

Kong, S.L. (2010). *Critical Thinking for effective Teaching and Learning*.

Singapore: Research Publishing Services.

“*Ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*”. Boletín Oficial del Estado (5 de enero, 2007), No. 5, pp.677-773

“*Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa*”. Boletín del estado (10 de diciembre, 2013). No. 295, pp 97858-97921.

López Aymes, G. (2012). Pensamiento Crítico en el aula. *Docencia e investigación*. Enero/Diciembre, 2012 (22), 41-60.

Martin, D.S. (1984). *Can teachers become better thinker?* Washington, DC: National Staff Development Council (paper).

Marzano, R. J., Brandt, R. S., Hughes, C. S., Jones, B. F., Presseisen, B. Z., y Suhor, C. (1988). *Dimensions of thinking: A framework for curriculum and instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Mateo, J., y Martínez, F. (2008). *Medición y Evaluación Educativa*. Madrid: La Muralla, S.A.

McGuinness, C., Curry, C., Greer, B., Daly, P. Y Salters, M. (1997). *Final report of the ACTS Project: Phase 2*. Belfast: Northern Ireland CCEA. (paper).

McGuinness, C. (2005). Teaching thinking: Theory and practice. *Pedagogy-Learning for teaching*, BJEP Monograph Series II, (3),107-126.

McMillan, J., H. Y Shumacher, S. (2010). *Investigación educativa* (5ta Edición). Madrid: Pearson Educación.

Mendoza, P. L. (2015). *La investigación y el desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes universitarios*. Informe de investigación para optar del grado de Doctor. Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Educación. Málaga, España.

Monereo, C. (Coord.) (2005). *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, y a aprender*. Barcelona. Grao.

Nickerson, R.S. (1994). The teaching of thinking and problem solving. En R.J. Sternberg (Ed.). *Thinking and problema solving*. (pp-409-449). Nueva York: Academic Press.

Nieda, J., Cañas, A. y Martí-Díaz, M.J. (2014). *Actividades para evaluar Ciencias en Secundaria*. Madrid: A. Machado Libros, S.A.

Norris, S. P., y Ennis, R.H. (1989). *Evaluating Critical Thinking*. Pacific grove, CA: Critical Thinking Press and Software.

OCDE (2002): *Definition and Selection of Competencies (DeSeCo)*. Disponible en: www.oecd.org/dataoecd/88/22/41529556.pdf. (Consulta: 25 de enero, 2016).

Paul, R. (1993). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.

Paul, R. y Elder, L. (2005). Estándares de competencia para el Pensamiento Crítico. *Fundación para el Pensamiento Crítico*. Disponible en: www.criticalthinking.org (Consulta: 3 de enero, 2017).

Pedrinaci, E. (coord.), Caamaño, A., Cañal, P., y Pro, A. (2012): *11 Ideas Clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Grao.

Pérez Serrano, G. (1994). *Investigación Cualitativa. Retos e Interrogantes. Técnicas y Análisis de Datos*. Madrid: Muralla.

Perkins, D.N. (1986). Thinking frames. *Educational Leadership*, 43, 4-10.

Perkins, D., y Solomon, G. (2001). Teaching for transfer. En Costa, A. (Coord.) (2001). *Developing Minds. A Resource Book for Teaching Thinking* (3ª

ed.) (pp.370-377). Alexandria.VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Perkins, D., y Swartz, R. J. (1989). The Nine Points about Teaching Thinking. En A. Costa, J. Bellanca y R. Fogarty (Eds.): *If Minds Matter*. Palatine, IL: Skylights.

(2007): PISA 2006. *Programa para la evaluación internacional de los alumnos de la OCDE*. Informe Español. Madrid: MEC. Disponible en www.institutodeevaluacion.mec.es. (Consulta: julio, 2012).

(2010): PISA 2006. *Pruebas liberadas*. Instituto de Investigación. Madrid: MEC. Disponible en <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/ciencias-en-pisa-para-web.pdf> (Consulta: julio, 2012).

Poglinco, S.M., y Bach, A. J. (2004). The heart of the Matter: Coaching as a Vehicle for Professional Development. *Phi Delta Kappa*, Enero, 398-400.

Presseisen, B. (2001). Thinking skills: Meanings and Models Revisited. En Costa, A.L. (Ed.). *Developing Minds. A resource book for Teaching Thinking* (3ª ed.) (pp. 47-53), Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Reed, J. (1998). *Effect of a Model for Critical Thinking on Student Achievement in Primary Source Document Analysis and Interpretation, Argumentative Reasoning, Critical Thinking Dispositions and History Content in a Community College History Course*. PhD Dissertation. College of Education. University of South Florida. Florida, USA.

Rocard, M., y otros. (2007): *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas. (Trad. Castellano: *Esperanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa*). *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2008, (55),104-120.

Ruggiero, V.R. (1988). *Teaching Thinking Across the Curriculum*. Nueva York: Harper & Row Publisher.

Ruiz Bolívar, C. (2008). El enfoque Multimétodo en la Investigación Social y Educativa: Una Mirada desde el Paradigma de la Complejidad. *Revista de Filosofía y Sociopolítica de la Educación*,4,13-28.

Ruiz Olabuénaga, J. I. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Saiz, C. (2002). Enseñar o Aprender a Pensar. *Escritos de Psicología*, 6, 53-72.

Showers, B., y Joyce, B. (1996). The Evolution of Peer Coaching. *Educational Leaders*, 53 (6), 12-16.

-
- Stanlan, S. (2006). *The effect of Richard Paul's Universal Elements and Standard for Reasoning on Twelfth Grade Composition*. MA Thesis. San Diego, CA: Alliant International University.
- Sternberg, R, J., y Spear-Swerling, L. (1996). *Enseñar a pensar*. Madrid: Aula XXI. Santillana.
- Sternberg, R, J. (2006). The nature of creativity. *Creativity Research Journal*, 18 (1), 87-98.
- Swartz, R. J., y Perkins, D.N. (1989). *Teaching Thinking: Issues and Approaches*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications.
- Swartz, R.J. y Parks, S. (1994). *Infusing the Teaching of Critical and Creative thinking into Content Instruction: A lesson design handbook for the elementary grades*. California: Critical Thinking Books & Software.
- Swartz, R.J., Fisher, S.D. y Parks, S. (1998). *Infusing the Teaching of Critical and Creative thinking into Secondary Science: A lesson design handbook*. California: Critical Thinking Books & Software.
- Swartz, R.J., y Fisher, S.D. (2001). Teaching Thinking in Science. En Costa, A. (Coord.) (2001). *Developing Minds. A Resource Book for Teaching Thinking*. (3ª ed.) (pp.303-309) Alexandria.VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

-
- Swartz, R.J., Costa, A., Beyer, B.K., Reagan, R., y Kallick, B. (2008). *Thinking-Based Learning. Promoting Quality Student Achievement in the 21st Century*. Nueva York and London: Teachers College Press. (Versión castellana: *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Madrid: Ediciones SM).
- Swartz, R., y McGuinness, C. (2014a). *Developing and Assessing Thinking Skills: The International Baccalaureate Project. Final Report Part 1: Literature Review and Evaluation Framework*. The Hague: International Baccalaureate Organisation.
- Tashakkori, A., y Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Londres: Sage.
- Tishman, S., Perkins, D. N., y Jay, E. (1995). *The Thinking Classroom: Learning and teaching in a culture of thinking*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Tobin, K. (1980). The Effect on an Extended Teacher Wait-Time on Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 17 (5), 469-475.
- Underbakke, M., Borg, J. M., y Peterson, D. (1993). Researching and developing the knowledge base for teaching higher order thinking. *Theory into practice*, 32 (3), 138-146.

UNESCO-ICSU (1999). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico.

Disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm.

(Consulta: 10 de marzo 2017).

Yus, R., Fernández, M., Gallardo, M., Barquín, j., Sepúlveda M. P., y Serván, M. J.

(2013) La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360. (en línea):

http://revistaeducacion.mec.es/doi/360_127.pdf. (Consulta: 10 de marzo 2017).

Zabala, A., y Arnau, L. (2014). *11 ideas claves: Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Grao.

ANEXOS

ANEXO 1

Contenidos de los talleres de formación TBL del Center for Teaching Thinking (CTT)

La fase 1 del Programa de formación TBL de CTT se distribuye en 3 talleres secuenciados ofrecidos a lo largo de un curso escolar, siendo cada taller seguido de un coaching realizado por formadores TBL certificados mientras los profesores ponen en práctica sus propias lecciones TBL con las destrezas que han aprendido a enseñar en cada taller.

CONTENIDO DE LOS TALLERES

TALLER 1

Destrezas a desarrollar:

- Relación Partes/Todo
- Comparar y Contrastar
- Toma de Decisiones con destreza
- Resolución de Problemas con destreza

TALLER 2

Destrezas a desarrollar:

- Predicción
- Explicación causal
- Generación de Ideas Creativas
- Creación de Metáforas

TALLER 3

Destrezas a desarrollar:

- Fiabilidad de las Fuentes de Información
- Secuenciación/Ranking
- Clasificación Ascendente
- Clasificación Descendente

Durante los tres talleres también se trabajarán los siguientes temas:

- *Infusión* de la enseñanza de las Destrezas de Pensamiento en los contenidos curriculares.
- Técnicas de enseñanza a utilizar en una lección TBL: Mapas de Pensamiento, Organizadores Gráficos, aprendizaje centrado en el alumno.
- Enseñar a los alumnos a reflexionar sobre su pensamiento (*Metacognición*).
- Cómo traducir el Pensamiento Eficaz en Escritura Eficaz.
- Enseñanza del Pensamiento Crítico y desarrollo de hábitos y disposiciones de la “mente crítica”.
- Enseñanza del Pensamiento Creativo y desarrollo de hábitos y disposiciones de la “mente creativa”.
- Desarrollo de Unidades Didácticas donde se integran las Destrezas de Pensamiento.
- Formas de desarrollar una Cultura de Pensamiento en las aulas.

ANEXO 2

Ejemplos de Mapas de pensamiento utilizados en la enseñanza de las destrezas de pensamiento

DETERMINAR LA RELACIÓN DE LAS PARTES Y EL TODO CON DESTREZA

1. ¿Qué cosas más pequeñas forman el “todo”?
2. Para cada parte, ¿qué pasaría si faltara?
3. ¿Cuál es la función de cada parte?
4. ¿Cómo funcionan juntas las partes para hacer del “todo” lo que es o hacer lo que hace?

© Center for Teaching Thinking

COMPARAR Y CONTRASTAR

1. ¿En qué son similares?
2. ¿En qué son diferentes?
3. ¿Qué semejanzas y diferencias son importantes?
4. ¿Qué grandes ideas vienen a nuestra mente por las semejanzas y diferencias significativas?
5. ¿Qué conclusión se desprende de las semejanzas y diferencias?

© Center for Teaching Thinking

PREDICCIÓN CON DESTREZA

1. ¿Qué podría ocurrir?
2. ¿Qué información buscarías para decidir si esta predicción es probable?
3. ¿Qué evidencias has encontrado?
4. Según las evidencias encontradas, ¿la predicción es probable, improbable o dudosa?

© Center for Teaching Thinking

TOMA DE DECISIONES CON DESTREZA

1. ¿Qué hace necesaria la decisión?
2. ¿Cuáles son mis opciones?
3. ¿Cuáles son las consecuencias probables de cada opción?
4. ¿Qué importancia tienen las consecuencias?
5. ¿Qué opción es la mejor a la luz de las consecuencias?

© Center for Teaching Thinking

ANEXO 3

Estrategias de enseñanza presentes en las lecciones de infusión

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA ENSEÑAR A PENSAR DIRECTAMENTE (PRESENTES EN TODAS LAS LECCIONES DE INFUSIÓN)

- Uso de mapas de pensamiento.
- Uso de organizadores gráficos especializados para guiar el pensamiento.
- Uso de preguntas abiertas para hacer visible el pensamiento.
- Uso del lenguaje de pensamiento

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA FOMENTAR EL PENSAMIENTO EFICAZ COMO UN ESFUERZO SOCIAL (PRESENTES EN TODAS LAS LECCIONES DE INFUSIÓN)

- Uso de conocimientos y experiencias previas.
- Compromiso colaborativo con las tareas de pensamiento.
- Estrategias de aprendizaje cooperativo.
- Pensar/Juntarse/Compartir.
- Grupos heterogéneos, grupos pequeños y discusión de clase.

COMPORTAMIENTOS DE PROFESORES QUE FOMENTAN EL PENSAMIENTO EFICAZ Y LAS DISPOSICIONES DE PENSAMIENTO (PRESENTES EN TODAS LAS LECCIONES DE INFUSIÓN)

- Dar tiempo para pensar.
- Promover la reflexión y la reconsideración.
- Emplear un lenguaje preciso y promover su uso en las respuestas de los alumnos.
- Formular preguntas aclaratorias a los alumnos sobre sus respuestas.
- Pedir razones a los alumnos para justificar sus opiniones.

ANEXO 4

Etapas y preguntas metacognitivas utilizadas en las lecciones de infusión

ETAPAS METACOGNITIVAS Y PREGUNTAS METACOGNITIVAS

DESCRIBE QUÉ TIPO DE PENSAMIENTO HAS HECHO

- ¿Qué tipo de pensamiento has hecho en esta lección?
- ¿Cómo llamas al tipo de pensamiento que has hecho en esta lección?

