

Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

David Postigo Fernández¹, Ileana María Greca¹

¹Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Burgos, Villadiego, s/n, CP 09001, Burgos, España.

E-mail: imgreca@ubu.es

Resumen

En este trabajo realizamos una investigación cualitativa para estudiar la viabilidad de la metodología de indagación en ciencias naturales en las aulas españolas. Para ello, diseñamos una unidad didáctica planteada con esta metodología, que implantamos en un aula de segundo curso de primaria de un colegio español, sobre el tema de fuerzas. Los resultados parecen mostrar que es viable utilizar esta metodología, ajustándose a los tiempos y al currículo impuestos en España. Además, la comprensión que alcanzan de los conceptos científicos abordados es, en general, muy alta, comparada con la alcanzada con la metodología tradicional, destacando los resultados alcanzados por alumnos con dificultades que parecen desarrollar una mayor comprensión de los conceptos propuestos tras poder experimentar de forma práctica con ellos.

Palabras clave: Metodología de indagación, Ciencias, Enseñanza primaria, Fuerzas, Unidad didáctica.

Abstract

In this research we carried out a qualitative research for studying the viability of the inquiry learning in science in the Spanish educational system. To achieve this, we designed a teaching unit about forces which is done through the use of the aforementioned methodology in a 2nd year grade class in a Spanish school. The results seem to show that this methodology is viable, fitting with the times scheduled by the Spanish curriculum and their contents. The students seem to reach a high comprehension of the concepts studied, and students with educational needs achieve a better command of the concepts given after the chance of experimenting in a visual way with them. Revisar cuidadosamente la redacción del resumen en inglés.

Keywords: Learning by inquiry, Sciences, Elementary school, Forces, Teaching unit.

I. INTRODUCCIÓN

Informes de la Unión Europea (Rocard, 2006) y resultados de la investigación en didáctica de las ciencias (Jimenez Aleixandre, 2000; Sanmartí y otros, 2011; Pujol, 2003) sugieren revisar radicalmente la manera en que se está enseñando la ciencia en nuestras escuelas si se desea formar ciudadanos científicamente alfabetizados para el siglo XXI. Entre otras medidas, se recomienda incidir en una enseñanza de las ciencias por indagación desde los primeros ciclos así como que los maestros sean capaces de transmitir emoción ante el conocimiento de la ciencia, de manera que puedan captar el interés y la ilusión, necesarios para la participación activa de los alumnos de Primaria. Además, en el caso de España, la necesidad de un cambio en la docencia de las ciencias naturales en el ámbito de la educación primaria, viene avalada por los resultados del último informe PISA, en el cual se establece que España no alcanza el promedio de la OCDE por 5 puntos (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012). Sin embargo, su presencia en las aulas de la escuela primaria en España es prácticamente inexistente y, aunque se han desarrollado varios estudios sobre la indagación relacionados con la docencia en secundaria, no ocurre lo mismo con la escuela primaria.

Por ello, hemos diseñado una pequeña secuencia didáctica por indagación sobre el tema de fuerzas para primer ciclo de la educación primaria. En este trabajo, presentamos dicha secuencia y los resultados obtenidos en su implementación.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La enseñanza de las ciencias mediante la indagación es una metodología para la enseñanza de las ciencias que data de 1910 y es propuesta por John Dewey, pedagogo, filósofo y psicólogo estadounidense. A pesar que desde entonces ha sufrido algunos cambios, la base sigue siendo la misma (Woolfolk