DESCRIBE CÓMO HAS HECHO TU PENSAMIENTO

- ¿Cómo has realizado este pensamiento?
- ¿Qué pasos seguiste al hacer este tipo de pensamiento en la lección?
- ¿Qué preguntas hiciste al hacer este tipo de pensamiento en la lección?
- ¿Qué estrategia has usado para hacer este tipo de pensamiento en la lección?
- ¿En qué centraste tu atención primero al hacer este tipo de pensamiento en la lección? ¿En qué te centraste a continuación?

EVALÚA DE TU PENSAMIENTO

- ¿Es esta una buena manera de llevar a cabo este tipo de pensamiento?
- ¿En qué situaciones funcionaría mejor que en otras hacer este tipo de pensamiento?
- ¿Cómo se compara esta forma de pensar con la que forma en que habitualmente haces este tipo de pensamiento? ¿Cuál prefieres? ¿Por qué?
- ¿Cómo aconsejarías a alguien hacer este tipo de pensamiento?
- ¿Ha habido algo que fuera difícil de hacer en el tipo de pensamiento que has hecho en esta lección? ¿Cómo lo podrías hacer más fácil?
- ¿Cómo mejorarías la manera en la que has hecho este tipo de pensamiento?
- ¿A qué es importante prestar atención según haces este tipo de pensamiento?

PLANIFICA TU PENSAMIENTO

- ¿En qué situaciones funcionaría mejor que en otras hacer este tipo de pensamiento?
- ¿Cómo harías este tipo de pensamiento la próxima vez que tengas ocasión de hacerlo?

ANEXO 5

Instrumento de evaluación inicial (Pre Test)

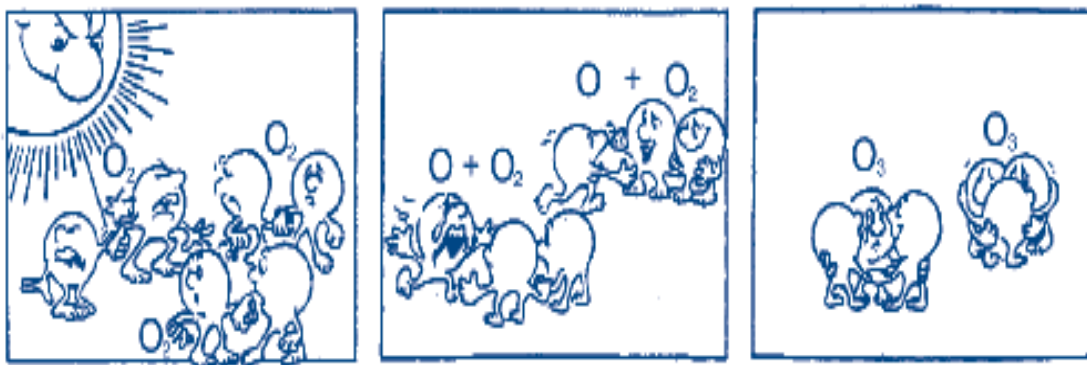
Actividad 1- El Ozono

Lee el siguiente fragmento de un artículo sobre la capa de **ozono**:

El ozono es una sustancia simple (constituida por oxígeno) que se representa por la fórmula O_3 . Este gas, de color azul pálido y de olor fuerte parecido al marisco, se origina cuando el oxígeno del aire se ve sometido a la acción de las radiaciones ultravioletas del sol o cuando se produce una fuerte descarga eléctrica en el transcurso de una tormenta.

La cantidad de ozono que hay en la atmósfera terrestre es muy pequeña (menos de diez moléculas por cada millón de moléculas de aire). Sin embargo, durante miles de millones de años, su presencia en la atmósfera ha jugado un papel esencial en la protección de la vida sobre la tierra.

El texto anterior no dice claramente cómo se forma el ozono en la atmósfera. La siguiente tira cómica trata de describir el proceso químico a través del cual se forma el ozono en la atmósfera.



Ítem 1.

Observa detenidamente las imágenes de la tira y describe lo que su autor trata decirnos con los dibujos acerca de cómo se forma el ozono.

Nota: En tu descripción debes usar el vocabulario científico adecuado (ej.: átomos, moléculas, enlaces, etc.) que nos permita entender el proceso de formación del ozono correctamente.

Actividad 2 - El Pan

Un panadero hace el pan mezclando harina, agua, sal y levadura. Una vez mezclado todo, coloca la mezcla homogénea en un recipiente durante varias horas para que se produzca el proceso de fermentación. La fermentación hace que la mezcla se hinche.

Ítem 2

Explica por qué el proceso de fermentación hace que la mezcla se hinche.

Nota: En tu explicación debes hacer uso del vocabulario científico relacionado con el proceso de fermentación.

Actividad 3 - El Acuario

Juan es aficionado a los peces, pero no tiene tiempo de mantener un acuario muy grande, así que ha decidido tener un acuario pequeño con un solo tipo de pez: el espinoso.

El espinoso es un pez fácil de mantener, así que Juan compró un ejemplar de espinoso macho y un ejemplar de espinoso hembra. En la tienda donde compró los peces le dijeron lo siguiente acerca de esta especie:

- *Durante la época de reproducción, el vientre del espinoso macho cambia de color plateado a color rojo.*
- *El espinoso macho atacará a cualquier macho rival que invada su territorio, especialmente en la época de reproducción y lo intentará ahuyentar.*
- *Si se aproxima una hembra de color plateado, intentará guiarla hasta su nido para que ponga allí sus huevos.*

Juan ha decidido investigar qué provoca la aparición de un comportamiento agresivo en el espinoso macho a través del experimento siguiente:

- *En su acuario tiene solamente un pez macho.*
- *Hizo tres modelos de cera unidos a trozos de alambre.*
- *Cuelga los modelos dentro del acuario, por separado, durante el mismo tiempo.*
- *Los modelos de cera son del mismo tamaño y con las mismas características externas, pero se diferencian en el color: el pez modelo 1 es de color plateado, el modelo 2 es de color rojo pálido y el modelo 3 es de color rojo oscuro.*

- *Cuando los modelos están dentro, Juan observa la reacción de su pez espinoso hacia las figuras de cera que introduce en el acuario.*
- *Cuenta el número de veces que su pez espinoso macho ataca a cada figura de cera, empujándola de forma agresiva.*

Ítem 3

3.1. Identifica las variables que ha tenido en cuenta Juan en su experimento (variable independiente, variable dependiente).

3.2. Justifica tu identificación en cada caso.

Ítem 4

Según la información que tienes sobre el pez espinoso y el experimento que llevó a cabo Juan:

4.1. **Escribe una hipótesis** acerca de los resultados que crees que Juan obtendrá, es decir, ¿a qué figura de cera crees que el espinoso atacará más veces y con más agresividad?

4.2. Usa la información de la que dispones **para justificar tu hipótesis**.

Actividad 4 - Los Gases de Efecto Invernadero

Ítem 5

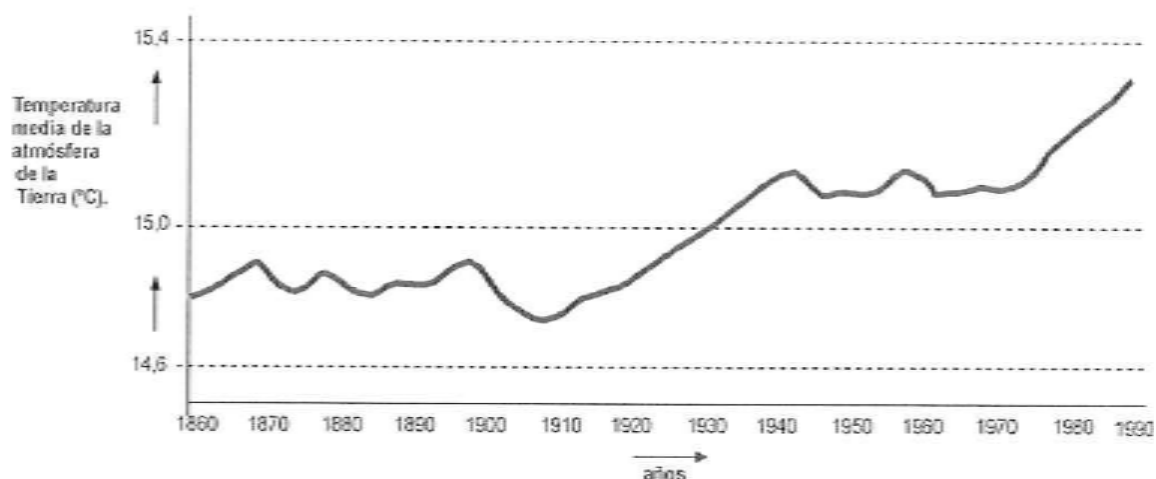
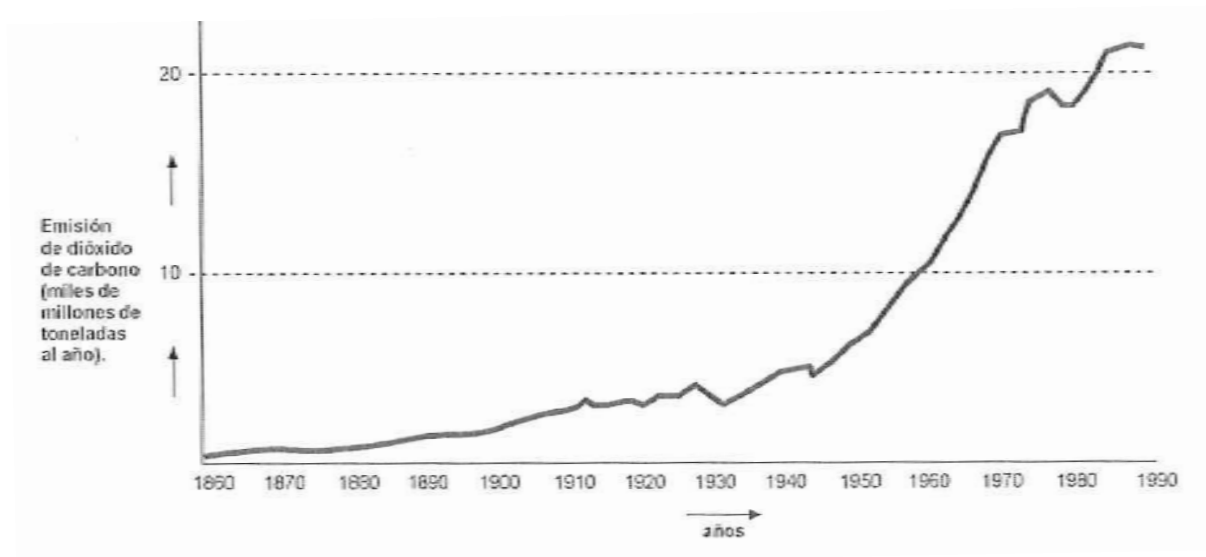
Lee el siguiente fragmento de un artículo de periódico.

La combustión del carbón, de gasolina y del gas natural para la obtención de energía son actividades humanas que han llevado a un aumento de la concentración de partículas y gases de efecto invernadero en la atmósfera. Se dice que el efecto invernadero se ha acentuado en el siglo XX.

Es un hecho que la temperatura media de la atmósfera ha aumentado. En los periódicos y revistas se afirma con frecuencia que la principal causa responsable del aumento de la temperatura en el siglo XX es la emisión de dióxido de carbono proveniente, principalmente de la quema de combustibles fósiles.

Una estudiante llamada María se interesa por la posible relación entre la temperatura media de la atmósfera de la tierra y la emisión de dióxido de carbono en la Tierra.

En una biblioteca encuentra los siguientes gráficos (A y B)



Después de analizar los gráficos, María concluye que el aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra se debe al aumento de la emisión de dióxido de carbono.

5.1. ¿Crees que la conclusión de María debe considerarse definitiva o crees que puede ser una conclusión prematura?

5.2. Encuentra en los gráficos evidencias que te ayuden a justificar tu respuesta a favor o en contra de la conclusión de María.

ANEXO 6

Instrumento de evaluación final (Post Test)

Actividad 1 - Los Cambios de la Materia

Ítem 1

1.1. En los siguientes procesos que se describen, selecciona (**Marca con una X**) en cuál se ha producido un cambio de estado de la materia.

- a. Oxidación de un clavo de hierro que se encuentra a la intemperie
- b. Solidificación del agua en el congelador
- c. La lluvia en primavera

- d. Caída de un cuerpo sólido desde una altura de 10 m

1.2. Describe cómo se produce el cambio de estado que has seleccionado.

Nota: En tu descripción usa tus conocimientos científicos sobre cómo se relacionan los cambios de **energía con los cambios en la materia**.

Actividad 2 - El Aparato de Aire frío.

Ítem 2

María se acaba de mudar a un piso nuevo y quiere instalar un aparato de aire frío en el salón. Le pide a su amigo Juan que lo instale. Pero Juan tiene un problema: no sabe si es mejor instalarlo cerca del suelo o más cerca del techo.

2.1. Aconseja a Juan sobre cuál sería el lugar ideal para instalar el aparato de aire frío.

2.2. Explica por qué crees que la posición que has recomendado es la mejor para enfriar toda la habitación con eficacia.

Actividad 3 - El Experimento

Ítem 3

En la figura se representa el montaje de un experimento. Se cogen 4 barras de igual longitud y grosor, pero de metales diferentes. A cada barra se le pega una bolita cera en un extremo (representada en la figura 1 por un punto negro). Se coloca el otro extremo de cada barra en el interior de un baño de aceite muy caliente, con la finalidad de que se calienten todas a la vez.

Se mide el tiempo que tarda en caer la cera de cada una de las barras y se recogen los datos en la siguiente Figura (Figura 1):

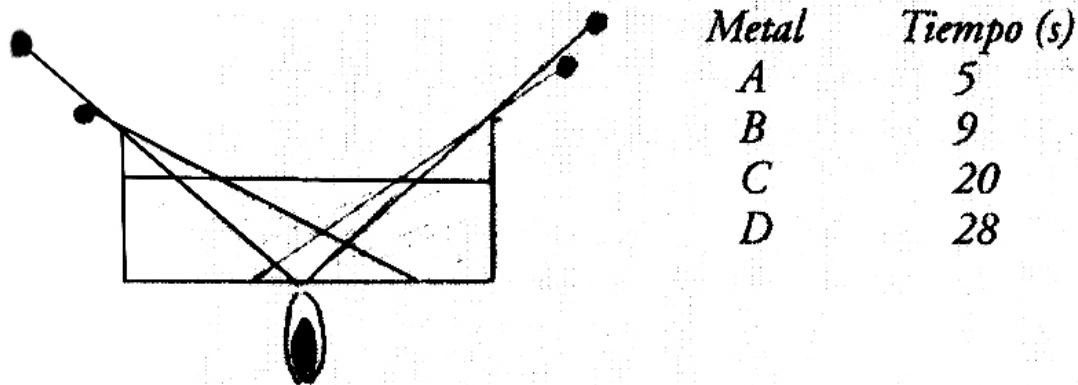


Figura 1. Resultados del experimento

3.1 ¿Qué se pretende investigar con este experimento? Marca con una (X) la respuesta que consideres correcta.

- a) En cuál de los metales se adhiere mejor la cera.
- b) Si todos los metales buenos conductores del calor.
- c) Qué metales son buenos conductores del calor y cuáles peores.
- d) Si la propagación del calor depende de la longitud de la barra.

3.2. Justifica tu elección identificando las variables medidas en el experimento.

Ítem 4

Supón que en el mismo baño de aceite caliente también se introduce una quinta barra de madera con una bolita de cera pegada en un extremo que queda fuera del recipiente (barra E).

4.1 Escribe una hipótesis sobre el tiempo que crees que demorará la bolita de madera en caer con respecto a las otras.

4.2 Explica en qué te has basado para plantear tu hipótesis.

Nota: La barra de madera es de igual longitud y grosor que las barras de metal y se introduce al mismo tiempo que las otras cuatro barras.

Actividad 4 - La Energía Eólica

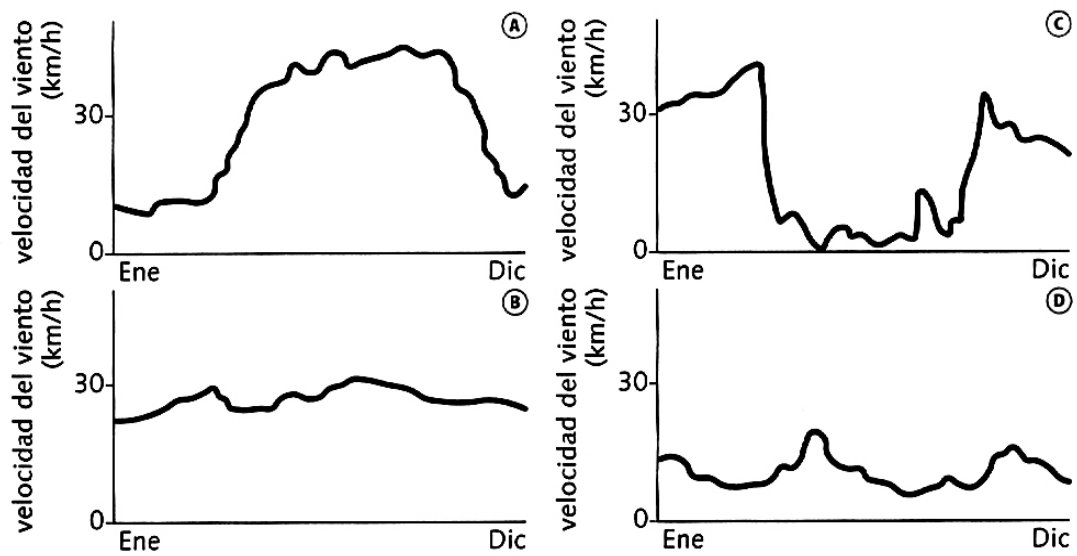
Ítem 5

Juan y María acaban de ver un video en su clase de Ciencias Naturales sobre energías alternativas. Una vez concluido, la profesora comenta con ellos sobre cómo el desarrollo de la ciencia y la tecnología nos ha permitido contar con diferentes tipos de energías renovables que nos que poco a poco podrían sustituir consumo de combustibles fósiles. Por ejemplo, la energía eólica, que es una fuente de energía eléctrica capaz de reemplazar a las centrales térmicas de carbón, gas o petróleo.

La profesora explica que un parque eólico está formado por varios aerogeneradores (“molinos de viento”), con sus enormes aspas que el viento hace girar. En un principio puede parecer que cuanto más fuerte sea, más energía eléctrica genera el viento, sin embargo, no es siempre así. Si el viento sobrepasa cierta velocidad hay que parar el giro de las aspas por motivos de seguridad. Lo que interesa, por lo tanto, es un viento moderado y lo más constante posible.

Se está examinando la ubicación de un campo de aerogeneradores y, para que sea lo más eficaz posible, se ha estudiado la fuerza del viento a lo largo de varios años en cuatro ubicaciones distintas.

Las siguientes gráficas representan la velocidad media en esos cuatro lugares:



5.1. Marca con una (X) cuál, en tu opinión, sería el lugar más apropiado para la instalación del campo eólico.

5.2. Justifica, basándote en la información de la que dispones y en la que te proporcionan los gráficos, **por qué la opción que has escogido es la mejor y por qué las otras no los son.**

ANEXO 7

Rúbricas utilizadas para la corrección de la prueba de evaluación inicial (Pre Test)

1. Detalles de respuestas deseadas para cada ítem Pre Test

Actividad 1 - El Ozono

Ítem 1

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Aplicación de conocimientos científicos para describir, explicar y predecir los fenómenos naturales.

Nivel alto. Puntuación 3:

Respuestas que mencionen los siguientes tres aspectos:

- Primer aspecto: una o algunas moléculas de oxígeno (cada una formada por dos átomos de oxígeno) se dividen en átomos de oxígeno (dibujo 1).
- Segundo aspecto: la división (de las moléculas de oxígeno) tiene lugar bajo la influencia de la luz del Sol (dibujo 1).
- Tercer aspecto: los átomos de oxígeno se combinan con otras moléculas de oxígeno (O₂) para formar moléculas de ozono (O₃), cada una formada por tres átomos de oxígeno (dibujos 2 y 3).

Nivel medio. Puntuación 2:

Respuestas que sólo mencionen correctamente dos de los tres aspectos considerados para obtener la puntuación máxima.

Nivel bajo. Puntuación 1:

Respuestas que sólo mencionen correctamente uno de los tres aspectos considerados para obtener la puntuación máxima.

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuestas que mencionen incorrectamente los tres aspectos.

Actividad 2 - El pan

Ítem 2

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Aplicación de conocimientos científicos para describir, explicar y predecir los fenómenos naturales.

Nivel alto. Puntuación 3:

Respuestas que mencionen los siguientes aspectos:

- Primer aspecto: Durante la fermentación (se produce un cambio químico) la levadura transforma el almidón y los azúcares de la harina en dióxido de carbono y alcohol.
- Segundo aspecto: El dióxido de carbono es un gas que al estar presente en la masa hace que ésta se hinche.

Nivel medio. Puntuación 2:

Respuestas que sólo mencionen uno de los aspectos considerados para obtener la puntuación máxima:

- Durante la fermentación se produce dióxido de carbono y alcohol.
- El dióxido de carbono hace que la masa se hinche.

Nivel bajo. Puntuación 1:

Respuestas que sólo mencionen uno de los tres aspectos considerados para obtener la puntuación máxima.

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuestas que no mencionen ninguno de los aspectos necesarios para explicar el fenómeno.

Actividad 3 - El Acuario

Ítem 3

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Identificación de cuestiones científicas. Identificación de variables medidas o controladas en un experimento.

Nivel alto. Puntuación 3:

Primer aspecto: Identificar las variables medidas:

- Variable independiente-Color de los peces de cera.
- Variable dependiente-Número de veces que el pez espinoso ataca a cada modelo.

Segundo aspecto: Justificación

- La variable independiente es la variable que el investigador cambia para observar el efecto sobre la variable dependiente. En este caso, cambia el color de cada figura de cera.
- Es la variable/o aspecto que depende de la variable independiente. El investigador observa cómo varía la variable dependiente en respuesta a los cambios producidos en la variable independiente. En este caso, el observador mide la cantidad de veces que el espino ataca a cada figura (de diferente color).

Nivel medio. Puntuación 2:

Respuestas que identifiquen correctamente las variables medidas pero su justificación es incompleta.

Nivel bajo. Puntuación 1:

Respuestas que identifiquen correctamente las variables medidas, pero no justifiquen su identificación.

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuestas que no identifiquen las variables correctamente.

Ítem 4

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Identificación de cuestiones científicas. Formulación de hipótesis.

Uso de información relevante para hacer una predicción/justificar la hipótesis formulada.

Nivel alto. Puntuación 3:

- Primer aspecto: Planteamiento de una hipótesis bien formulada.
 - El pez espinoso atacará más veces a la figura de color rojo oscuro, menos a la figura de color rojo pálido, y mucho menos/o ninguna a la figura de color plateado.
- Segundo aspecto: Justificación.
 - El espinoso macho atacará a cualquier macho rival que invada su territorio, especialmente en la época de reproducción y lo intentará ahuyentar. Lo que justifica que el espinoso pueda atacar las tres figuras de cera.
 - Durante la época de reproducción, el vientre del espinoso macho cambia de color plateado a color rojo. Esto justifica que el espinoso “podría atacar más veces a al pez de color rojo intenso” por considerarlo un macho en época de reproducción.

Nivel medio. Puntuación 2:

- Primer aspecto: Planteamiento de la hipótesis.
 - “El pez espinoso atacará más veces a la figura de color rojo oscuro.”
- Segundo aspecto: Justificación.
 - Durante la época de reproducción, el vientre del espinoso macho cambia de color plateado a color rojo. Esto justifica que el espinoso “podría atacar más veces a al pez de color rojo intenso.”

Nivel bajo. Puntuación 1:

Respuestas que sólo mencionen correctamente una de las hipótesis y no mencione la información que la justifique.

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuesta con hipótesis incorrecta.

Actividad 5 - La energía eólicaÍtem 5

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Interpretar pruebas científicas (elaborar y comunicar conclusiones y justificarlas.)
- Procesar la información. Leer e interpretar gráficas, hacer correlaciones y diferenciar entre correlación y causalidad.

Nivel alto. Puntuación 3:

- Primer aspecto: La conclusión no debe considerarse definitiva.
- Segundo aspecto: Uso correcto de las evidencias encontradas en los gráficos para argumentar a favor de la conclusión: se hace referencia a la correlación que se observa entre el aumento (promedio) de la emisión de dióxido de carbono desde 1910 a 1990 y el aumento gradual de la temperatura media de la atmósfera en igual período de tiempo.

Sin embargo,

- Tercer aspecto: Uso correcto y de las evidencias encontradas en los gráficos para argumentar en contra de la conclusión y justificar el por qué no debe considerarse definitiva: se hace referencia a una (o más) de las siguientes evidencias:
 - Durante el periodo 1900–1910 el CO₂ aumentó mientras que la temperatura descendió.

- De 1980 a 1983 el dióxido de carbono disminuyó y la temperatura aumentó.
- La temperatura durante el siglo XIX es muy constante, pero el primer gráfico se mantiene en crecimiento.
- Entre 1950 y 1980 la temperatura no aumentó, pero el CO₂ sí lo hizo.
- Desde 1940 hasta 1975 la temperatura se mantuvo aproximadamente igual a pesar de que la emisión de dióxido de carbono tuvo un incremento brusco.
- En 1940 la temperatura es mucho más alta que en 1920 y tienen similares emisiones de dióxido de carbono.

Nivel medio. Puntuación 2:

- Primer aspecto: La conclusión no debe considerarse definitiva.
- Segundo aspecto: Uso correcto de las evidencias encontradas en los gráficos para argumentar solo a favor o en contra de la conclusión.

Nivel bajo. Puntuación 1:

- Respuestas que mencionen solamente el primer aspecto.
- Hace mención de algunos datos, pero no los relaciona correctamente en pro o en contra de la conclusión.

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuestas incorrectas en todos los aspectos

2. Rúbrica de Evaluación Pre Test

| Capacidad | | Nivel 1 Insuficiente-Bajo 0/1 puntos | Nivel 2 Medio 2 puntos | Nivel 3 Alto 3 puntos |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ítem 1 (3 pts) | Aplicación de conocimientos científicos para describir fenómenos científicos. | No es capaz de describir ningún aspecto del fenómeno representado/ Sólo describe un aspecto que identifica el fenómeno. No utiliza el vocabulario científico | Describe al menos dos aspectos que identifican el fenómeno representado No utiliza correctamente el vocabulario científico. | Describe con detalle las relaciones entre los conceptos que identifican el fenómeno. Menciona los tres aspectos que identifican el proceso Usa el vocabulario científico adecuado de forma coherente durante su descripción. |
| Ítem 2 (3 pts) | Aplicación de conocimientos científicos para explicar fenómenos científicos | No reconoce correctamente el fenómeno y por tanto no es capaz de explicar por qué ocurre. Menciona sólo un aspecto que explica la causa del fenómeno. No utiliza el vocabulario científico | Reconoce correctamente el fenómeno. Menciona dos aspectos que explican la causa del fenómeno. No utiliza correctamente al vocabulario científico. | Interpreta correctamente el fenómeno. En su explicación incluye todos los aspectos que explican la causa del fenómeno. Su explicación es coherente y razonada. Usa el vocabulario científico adecuado. |
| Ítem 3 (3 pts) | Identificación de cuestiones científicas: Identificación de variables. | No identifica correctamente las variables involucradas en un experimento científico dado: VI; VD. Identifica correctamente sólo las variables. No justifica su identificación. | Identifica correctamente las variables involucradas en un experimento científico dado. Su justificación es incompleta. No usa el vocabulario científico adecuado | Identifica correctamente las variables involucradas en un experimento científico dado. Justifica su identificación correctamente en cada caso de forma razonada. Usa el vocabulario científico adecuado |
| Ítem 4 (3 pts) | Identificación de cuestiones científicas: Formulación de hipótesis (predicción) | No es capaz de realizar una predicción/formular una hipótesis de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. Formula una hipótesis, pero no explica en qué se ha basado para formularla. | Realiza una predicción/formula una hipótesis de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. Explica, de forma incompleta/ o poco razonada, en qué se ha basado para formular su hipótesis. No usa el vocabulario científico adecuado | Realiza, correctamente, una predicción/formula una hipótesis de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. Justifica su predicción de forma razonada y utilizando información relevante. Usa el vocabulario científico adecuado |
| Ítem 5 (3 pts) | Interpretar y usar pruebas científicas. Argumentar en pro o en contra de las conclusiones. | Respuesta incorrecta en todos los aspectos. Hace mención de algunos datos, pero no los relaciona correctamente en pro o en contra de la conclusión. | Interpreta parcialmente la información representada en las gráficas. Uso correcto de las evidencias encontradas en los gráficos para argumentar sólo a favor de la conclusión. Ó Uso correcto de las evidencias encontradas en los gráficos para argumentar sólo en contra de la conclusión. | Es capaz de interpretar la información representada en las gráficas. Usa correctamente de evidencias encontradas en los gráficos para argumentar a favor de la conclusión. Usa más de una evidencia encontrada en los gráficos para argumentar en contra de la conclusión |

ANEXO 8

Rúbricas utilizadas para la corrección de la prueba de evaluación inicial (Post Test)

1. Detalles de respuestas deseadas para cada ítem Post Test

Actividad 1 - Los cambios de la materia

La respuesta medirá la siguiente dimensión (capacidad) de la competencia científica:

- Aplicación de conocimientos científicos para describir, explicar y predecir los fenómenos naturales.
- En esta pregunta se mide la capacidad de los alumnos de describir con cierto detalle las relaciones entre algunos conceptos sencillos con algunos comportamientos y propiedades de los sistemas materiales.

Nivel alto. Puntuación 3:

Respuestas que mencionen los siguientes aspectos:

- Primer aspecto: identifica correctamente el proceso donde se produce un cambio de estado de la materia: solidificación del agua en el congelador.
- Segundo aspecto: Descripción del fenómeno:
 - (Como el congelador tiene menor temperatura y el agua mayor temperatura se dice que ambos sistemas se encuentran en desequilibrio térmico.) Para lograr el equilibrio térmico, el agua en estado líquido cede energía (térmica) al sistema disminuyendo su temperatura.
 - La disminución de la energía térmica significa que la energía cinética de las moléculas (movimiento de las moléculas) disminuye. La distancia entre las moléculas disminuye y se solidifica.

Nivel medio. Puntuación 2:

- Identifica correctamente el proceso donde se produce un cambio de estado de la materia: solidificación del agua en el congelador.
- Describe de forma incompleta lo que sucede a nivel molecular para que se produzca el cambio de estado.

Nivel bajo. Puntuación 1:

- Identifica correctamente el proceso donde se produce un cambio de estado de la materia: solidificación del agua en el congelador.
- Menciona en qué consiste este cambio de estado

Insuficiente. Puntuación 0:

- Respuestas que no identifiquen correctamente el primer aspecto.

Actividad 2 - El aparato de aire frío

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica

- Aplicación de conocimientos científicos para describir, explicar y predecir los fenómenos naturales.
- En esta pregunta se mide la capacidad de los alumnos de explicar el funcionamiento de cualquier sistema que esté presente en su entorno interpretando los hechos que ya conoce y llegando a una conclusión según modelos científicos sencillos conocidos.

Nivel alto. Puntuación 3:

Respuestas que mencionen los siguientes tres aspectos:

- Primer aspecto: El alumno debe reconocer que el mejor lugar para instalar el aparato de aire frío es arriba (más cerca del techo).

- Segundo aspecto: El aire que está cerca del aparato de frío (cederá energía térmica y) se enfriará. A medida que el aire se enfría, se pone más denso y migra hacia el suelo. El aire caliente del suelo es menos denso y tiende a subir hacia el techo donde es absorbido por el aparato.
- Tercer aspecto: Este movimiento de ascenso y descenso del aire forma corrientes de convección (que producen la transmisión de energía térmica donde las moléculas que tienen mayor energía o temperatura se la cederán al que tiene menos temperatura), lo que permite lograr el equilibrio térmico de la habitación.

Nivel medio. Puntuación 2:

- Respuestas que mencionen correctamente el aspecto uno
- Explica parcialmente a qué se debe que la habitación pueda enfriarse.
- Se aceptan respuestas que incluyan parcialmente el segundo o el tercer aspecto.

Nivel bajo. Puntuación 1:

Respuestas que sólo mencionen correctamente el aspecto uno

- (posición ideal para ubicar el aparato de aire frío).

Insuficiente. Puntuación 0:

Respuestas que mencionen incorrectamente el aspecto uno.

Actividad 3- El Experimento

Ítem 3

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Identificación de variables/ Habilidad para deducir qué pretende comprobar una determinada experiencia científica que se plantee.

- Igualmente se medirá la capacidad del alumno de leer tablas, diagramas, esquemas, interpretar su contenido y utilizarlo para justificar su identificación.

Nivel alto. Puntuación 3:

- Primer aspecto: Seleccionar correctamente el problema que pretende estudiar la investigación: “Qué metales son buenos conductores del calor y cuáles peores.”
- Segundo aspecto: Justifica su selección utilizando información relevante obtenida de la tabla dada donde se describen los resultados del experimento:
 - VI: diferentes tipos de metales.
 - VI: tiempo que demora en caer cada bolita en los distintos tipos de metales.
- Dado que se usan diferentes tipos de metales (VD), (manteniendo todas las demás características de las barras constantes) y se observa qué tiempo demora en caer la bolita de cera de cada tipo de metal cuando se aplica calor (VI), el problema que se pretende estudiar es “qué metales son buenos conductores del calor y cuáles peores”

Nivel medio. Puntuación 2:

- Selecciona correctamente el problema que pretende estudiar la investigación: “Qué metales son buenos conductores del calor y cuáles peores.”
- Su justificación es parcial: Sólo usa algunos de los datos que se proporcionan en la pregunta para justificar su elección con el problema elegido.
- Usa los datos que se proporcionan en la pregunta, pero no los relaciona con las variables del experimento.

Nivel bajo. Puntuación 1:

- Selecciona correctamente el problema que pretende estudiar la investigación: “Qué metales son buenos conductores del calor y cuáles peores.”
- No justifica su elección.

Insuficiente. Puntuación 0:

- No Selecciona correctamente el problema que pretende estudiar la investigación.

Ítem 4

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Identificación de cuestiones científicas. Formulación de hipótesis.
- Uso de información relevante para hacer una predicción/justificar la hipótesis formulada.

Nivel alto. Puntuación 3:

La pregunta requiere para ser contestada menos de un párrafo donde:

- Primer aspecto: Planteamiento de la hipótesis:
 - La bolita de cera no caerá
 - La bolita de cera es poco probable que caiga
- Segundo aspecto: Explicación

A diferencia de los metales, que son mejores conductores térmicos, la madera no lo es. La madera, por ser un cuerpo poroso y con aire en los poros, es una sustancia que transmite lentamente la energía térmica, por lo que es considerada un aislante térmico.”

Nivel medio. Puntuación 2:

- Primer aspecto: Planteamiento correcto de la hipótesis
- Segundo aspecto: Explicación parcial
 - “La madera no es un buen conductor del calor”
 - La bolita (no caerá) porque la madera no es un buen conductor del calor como lo son los metales”

Nivel bajo. Puntuación 1:

- Sólo planteamiento de la hipótesis

Insuficiente. Puntuación 0:

- Respuesta con hipótesis incorrecta.

Ítem 5

La respuesta medirá la siguiente dimensión (sub-competencia) de la competencia científica:

- Interpretar pruebas científicas (elaborar y comunicar conclusiones y justificarlas)
- Procesar e interpretar información científica. Leer e interpretar gráficas, hacer correlaciones y diferenciar entre correlación y causalidad.

Nivel alto. Puntuación 3:

- Primer aspecto: Selección correcta de la gráfica que indica el lugar apropiado para la instalación de un campo eólico: Gráfica B
- Segundo aspecto: Justificación de la conclusión (lugar ideal para instalar un parque eólico basada en la información que ha interpretado en las gráficas:

El lugar representado en la gráfica B es el apropiado ya que en la gráfica representa que la velocidad del viento en este lugar es

constante y moderada durante todo el año. Si el viento sobrepasa cierta velocidad hay que parar el giro de las aspas de los aerogeneradores por motivos de seguridad. y que lo ideal “por lo tanto es un viento moderado y lo más constante posible”

- Tercer aspecto: Justificación correcta de la No selección de las otras opciones basada en la información que ha interpretado en las gráficas.
 - La gráfica A y C representan lugares donde la velocidad del viento no es constante y es muy alta o muy baja (o ninguna) en algunos meses del año.
 - La gráfica D representa un lugar donde el viento, a pesar de constante todo el año tiene una velocidad muy baja, lo que tampoco sería bueno porque no movería las aspas de los aerogeneradores eficientemente.

Nivel medio. Puntuación 2:

Responde correctamente al aspecto uno y dos de los tres aspectos considerados para obtener la puntuación máxima.

Nivel bajo. Puntuación 1:

Responde correctamente el aspecto número uno

Insuficiente Puntuación 0:

Respuestas incorrectas

2. Rúbrica de Evaluación Post test

| Capacidad | | Nivel 1 Insuficiente-Bajo 0 / 1 puntos | Nivel 2 Medio 2 puntos | Nivel 3 Alto 3 puntos |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ítem-Test | | | | |
| Ítem 1 (3 pts.) | Aplicación de conocimientos científicos para describir fenómenos científicos | No identifica correctamente el proceso. / Identifica el proceso, pero: No es capaz de relacionar conceptos sencillos correctamente para describir comportamientos que dan lugar a las propiedades materiales. | Identifica correctamente el proceso. Es capaz de relacionar, parcialmente, conceptos sencillos para describir comportamientos y propiedades materiales Describe al menos un aspecto que describe el fenómeno. EL uso del vocabulario científico es pobre. | Identifica correctamente el proceso y menciona en qué consiste. Describe detalladamente las relaciones entre los conceptos que identifican el fenómeno. Usa un vocabulario científico adecuado. Describe la secuencia del proceso de forma coherente y detallada |
| Ítem 2 (3 pts.) | Aplicación de conocimientos científicos para explicar el funcionamiento de un sistema presente en su entorno | No reconoce correctamente el sistema, indicando de forma incorrecta la posición donde se debe instalar el aparato/ Reconoce el sistema, indicando la posición correcta para instalar el aparato. No es capaz de explicar, o lo hace de forma errónea, el funcionamiento de un sistema presente en su entorno. | Reconoce el sistema, indicando la posición correcta para instalar el aparato. Explica, de forma parcial el funcionamiento del sistema. Aunque su explicación es parcial, utiliza un lenguaje científico adecuado. | Reconoce el sistema, indicando la posición correcta para instalar el aparato. Explica, de forma coherente y razonada, el funcionamiento del sistema. Utiliza un vocabulario científico adecuado y rico que le permite elaborar una explicación detallada. |
| Ítem 3 (3 pts.) | Identificación de cuestiones científicas: Habilidad de deducir qué pretende comprobar una determinada experiencia científica que se platee | No identifica correctamente el problema que pretende estudiar la experiencia científica planteada. / Identifica el problema, pero no sabe justificar su planteamiento usando información relevante de la tabla donde se describen los resultados (para lo cual debe hacer mención de las variables medidas en el experimento). | Identifica correctamente el problema que pretende estudiar la experiencia científica planteada. Justifica su planteamiento de forma parcial usando información relevante de la tabla donde se describen los resultados Menciona en su justificación datos que se proporcionan en la pregunta, pero no los relaciona con las variables medidas en el experimento. Utiliza un lenguaje científico adecuado. | Identifica correctamente el problema que pretende estudiar la experiencia científica planteada. Justifica su planteamiento de forma detallada, usando información relevante de la tabla donde se describen los resultados. Menciona en su justificación datos que se proporcionan en la pregunta y los relaciona correctamente con las variables medidas en el experimento. Utiliza un lenguaje científico adecuado. |
| Ítem 4 (3 pts.) | Identificación de cuestiones científicas. Formulación de hipótesis | No es capaz de realizar una predicción/formular una hipótesis correcta de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. / Formula una hipótesis correcta pero no explica en qué se ha basado para formularla. | Realiza correctamente una predicción/formula una hipótesis correcta de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. Explica de forma parcial en qué se ha basado para formularla. Utiliza un lenguaje científico adecuado. | Realiza correctamente una predicción/formula una hipótesis de lo que se puede esperar de los resultados de un experimento. Explica su predicción de forma razonada y aportando detalles que enriquecen la explicación. Utiliza un lenguaje científico adecuado y rico. |
| Ítem 5 (3 pts.) | Interpretar y usar pruebas científicas para elaborar y comunicar conclusiones justificadas. Argumentar en pro o en contra de las conclusiones. | No es capaz de interpretar la información representada en las gráficas para elegir la mejor opción. / Elige la opción correcta pero no es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para justificar su elección. No es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para argumentar en contra de otras opciones. | Interpreta parcialmente la información representada en las gráficas. Elige la opción correcta y es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para justificar su elección. No es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para argumentar en contra de otras opciones. | Es capaz de interpretar la información representada en las gráficas. Elige la opción correcta y es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para justificar correctamente su elección. Es capaz de usar correctamente las pruebas científicas para argumentar en contra de otras opciones. |

ANEXO 9

Planificación de la unidad didáctica TBL “El mundo material”
*(Extracto cortesía de Juan Luis Morales. Colegio Internacional
 Lope de Vega)*

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Curso: 2º ESO | Asignatura: Ciencias de la Naturaleza |
| Bloque de Contenidos: El mundo material: | Tiempo aproximado: 3-4 semanas |
| Objetivo del bloque de contenido: Los alumnos serán capaces de: Identificar situaciones donde se produzca un cambio físico o químico de la materia, y explicar en qué consiste el cambio y cómo ha ocurrido. | |
| Destrezas de pensamiento: comparar y contrastar, explicación causal, determinar la relación de las partes y el todo Hábitos de la mente (HOM): escucha activa, pensar con flexibilidad, esforzarse por la precisión. | |

| Tema | Objetivos de aprendizaje del contenido y del pensamiento (el alumno será capaz de hacer...) | Actividades de aprendizaje/TBL | Recursos y Estrategias | Evaluación |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. La materia: Propiedades físicas y químicas Destreza de pensamiento: Comparar y Contrastar | <ol style="list-style-type: none"> Diferenciar entre ejemplos de propiedades físicas y químicas que caracterizan la materia para comprender el mundo que rodea al alumno. Explicar en qué se basan para establecer dichas diferencias. Determinar el PH de diferentes sustancias y explicar, a través de ejemplos, la utilidad de dicha medición. Distinguir los conceptos de masa, peso y dimensión de un cuerpo y explicar la relación que existe entre estas propiedades de la materia para poder dar una definición más precisa de estas. <p>Objetivo de Pensamiento: Que los alumnos aprendan a comparar y contrastar con destreza: identificando las semejanzas y diferencias significativas que hay entre las “cosas” que se están comparando; encontrar grandes ideas que se puedan extraer de dichas semejanzas y diferencias, y llegar a una conclusión comparativa novedosa, basados en dichas ideas (y semejanzas y diferencias significativas)</p> | <ol style="list-style-type: none"> Comparar y contrastar masa y peso/masa y densidad. Actividad de laboratorio: Determinar la masa y el peso de diferentes objetos, así como la densidad de los mismos Actividad de laboratorio: Determinación del PH de diferentes sustancias. | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Power point; Internet; Diversas fuentes escritas de información; Material de laboratorio; Mapa de estrategia de pensamiento para comparar y contrastar con destreza; Organizador gráfico (comparar y contrastar); Cuestionario de metacognición <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de preguntas extensión del pensamiento, elaboración y desafío. Trabajo en grupos de pensamiento colaborativo. Metacognición. HOM: esfuerzo por lograr precisión en el trabajo y en los resultados. | <ul style="list-style-type: none"> Observación Trabajo individual y en equipos; Actividad de laboratorio (precisión en ejecución y resultados; trabajo colaborativo) Memoria final de la actividad; Producto escrito: conclusión de la comparación entre masa/peso y masa/densidad donde se evidencien la relación que existe entre la masa y el peso y la densidad. |

| | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. La materia: Cambios físicos y químicos</p> <p>Destreza de Pensamiento: <i>Explicación Causal</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> Identificar ejemplos de cambios físicos y químicos que caracterizan la materia, basados en las evidencias observable para poder relacionarlos con sus definiciones científicas. Justificar su identificación en cada caso, explicando por qué se han producido los cambios. <p>Objetivo de Pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan que para explicar las causas de un evento deben: desarrollar diferentes hipótesis (posibles causas), pensar en que evidencias podrían favorecer sus hipótesis y considerar las evidencias reales encontradas para determinar cuál es la causa (causas) más probable. que apoyen las posibles causas de un acontecimiento</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> Explicación causal: ¿A qué se debe lo ocurrido en la experiencia de laboratorio? Actividad de laboratorio: "Antes papel y después cenizas!" | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Material de Laboratorio; Mapa de pensamiento para determinar las causas de un evento con destreza Organizador gráfico (explicación causal); Cuestionario de metacognición <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de preguntas abiertas y extensión del pensamiento. Trabajo colaborativo en grupos de pensamiento. Metacognición. HOM: precisión en el trabajo y en los resultados, escucha activa | <ul style="list-style-type: none"> Observación: Trabajo individual y colaborativo Actividad de laboratorio (precisión en ejecución y resultados; trabajo colaborativo, memoria final) Producto escrito (conclusión de la comparación entre cambios físicos y químicos de la materia) |
| <p>3. Composición de la materia: Los átomos y moléculas</p> <p>Destreza de Pensamiento: <i>Determinar la relación de las Partes y el Todo</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> Relacionar la estructura y función de las partes que componen el átomo para comprender el rol del átomo como base estructural de la materia. Comprender los fenómenos eléctricos de la materia como consecuencias de si constitución (fenómeno de ionización como un proceso de ganancia o pérdida de electrones) Describir cómo se agrupan los átomos para formar diferentes tipos de sustancias (diferenciar la idea de elemento de la de átomo) y distinguir que parte del átomo es la que interviene en estas agrupaciones, y por qué para poder entender cómo se forman las sustancias. Aplicar los postulados de la ley de conservación de la materia a situaciones reconocidas como cambios químicos de la materia para comprender como ocurren estos. <p>Objetivo de pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a determinar la relación de las Partes y el Todo: identificando las partes que forman un objeto (Todo), preguntándose qué pasaría si cada una de estas partes faltase; basado en ello, identificar la función de cada parte y, por último, identificar la relación estructural y funcional que existe entre las partes y que hace del todo lo que es y cómo funciona</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> Determinar la relación entre las partículas subatómicas y el átomo como un todo. Crear modelos de átomos neutros e iones. | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Power point; Libro de texto; otras fuentes escritas de información; Recursos audiovisuales; Mapa de pensamiento para determinar la relación partes-todo; Organizador gráfico. <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de preguntas abiertas y extensión del pensamiento. Trabajo colaborativo en grupos de pensamiento. Metacognición. HOM: precisión en el trabajo y en los resultados, escucha activa | <ul style="list-style-type: none"> Observación del trabajo individual y colaborativo; Modelo de átomos e iones- (trabajo individual) |

ANEXO 10

Planificación de unidad didáctica TBL “Materia y Energía”
(Extracto cortesía de Juan Luis Morales. Colegio Internacional Lope de Vega)

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Curso: 2º ESO | Asignatura: Ciencias de la Naturaleza |
| Bloque de Contenidos: Materia y Energía | Tiempo aproximado: 3-4 semanas |
| <p>Objetivo del bloque de contenido: Los alumnos serán capaces de: Explicar con claridad cómo la energía se transforma de una forma a otra (mínimo tres transformaciones) en situaciones de la vida real (máquinas, aparatos, procesos naturales). En sus explicaciones deberán utilizar sus conocimientos sobre la Ley de la conservación de la energía.</p> <p>Destrezas de pensamiento: comparar y contrastar, toma de decisiones, predicción.</p> <p>Hábitos de la mente (HOM): escucha activa, pensar con flexibilidad, esforzarse por la precisión.</p> | |

| Tema | Objetivos de aprendizaje del contenido y del pensamiento (el alumno será capaz de hacer...) | Actividades de aprendizaje/ TBL | Recursos y Estrategias | Evaluación |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Transformaciones en el mundo material: la energía | <ol style="list-style-type: none"> Relacionar las transformaciones del mundo material con las variaciones de energía a través de ejemplos y explicar, usando el vocabulario científico adecuado, en qué consisten dichas transformaciones. Diferenciar los tipos básicos de energía: potencial y cinética y explicar en qué se han basado para establecer dichas diferencias. | <ol style="list-style-type: none"> KWL (“lo que se, lo que quiero averiguar, lo que he aprendido”) como introducción a la unidad. Análisis de la relación entre los cambios que ocurren en la materia y la energía a través de un ejemplo. Trabajo en grupos colaborativos: ¿Cómo definirías la energía? | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recursos audio- Visuales; Libro de texto; Internet y otras fuentes de información escrita. <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de preguntas abiertas y extensión del pensamiento. Trabajo colaborativo en grupos de pensamiento. Metacognición. HOM: precisión en el trabajo y en los resultados, escucha activa | <ul style="list-style-type: none"> Observación del trabajo individual y colaborativo Exposición oral de resultados de actividad colaborativa |

| | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. ¿Cómo se transforma la energía?: Ley de conservación de la energía</p> <p>Destrezas de Pensamiento:</p> <p>Comparar y Contrastar</p> <p>Predicción</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer y explicar las transformaciones de energía que acontecen en fenómenos sencillos. 2. Aplicar el principio de conservación de la energía para explicar fenómenos cotidianos (explicar cómo se evidencia la modificación de la Ley-Einstein: $E=mc^2$ en energía nuclear. <p>Objetivo de Pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a comparar y contrastar con destreza: identificando las semejanzas y diferencias significativas que hay entre las "cosas" que se están comparando; encontrar grandes ideas que se puedan extraer de dichas semejanzas y diferencias, y llegar a una conclusión comparativa novedosa, basados en dichas ideas (y semejanzas y diferencias)</i></p> <p>Objetivo de Pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a predecir con destreza considerando las evidencias disponibles y evaluando, basados en las evidencias reales, si la predicción es probable, improbable o dudosa.</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Comparar y Contrastar con destreza la variación de energía del "péndulo oscilante" en la posición más alta y en la posición más baja 2. Predecir con destreza que hará variar el número de oscilaciones del péndulo: longitud del hilo o masa de la bola del péndulo. 3. Proyecto modelo de transformación de tipos de energía "Amazing Alex" 4. Investigar sobre la fusión/fisión nuclear | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Péndulo oscilante. • Internet. • Libro de texto. • Otras fuentes de información escrita; • Soporte audiovisual. • Mapas de pensamiento; • Organizadores gráficos; • Materiales para elaboración del proyecto. <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo. • Uso de preguntas abiertas. • Metacognición. • HOM: precisión en el trabajo y en la comunicación de resultados; | <ul style="list-style-type: none"> • Producto escrito de la comparación • Proyecto Amazing Alex: preparación, análisis y pensamiento colaborativo, croquis y presentación final. |
| <p>3. Fuentes de Energía aprovechables</p> <p>Destrezas de Pensamiento:</p> <p>Toma de decisiones</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Distinguir las principales fuentes de energía renovable y no renovable para poder, así como evaluar las ventajas y desventajas de su uso. 2. Asociar el problema del excesivo consumo energético al problema del deterioro ambiental para obtener posibles soluciones a este. <p>Objetivo de pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a considerar diferentes opciones y sus consecuencias y la importancia de estas consecuencias a la hora de tomar una decisión con destreza. Los alumnos también aprendan a reconocer la necesidad de contar con información fiable y precisa cuando tiene que tomar una decisión.</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Toma de decisiones con destreza. Proyecto: ¿Cuál sería la mejor fuente de energía a utilizar en España? (teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada opción/características socio-económicas de España) 2. Escritura de Carta persuasiva: "Cuál es nuestra recomendación sobre la mejor fuente (o fuentes) de energía a utilizar en España" 3. Think-Pair-Share (donde se practicará la escucha activa- debate de las conclusiones de cada grupo sobre la mejor fuente de energía. Cada grupo explicará a los demás en qué se han basado para elegir su opción y por qué han descartado otras. El resto de la clase formulará preguntas y expondrán sus opiniones. | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapa de pensamiento para: • Tomar decisiones con destreza; • Organizador gráfico. • Soporte audiovisual-tecnológico. <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo. • Uso de preguntas de extensión y elaboración, desafío científico. • HOM: escucha activa, pensar con flexibilidad y mente abierta, esforzarse por la precisión | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración y presentación / defensa del proyecto • Extensión escrita. |

ANEXO 11

Planificación de unidad didáctica TBL “El Calor y la Temperatura” (Extracto cortesía de Juan Luis Morales. Colegio Internacional Lope de Vega)

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Curso: 2º ESO | Asignatura: Ciencias de la Naturaleza |
| Bloque de Contenidos: El calor y la temperatura | Tiempo aproximado: 3-4 semanas |
| Objetivo del bloque de contenido: Los alumnos serán capaces de: Reconocer y explicar el modo en el que se transfiere el calor en un sistema dado construido por ellos. | |
| Destrezas de pensamiento: comparar y contrastar, predecir, determinar la relación partes-todo. <u>Hábitos de la mente (HOM)</u> : escucha activa, precisión en la comunicación de resultados, flexibilidad de pensamiento y mente abierta | |

| Tema | Objetivos de aprendizaje del contenido y del pensamiento (el alumno será capaz de...) | Actividades de aprendizaje/ TBL | Recursos y Estrategias | Evaluación |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Energía Térmica y Temperatura. Cambios de estado de la materia. Destreza de pensamiento: <ul style="list-style-type: none"> Predecir | <ol style="list-style-type: none"> Explicar en qué consiste la relación que existe entre temperatura, energía térmica y los cambios de estados utilizando ejemplos de fenómenos que ocurren en la naturaleza para apoyar su explicación. Realizar con precisión mediciones de temperatura. Utilizar diferentes escalas de medición. Representar los resultados de las mediciones realizadas en gráficos de forma adecuada. <p>Objetivo de Pensamiento: Que los alumnos aprendan a predecir con destreza considerando las evidencias disponibles y evaluando, basados en las evidencias reales, si la predicción es probable, improbable o incierta.</p> | <ol style="list-style-type: none"> Medición de temperatura de diferentes sustancias. Investigación sobre escalas de medidas de temperatura. Predecir. Actividad de laboratorio: “Sensación térmica” | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Material de clase Libro de texto Material de laboratorio Mapa de pensamiento para Predecir con destreza Organizador gráfico (Predicción con destreza) <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo en grupos de pensamiento colaborativo. Uso de preguntas abiertas de extensión y elaboración en clase y actividad de laboratorio HOM: precisión en el trabajo y en la comunicación de resultados; escucha activa, pensar con flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> Observación del trabajo en el laboratorio; Informe de laboratorio; Resultados de la investigación. Reporte oral y escrito del resultado de la actividad de pensamiento propuesta. |

| | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.El calor y el equilibrio Térmico</p> <p>Destreza de pensamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predecir • Comparar y Contrastar(enfocado) • Determinar la relación de las partes y el todo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar el concepto de calor como transferencia de la energía térmica entre dos cuerpos en desequilibrio térmico para diferenciar entre calor y temperatura. 2. Resolver problemas numéricos sencillos (conocer las unidades de medida del calor) e interpretar gráficos. 3. Distinguir entre las diferentes formas de transferencia del calor: conducción, convección y radiación usando ejemplos. Explicar en qué se han basado para realizar esa distinción. 4. Explicar, utilizando ejemplos, en qué consiste un material aislante y un material conductor (del calor). <p>Objetivo de Pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a comparar y contrastar con destreza: identificando las semejanzas y diferencias significativas que hay entre las "cosas" que se están comparando; encontrar grandes ideas que se puedan extraer de dichas semejanzas y diferencias, y llegar a una conclusión comparativa novedosa, basados en dichas ideas.</i></p> <p>Objetivo de pensamiento: <i>Que los alumnos aprendan a determinar la relación de las Partes y el Todo: identificando las partes que forman un objeto (Todo), preguntándose qué pasaría si cada una de estas partes faltase; basado en ello, identificar la función de cada parte y, por último, identificar la relación estructural y funcional que existe entre las partes y que hace del todo lo que es y cómo funciona.</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Compara y contrastar (enfocado). <ul style="list-style-type: none"> • Comparar y contrastar un material aislante y un conductor de energía térmica. • Actividad de laboratorio "aislantes y conductores del calor". 2. Determinar la relación que existe entre las partes del proceso de convección y el proceso como un todo. 3. Construcción de un horno solar (trabajo en grupos colaborativos) | <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Libro de texto, otras fuentes de información escrita, Soporte tecnológico y audiovisual. • Materiales de laboratorio. • Mapa de pensamiento: Comparar-Contrasta con destreza. • Organizador gráfico (Predicción con destreza) • Materiales para elaboración del proyecto. <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en grupos de pensamiento colaborativo. • Uso de preguntas abiertas de extensión y elaboración en clase y actividad de laboratorio • Rutina (Pensar- Juntarse- con preguntas adicionales de elaboración y clarificación. • HOM: precisión en el trabajo y en la comunicación de resultados; escucha activa, pensar con flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Construcción del horno solar. Presentación y explicación del proceso de elaboración y su funcionamiento. • Memoria de actividad de laboratorio |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ANEXO 12

Resultados de la estadística descriptiva

| | | Estadístico | Error estándar | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|----------------|-------|
| ÍTEM 1 | Media | 0,82 | 0,067 | |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 0,68 | |
| | | Límite superior | 0,95 | |
| | Media recortada al 5% | 0,79 | | |
| | Mediana | 1,00 | | |
| | Varianza | 0,485 | | |
| | Desviación estándar | 0,696 | | |
| | Mínimo | 0 | | |
| | Máximo | 3 | | |
| | Rango | 3 | | |
| | Rango intercuartil | 1 | | |
| | Asimetría | 0,433 | 0,231 | |
| | Curtosis | -0,222 | 0,459 | |
| | ÍTEM 2 | Media | 0,86 | 0,063 |
| 95% de intervalo de confianza para la media | | Límite inferior | 0,74 | |
| | | Límite superior | 0,99 | |
| Media recortada al 5% | | 0,83 | | |
| Mediana | | 1,00 | | |
| Varianza | | 0,435 | | |
| Desviación estándar | | 0,659 | | |
| Mínimo | | 0 | | |
| Máximo | | 3 | | |
| Rango | | 3 | | |
| Rango intercuartil | | 1 | | |
| Asimetría | | 0,549 | 0,231 | |
| Curtosis | | 0,895 | 0,459 | |
| ÍTEM 3 | | Media | 0,77 | 0,056 |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 0,66 | |
| | | Límite superior | 0,88 | |
| | Media recortada al 5% | 0,75 | | |
| | Mediana | 1,00 | | |
| | Varianza | 0,345 | | |
| | Desviación estándar | 0,587 | | |
| | Mínimo | 0 | | |
| | Máximo | 2 | | |
| | Rango | 2 | | |
| | Rango intercuartil | 1 | | |
| | Asimetría | 0,091 | 0,231 | |
| | Curtosis | -0,394 | 0,459 | |
| | ÍTEM 4 | Media | 1,15 | 0,074 |
| 95% de intervalo de confianza para la media | | Límite inferior | 1,00 | |
| | | Límite superior | 1,29 | |
| Media recortada al 5% | | 1,16 | | |
| Mediana | | 1,00 | | |
| Varianza | | 0,589 | | |
| Desviación estándar | | 0,768 | | |
| Mínimo | | 0 | | |
| Máximo | | 2 | | |
| Rango | | 2 | | |
| Rango intercuartil | | 1 | | |
| Asimetría | | -0,258 | 0,231 | |
| Curtosis | | -1,254 | 0,459 | |
| ÍTEM 5 | | Media | 1,34 | 0,082 |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 1,18 | |
| | | Límite superior | 1,50 | |
| | Media recortada al 5% | 1,32 | | |
| | Mediana | 1,00 | | |
| | Varianza | 0,726 | | |
| | Desviación estándar | 0,852 | | |
| | Mínimo | 0 | | |
| | Máximo | 3 | | |
| | Rango | 3 | | |
| | Rango intercuartil | 1 | | |
| | Asimetría | 0,104 | 0,231 | |
| | Curtosis | -0,598 | 0,459 | |

ANEXO 13

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por los grupos GEXP1 y GC en el Pre Test

Estadísticas de grupo

| Grupo | Pre-Pre | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|---------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 0,6435 | 0,30723 | 0,06406 |
| AC | 2,00 | 19 | 0,6842 | 0,30779 | 0,07061 |

Prueba de muestras independientes

| GEXP1/GC | Prueba de Levene de igualdad 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 |
| Se asumen varianzas iguales | 0,557 | 0,460 | -0,427 | 40 | 0,671 | -0,04073 | 0,09532 | -0,23339 | 0,15192 |
| No se asumen varianzas iguales | | | -0,427 | 38,490 | 0,672 | -0,04073 | 0,09534 | -0,23366 | 0,15220 |

Rangos

| Grupo | Pre-Pre | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-------|---------|----|----------------|----------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 20,85 | 479,50 |
| AC | 2,00 | 19 | 22,29 | 423,50 |
| Total | | 42 | | |

Estadísticos de contraste^a

| | GEXP1/GC |
|---------------------------|----------|
| U de Mann-Whitney | 203,500 |
| W de Wilcoxon | 479,500 |
| Z | -0,393 |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,694 |

a. Variable de agrupación: Pre-Pre

ANEXO 14

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por el grupo GC en el Pre Test y el Post Test

Estadísticas de muestras emparejadas

| GC | Media | N | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|--------|----|---------------------|-------------------------|
| GC-pre | 0,6842 | 19 | 0,30779 | 0,07061 |
| GC-post | 0,8737 | 19 | 0,32803 | 0,07525 |

Correlaciones de muestras emparejadas

| Par 1 | N | Correlación | Sig. |
|------------------|----|-------------|-------|
| GC-pre & GC-post | 19 | -0,021 | 0,932 |

Prueba de muestras emparejadas

| Par 1 | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------------------|----------|--------|----|------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| GC-pre & GC-post | -0,18947 | 0,45448 | 0,10426 | -0,40852 | 0,02958 | -1,817 | 18 | 0,086 |

Rangos

| | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|------------------|----------------|----------------|----------------|
| GC POST – GC PRE | | | |
| Rangos negativos | 4 ^d | 5,00 | 20,00 |
| Rangos positivos | 9 ^e | 7,89 | 71,00 |
| Empates | 6 ^f | | |
| Total | 19 | | |

d. ACPOST < ACPRE

e. ACPOST > ACPRE

f. ACPOST = ACPRE

Estadísticos de contraste^a

| | GC POST – GC PRE |
|---------------------------|---------------------|
| Z | -1,808 ^b |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,071 |

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

ANEXO 15

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por el GEXP1 en el Pre Test y el Post Test

Estadísticas de muestras emparejadas

| GEXP 1 | Media | N | Desviación estándar | Media de error estándar |
|------------|--------|----|---------------------|-------------------------|
| GEXP1-pre | 0,6435 | 23 | 0,30723 | 0,06406 |
| GEXP1-post | 1,4870 | 23 | 0,38530 | 0,08034 |

Correlaciones de muestras emparejadas

| Par 1 | N | Correlación | Sig. |
|-------------------------|----|-------------|-------|
| GEXP1 -pre & GEXP1-post | 23 | 0,120 | 0,585 |

Prueba de muestras emparejadas

| Par 1 | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------------------|----------|--------|----|------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| GEXP1-pre & GEXP1-post | -0,84348 | 0,46302 | 0,09655 | -1,04370 | -0,64325 | -8,737 | 22 | 0,000 |

Rangos

| | | | | |
|------------|------------------|-----------------|-------|--------|
| GEXP1-POST | Rangos negativos | 0 ^a | ,00 | ,00 |
| | Rangos positivos | 22 ^b | 11,50 | 253,00 |
| GEXP1- PRE | Empates | 1 ^c | | |
| | Total | 23 | | |

a. A1POST < A1PRE

b. A1POST > A1PRE

c. A1POST = A1PRE

Estadísticos de contraste^a

| | GEXP1 POST – GEXP1 PRE |
|---------------------------|------------------------|
| Z | -4,119 ^b |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,000 |

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

ANEXO 16

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por los grupos GEXP1 y GC en el Post Test

Estadísticas de grupo

| Grupos | Post-Post | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|--------|-----------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 1,4870 | 0,38530 | 0,08034 |
| GC | 2,00 | 19 | 0,8706 | 0,34599 | 0,08391 |

Prueba de muestras independientes

| GEXP1/GC | Prueba de Levene de igualdad 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 |
| Se asumen varianzas iguales | 0,187 | 0,668 | 5,219 | 38 | 0,000 | 0,61637 | 0,11811 | 0,37727 | 0,85546 |
| No se asumen varianzas iguales | | | 5,306 | 36,483 | 0,000 | 0,61637 | 0,11617 | 0,38087 | 0,85187 |

Rangos

| Grupo | Post-Post | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-------|-----------|----|----------------|----------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 28,63 | 658,50 |
| AC | 2,00 | 19 | 12,87 | 244,50 |
| Total | | 42 | | |

Estadísticos de contraste^a

| | GEXP1/GC |
|---------------------------|----------|
| U de Mann-Whitney | 54,500 |
| W de Wilcoxon | 244,500 |
| Z | -4,179 |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,000 |

a. Variable de agrupación: Post-Post

ANEXO 17

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por los grupos GEXP1 y GEXP2 en el Post Test

Estadísticas de grupo

| Grupos | Post-Post | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|--------|-----------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 1,4870 | 0,38530 | 0,08034 |
| GEXP2 | 2,00 | 25 | 1,1417 | 0,48447 | 0,09889 |

Prueba de muestras independientes

| GEXP1/GEXP2 | Prueba de Levene de igualdad 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 |
| Se asumen varianzas iguales | 2,213 | 0,144 | 2,697 | 45 | 0,010 | 0,34529 | 0,12804 | 0,08741 | 0,60317 |
| No se asumen varianzas iguales | | | 2,710 | 43,548 | 0,010 | 0,34529 | 0,12741 | 0,08843 | 0,60215 |

Rangos

| Grupo | Post-Post | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-------|-----------|----|----------------|----------------|
| GEXP1 | 1,00 | 23 | 29,46 | 677,50 |
| GEXP2 | 2,00 | 25 | 19,94 | 498,50 |
| Total | | 48 | | |

Estadísticos de contraste^a

| | GEXP1/GEXP2 |
|---------------------------|-------------|
| U de Mann-Whitney | 173,500 |
| W de Wilcoxon | 498,500 |
| Z | -2,382 |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,017 |

a. Variable de agrupación: Post-Post

ANEXO 18

Estadística inferencial para el análisis de las diferencias de los resultados obtenidos por los grupos GEXP2 y GC en el Post Test

Estadísticas de grupo

| Grupos | Post-Post | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|--------|-----------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| GC | 1,00 | 19 | 0,8706 | 0,32803 | 0,07525 |
| GEXP2 | 2,00 | 25 | 1,1417 | 0,48447 | 0,09889 |

Prueba de muestras independientes

| GC/GEXP2 | Prueba de Levene de igualdad 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 |
| Se asumen varianzas iguales | 4,702 | 0,036 | -2,063 | 41 | 0,045 | -0,26798 | 0,12989 | -0,53029 | -0,00567 |
| No se asumen varianzas iguales | | | -2,156 | 40,148 | 0,037 | -0,26798 | 0,12427 | -0,51911 | -0,01685 |

Rangos

| Grupo | Post-Post | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-------|-----------|----|----------------|----------------|
| GC | 1,00 | 19 | 18,00 | 342,00 |
| GEXP2 | 2,00 | 25 | 25,92 | 648,00 |
| Total | | 44 | | |

Estadísticos de contraste^a

| | GC/GEXP2 |
|---------------------------|----------|
| U de Mann-Whitney | 152,000 |
| W de Wilcoxon | 342,000 |
| Z | -2,046 |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,041 |

a. Variable de agrupación: Post-Post

ANEXO 19

ENTREVISTA AL PROFESOR PARTICIPANTE EN LA INVESTIGACIÓN

- Profesor: Juan Luis Morales.
- Materia: Ciencias Naturales.
- Curso: 2º de ESO.
- Colegio Internacional Lope de Vega.
- Benidorm, mayo, 2013.

Investigadora: *Juan, después de todos estos meses trabajando juntos, te agradezco muchísimo todo tu esfuerzo y dedicación a esta investigación. Sé que ha sido difícil para ti, por eso me gustaría que me comentaras, a modo de conclusión tu opinión y sensaciones sobre cómo crees que ha afectado a los alumnos y a ti mismo la implantación de la metodología TBL en la enseñanza de las Ciencias Naturales este curso.*

Yo sólo te diré los puntos que me gustaría que abordaras y tú me dices todo lo que te parezca relevante decir.

Investigadora: *Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de este curso ¿Has notado diferencias de algún tipo entre los alumnos del grupo experimental y los alumnos del grupo control? Si las hubiese, me gustaría que fueras todo lo específico que puedas.*

Profesor: *La verdad es que sí he notado cambios. Ya sabes que el grupo experimental es un grupo más grande en número y desde un principio se caracterizaron por ser menos interesados y menos estudiosos. Los alumnos del grupo control son más trabajados y disciplinados.*

Investigadora: *¿Sigues teniendo la misma opinión sobre ambos grupos?*

Profesor: *Pues, de eso se trata. A medida que ha ido avanzando el curso, los alumnos del grupo experimental han cambiado mucho en algunas cosas. Aunque todavía no se ven cambios cuantitativos, yo he notado cambios cualitativos a nivel de todo el grupo.*

Una de las cosas que me asombra de estos alumnos es que han comenzado a generar multitud de preguntas, más complejas, no me da tiempo a responderlas todas. Esto no lo veo en los alumnos del grupo control.

Cuando les hago una pregunta, se acuerdan de lo que hemos visto en clases anteriores y usando sus propias palabras, a veces con dificultad, me dan respuestas que yo no esperaba. Eso me hace sentir muy bien.

También me llama la atención que ahora relacionan más los contenidos. Ven todos los temas como un solo bloque.

Ya sabes que había, bueno, hay, cuatro alumnos que son bastante disruptivos, que molestaban mucho en clase y no participaban. Pues estos alumnos que no participaban antes ya lo hacen, y aunque no hagan preguntas relevantes, se sienten más integrados y confiados en preguntar, porque es la dinámica que llevamos en la clase. Trabajan mucho mejor en grupos colaborativos, y se atreven a ser parte de la atmósfera de pensamiento y aprendizaje.

Investigadora: *O sea que ya se van integrando más y no tienen miedo a decir algo “que crean que está mal”*

Profesor: *Eso es. Todavía me cuesta un poco que se integren del todo, pero se nota una evolución muy positiva.*

Investigadora: *Muy bien, ¿Y los demás?*

Profesor: *A veces se crea un ambiente en clase que me da la sensación de que sienten mayor interés por el estudio de las Ciencias. Esto al principio era difícil porque es un grupo poco estudioso.*

A medida que hemos avanzado en el curso, también he notado que son más autónomos y colaborativos cuando trabajan y piensan. Creo que aquí les ha ayudado el hecho de que ya se han acostumbrado a trabajar mejor en grupos colaborativos. Se respetan más, se escuchan y comparten sus ideas. Al principio tenía que guiarlos más en el proceso de pensamiento, pero yo me les menos.

La forma en que se expresan y preguntan es cada vez mejor, se sienten más seguros utilizando el lenguaje de pensamiento y el lenguaje científico. Bueno, a veces no lo utilizan bien, pero yo trato de animarlos a hacerlo.

El cambio les ha costado, es que a mí me ha costado también, pero veo que ya buscan mejor la información, se interesan por justificar sus respuestas, llegan a mejores conclusiones. Es como ver crecer brotes verdes después de tanto esfuerzo.

Investigadora: *¿Y has notado también esos cambios en el grupo control?*

Profesor: *No, en el grupo control los alumnos son más trabajadores, pero más pasivos.*

Investigadora: *¿A qué te refieres con “más trabajadores”?*

Profesor: *Pues a que se preocupan más por tomar todas las notas en sus cuadernos, tienen los cuadernos más cuidados, estudian más en casa y obtienen mejores resultados en las evaluaciones.*

Investigadora: *¿A eso te referías cuando dijiste que aún no veías cambios cuantitativos en el grupo experimental?*

Profesores: *Efectivamente, las calificaciones del grupo control, como grupo, son mejores.*

Investigadora: *Pero ¿cómo definirías los resultados del grupo experimental? ¿han ido a peor a lo largo del curso? ¿se han mantenido igual?*

Profesor: *Bueno, aunque algunos alumnos que antes suspendían, ahora han aprobado la segunda evaluación, otros que iban bien han bajado sus calificaciones. En general los alumnos del grupo control siguen obteniendo mejores resultados en los controles y exámenes*

Investigadora: *Y ¿hay suspensos en el grupo experimental en la segunda evaluación?*

Profesor: *No, todos han aprobado.*

Investigadora: *Entiendo, a pesar de que todos han aprobado, y algunos mejorado, te llama la atención que otros hayan obtenidos peores resultados en esta evaluación con respecto a la evaluación anterior.*

Profesor: *Eso es.*

Pausa

Investigadora: *¿Los controles y exámenes que aplicas a ambos grupos son los mismos?*

Profesor: *Sí, los mismos, exámenes tipo test, los de siempre.*

Investigadora: *Pues me parece muy interesante y me hace pensar, imagino que a ti también, en cuáles pueden ser las posibles causas de este fenómeno (...) pero no es el objeto de esta entrevista, así que me gustaría continuar con otro tema. ¿Te parece?*

Profesor: *Sí*

Pausa

Investigadora: *Bueno, y a ti ¿qué efecto sientes que ha tenido en tu forma de enseñar esta nueva metodología? Háblame de tus sensaciones.*

Profesor: *Ha sido difícil, con esta metodología hay que estar muy bien preparado, lleva más esfuerzo preparar las clases, pero vale la pena.*

En el grupo control llego, les doy toda la información, les digo que tienen que hacer y ellos lo hacen, son muy pocos los alumnos que muestran interés por saber algo más de lo que les digo, pero en el grupo experimental ahora tengo que ir muy bien preparado porque me hacen siempre ir más allá

Pero en el grupo experimental voy a otro ritmo y saco más de ellos. Cuando pico-teo en sus respuestas genero una retroalimentación positiva para ellos y para mí. A ellos les permite buscar más información en sus mentes o en otras fuentes, y a mi hace ser más flexible y atento con sus respuestas

He tenido que sacrificar algunos temas porque los alumnos van más lentos con esta nueva metodología de trabajo, pero ahora me importa más lo que saco de ellos y las competencias que pueden desarrollar más que terminar el temario.

He notado que yo mismo he cambiado mi forma de ver la enseñanza de las Ciencias. Sin duda voy a seguir trabajando para seguir mejorando en mi forma de hacer pensar a mis alumnos.

Investigadora: *¿Qué importancia le concedes a la formación del profesor y su experiencia para la eficaz implantación de la metodología?*

Profesor: *Es difícil cambiar de una forma de enseñanza a otra de un día para otro, requiere de mucho esfuerzo y preparación porque tanto el profesor como los alumnos están acostumbrado a otra cosa.*

Todavía me cuesta usar el lenguaje de pensamiento, guiar a los alumnos a través de preguntas, dar más tiempo a los alumnos para trabajar y pensar y preparar actividades de contextos más reales para que los alumnos puedan pensar y aplicar sus conocimientos (...) con el tiempo lo iré mejorando”

Si hubiera sabido cómo hacerlo antes de entrar en un aula fuera mucho más fácil”

Investigadora: *¿Cuál sería tu valoración final con respecto a la infusión de la enseñanza basada en el pensamiento en la enseñanza de las Ciencias Naturales?*

Profesor: *Mi valoración final es muy positiva para ellos y para mí porque no es memorizar ciencias es aprender a hacer ciencias.*

Investigadora: *Muchas gracias.*

ANEXO 20

Entrevista (grupo focal) con los alumnos del GEXP1

- GRUPO FOCAL.
- Participantes: 5 alumnas (M) y 5 alumnos (H).
- Curso: 2º ESO-Grupo Experimental (GEXP1).
- Colegio Internacional Lope de Vega.
- Benidorm, mayo, 2013.

Investigadora: *Buenos días, chicos (as) Ya todos me conocéis porque he estado este curso viniendo mucho al cole y trabajando con vuestro profesor de Ciencias. Estamos trabajando juntos en un proyecto sobre la enseñanza de las Ciencias y del Pensamiento. Y he querido escuchar vuestra opinión. Como no he podido reunirme con todos a la vez, decidimos, como habéis visto, escoger al azar a 10 de vosotros para hacer una entrevista grupal.*

Me gustaría que vuestras respuestas sean muy sinceras. Las respuestas no serán juzgadas, todo lo contrario, nos servirán para tener en cuenta todas ellas en nuestro proyecto.

Yo iré haciendo preguntas y vosotros iréis tomando la palabra para responder. Todas las respuestas serán libres y válidas y podéis hablar desde vuestra experiencia y opiniones personales. El único requisito es que seáis sinceros al responder.

Me gustaría comenzar preguntando si sabéis qué es la competencia científica

-SILENCIO-

Investigadora: *Bueno, os reformularé la pregunta ¿Por qué es importante tener conocimientos científicos?*

M: *Para conocer el mundo que nos rodea y entenderlo y saber de qué están hechas las cosas de la naturaleza.*

H: *Para entender nuestro entorno, la naturaleza, las causas de las cosas.*

M: *Yo creo que podemos usar los conocimientos científicos para aprender a investigar y por ejemplo saber qué hacer si queremos salvar a los animales en vía de extinción, o cosas así.*

H: *Descubrir cosas, entender mejor lo que nos rodea.*

H: *Para investigar, entender las cosas que nos pasan y las cosas que suceden que tienen que ver con la ciencia.*

M: *Si sabemos los conceptos y las leyes científicas, y los descubrimientos que han hecho los científicos podemos explicar las cosas que no entendemos.*

M: *Nos puede servir para estar bien informados y si nos dicen que esto está formado por algo que no es y nosotros lo sabemos, no nos engañan.*

H: *Yo creo que aprender ciencias nos ayuda a vivir mejor.*

Investigadora: *¿Por qué a vivir mejor?*

H: *Porque podremos algún día hacer descubrimientos y construir cosas que nos ayuden a nosotros y a los demás.*

Investigadora: *¿Por ejemplo?*

H: *Experimentar y descubrir curas para las enfermedades.*

M: *También podríamos construir casas ecológicas, coches que no necesiten ningún tipo de combustible.*

Investigadora: *Muy bien. Entonces, según lo que he escuchado vosotros creéis que tener conocimientos científicos os ayudaría a usarlos conocimientos para poder conocer y entender el mundo que os rodea, para que no os engañen, para en un futuro poder investigar, descubrir, resolver problemas y construir cosas que os ayuden a vivir mejor a vosotros y a otras personas. ¿Es así, o me he perdido algo?*

TODOS A LA VEZ: *Si, más o menos, algo así (...)*

Investigadora: *¿Y os enseñan eso en las clases de Ciencias? Es decir, a descubrir, investigar, a preguntarse si os están engañando, etc.*

M: *Bueno, no siempre*

Investigadora: *¿A qué te refieres con “no siempre”?*

M: *Nos enseñan toda la teoría, pero no hacemos muchas prácticas. Yo prefiero que si estudiamos las rocas nos lleven fuera del colegio a ver las rocas, no en el aula.*

Investigadora: *¿Qué opináis los demás sobre esto?*

H: *Yo estoy de acuerdo, no hacemos muchas investigaciones ni descubrimiento de nada.*

H: *Algunas veces sí vamos al laboratorio, pero me gustaría ir más.*

H: *Una vez salimos a dar la clase en el patio y yo entendí todo lo que dijo el profesor.*

M: *Yo creo que las clases de Ciencias deben ser fuera del aula. En el aula nos aburrimos, nos frustramos. Se puede hacer lo mismo que hacemos en clase, pero al aire libre.*

Investigadora: *Pero ¿os referís a que queréis salir del aula a dar la teoría o salir del aula para hacer investigaciones y tener experiencias más reales?*

M: *Eso, sí, tener experiencias más reales, y también salir del aula*

-RISAS-

H: *A mí me gustaría ir un día a ver como un científico de verdad hace un experimento y hacerle preguntas sobre cómo se hace y todo eso del método científico.*

Investigadora: *Esa es una buena idea ¿qué otra cosa os gustaría hacer?*

M: *A mí, hacer prácticas de laboratorio que no sean sólo observar cosas, sino que pudiéramos descubrir cosas*

M: *Y a mí.*

H: *Es que, no sé, si las Ciencias sirven para entender las cosas que nos rodean, no lo podemos hacer todo desde el aula.*

H: *Pero la teoría también es importante, sin la teoría no podemos hacer las prácticas.*

M: *Pero se puede hacer las dos cosas a la vez, y así es más interesante*

Investigadora: *¿Cuánto ocupa la teoría en vuestras clases?*

H: *Yo diría que un 90 %*

M: *Entre 80 y 90 %*

TODOS INTERVIENEN DANDO UN PORCENTAJE ENTRE 80-99%

Investigadora: *Creo que me ha quedado claro que consideráis necesario dar menos teoría y hacer clases más prácticas, en contextos reales, que os permita practicar la investigación, el modo de hacer ciencias, más que el de aprender mucha información. ¿Es eso lo que habéis querido decir?*

M: *Si, eso*

(...)

Investigadora: *Muy bien, me queda claro: creéis que para aprender Ciencias hay que aprender haciendo Ciencias.*

¿Y pensar?, ¿creéis que es importante saber pensar bien para poder comprender mejor los conocimientos científicos y usarlos con eficacia para descubrir, resolver problemas y crear cosas nuevas? A lo que le llamamos ser competentes científicamente.

M: *Ah ¿eso es la competencia científica?*

Investigadora: *Pues, sí, algo así, saber usar los conocimientos científicos en cualquier situación, y usarlos eficazmente. ¿Creéis que es importante saber pensar bien para ser competentes científicamente?*

H: *Yo creo que sí.*

Investigadora: *¿Por qué?*

Porque si no sabemos pensar bien, no sabemos cómo tenemos que hacer las cosas ni cómo usar lo que hemos aprendido.

M: *Si no pensamos bien, no nos sirve de nada lo que aprendemos.*

H: *Pensar bien es bueno para todo lo que haces.*

Investigadora: *¿Y os enseñan a pensar en clase?*

H: *Ahora nos están enseñando en clase las destrezas de pensamiento.*

Investigadora: *Y ¿qué son las destrezas de pensamiento?*

H: *Una forma de pensar haciéndote preguntas para que cuando comparemos cosas, o tomemos una decisión lo hagamos mejor.*

M: *El profesor nos dice qué hay que saber pensar bien y que tenemos que practicarle en clase y en casa (...) y nos pone actividades para pensar en grupo y eso.*

Investigadora: *¿Y qué más hacéis?*

M: *Vamos siguiendo unas preguntas que se llaman mapa de pensar (se refiere al mapa de pensamiento), luego, por ejemplo, pensamos sobre qué pasaría si faltara el electrón o el protón y vamos escribiendo todo en una plantilla (se refiere a los organizadores gráficos) y después entre todos pensamos en como todas las partes forman el átomo y así.*

H: *Y el profesor nos hace muchas preguntas y nos pide que pensemos en grupo. Ahora pensamos más en clase que antes, es más entretenido porque así no hay que copiar tanto de la pizarra.*

Investigadora: *¿Y creéis que eso os ayuda a comprender mejor lo que estáis aprendiendo en clase?*

H: *A mí sí porque escribimos todo que sabemos y tenemos que buscar más información nosotros mismo, así aprendemos otras cosas que no están en el libro.*

M: *Yo entiendo muchas veces mejor las cosas, pero otras veces me parece difícil, yo prefiero que el profesor nos de la información.*

Investigadora: *¿Por qué?*

M: *Porque luego en el examen si no pones lo que el profesor quiere o como lo dice el libro, no te dan todos los puntos.*

H: *Es verdad, cuando estamos pensando en el aula y buscamos información y todo eso, no cogemos muchos apuntes y como lo que escribimos es con nuestras propias palabras, aunque lo entendamos, después en el examen si no pones lo que dice en el libro no te dan todos los puntos*

H: *Yo a veces digo algo que se entiende lo que quiero decir, pero el profesor no lo considera y me quita, por ejemplo 0,5 pts.*

Investigadora: *Quieres decir que tal vez digas “tenía ropa puesta” y el profesor quería que dijeras “estaba vestido”*

H: *Sí, algo así*

Investigadora: *Entiendo. Bueno, la precisión en Ciencias es importante, tal vez eso es lo que busca el profesor. ¿Te gustaría que los exámenes tuviesen también preguntas donde puedas explicar con tus propias palabras y ser menos memorísticos?*

H: *Bueno, tampoco quiero que sean más difíciles, pero sí que el profesor no sea tan estricto corrigiendo.*

M: *Yo prefiero los exámenes donde puedas escribir más, así tengo más posibilidades de aprobar. Las preguntas que nos ponen son cálculos, definiciones, cosas así y si no lo sabes hacer, suspendes.*

H: *Yo que tengan diferentes tipos de preguntas.*

Investigadora: *Bueno, volvamos a lo que estábamos hablando antes. Ya tomaré nota de lo que me habéis comentado sobre los exámenes, que me parece muy interesante.*

Volvamos a esa nueva forma de aprender pensando más sobre los contenidos y, además aprendiendo diferentes destrezas de pensamiento. ¿Cuál es vuestra opinión? ¿Os parece bien que el profesor os desafíe con preguntas y actividades donde tenéis que pensar, en vez de que tomar apuntes y hacer resúmenes? ¿Aprendéis mejor o peor?

-BREVE SILENCIO-

Investigadora: *Recordad que podéis decir lo que realmente sintáis ¿Quién quiere empezar?*

H: *Yo. Creo que los apuntes son buenos y los resúmenes nos ayudan a memorizar mejor las cosas, pero también me gusta poder pensar en las cosas porque así creo que las aprendo mejor.*

M: *A mí me gustan las preguntas y que nos dejen pensar, y nos den tiempo, porque hay otros profesores que te dicen, vamos a revisar las respuestas cuando todavía yo no he copiado el enunciado de la pregunta.*

H: *A mí me gusta esa forma de enseñar porque me ayuda a desarrollar mi pensamiento y eso me va a servir después si quiero hacer algo bueno en la vida.*

M: *Es que, bueno no sé si puedo explicarlo bien, pero creo que aprendes a pensar bien, también eso te puede ayudar a aprender bien las cosas y cuando estés en una situación en la que quieras hacer algo relacionado con cosas de ciencias puedes hacerlo mejor.*

Investigadora: *Te has explicado muy bien.*

H: *Yo no sé si aprendo más porque he salido peor en esta evaluación*

Investigadora: *¿Y eso quiere decir que no has aprendido?*

H: *Bueno, las notas son importantes*

Investigadora: *¿Las notas son más importante para ti que aprender?*

H: *Es que eso es lo que indican las notas, ¿no?*

M: *Yo no lo creo, porque hay veces que yo me sé algo muy bien y luego no salgo bien en el examen. Para mí es más importante aprender bien las cosas*

M: *Yo también creo que es mejor aprender bien las cosas porque después no se te olvida.*

H: *Yo creo que pensar bien es muy bueno para aprender, y para todo en tu vida.*

M: *Pensar es muy difícil.*

-RISAS-

M: *A mí me ayuda a imaginar cómo pueden ser las cosas.*

Investigadora: *¿A imaginar cosas? ¿Qué quieres decir?*

M: *Pues que hay veces que cuando estamos haciendo preguntas o pensando sobre algo imagino cómo puede ser un átomo, por ejemplo, cómo puedo cambiar algo, o así*

Investigadora: *Eso me parece muy interesante, creo que te refieres a que te hace pensar de forma creativa, en nuevas posibilidades, modelos. Eso es maravilloso, la creatividad es algo que también es muy importante desarrollar para todo y para las Ciencias.*

H: *A mí me gusta porque puedo decir cosas que no están bien y el profesor me ayuda que decirlas mejor. Y me gusta trabajar en grupo porque nos ayudamos a buscar la información que necesitamos y a pensar.*

Investigadora: *Siempre pensáis en grupos colaborativos*

M: *A veces también individual pero la mayoría del tiempo lo hacemos en grupo y es mejor.*

H: *A mí también me gusta trabajar más en grupo.*

Investigadora: *¿Creéis que el pensamiento colaborativo es positivo?*

H: *A mí me parece que sí*

H: *Yo también, en mi grupo nos llevamos muy bien.*

M: *En el grupo si tú dices algo, otro dice otra cosa, y la respuesta sale mejor.*

Investigadora: *Todo lo que me habéis dicho me hace pensar que con esta nueva forma de aprender sois más protagonistas de vuestro aprendizaje. ¿Os gusta ser protagonistas de vuestro aprendizaje?*

M: *Bueno, el protagonista siempre tiene que ser el profesor porque es el que sabe más, pero me gusta que nos haga participar más*

H: *A mí sí me gusta que seamos más protagonistas porque nosotros somos los que estamos aprendiendo y así la clase es más animada.*

M: *Me gusta que todos podamos aportar ideas y que el profesor nos pida siempre que lo hagamos y nos ayuda hasta que llegamos a una respuesta correcta.*

H: *Yo prefiero que el profesor sea el protagonista, es más fácil para mí.*

H: *Pero es que si siempre está el profesor diciéndonos lo que tenemos que hacer nunca vamos a saber hacer las cosas nosotros mismo.*

H: *Yo estoy de acuerdo con ella, prefiero aprender a hacer las cosas para luego cuando lo tenga que hacer sola no frustrarme.*

M: *Yo prefiero como lo hacemos ahora. Si tenemos que quedarnos en el aula, mejor que sea así.*

Investigadora: *Muy bien, habéis dicho cosas que me han ayudado mucho. Gracias. Ahora, como se nos acaba el tiempo, me gustaría que, como si estuvierais en un programa de televisión (...) me dijerais en una frase algo relevante que habéis sacado de esta conversación. Cada uno de vosotros tiene que decir algo. Os voy a dar un minuto para pensar y luego empezáis a hablar.*

-SILENCIO-

H: *Las clases de ciencias sirven para poder utilizar los conocimientos en el día de mañana.*

H: *Si aprendemos bien podemos usar los conocimientos mejor.*

M: *Me gusta más libertad para decir lo que pienso en clase.*

H: *En las clases de ciencias también podemos desarrollar nuestro pensamiento y la imaginación.*

H: *La clase de Ciencias debe tener más prácticas e investigaciones.*

M: *Si no sabes pensar bien no podrás usar tus conocimientos de ciencias bien.*

M: *Desarrollar el cerebro es más importante que memorizar las cosas.*

H: *Hay que entender bien para que se nos queden los conocimientos.*

M: *Necesitamos mucho tiempo para procesar bien todo lo que nos rodea.*

M: *Si aprendemos a pensar en clase nos ayuda para mejorar nuestra vida.*

Investigadora: *Muchísimas gracias, chicos, lo habéis hecho muy bien. Ya podéis regresar al aula. ¿Queréis hacer alguna pregunta o comentario?*

M: *Yo, ¿De verdad vas a usar esto para que mejoren nuestras clases de Ciencias?*

Investigadora: *Te doy mi palabra de que al menos lo intentaré.*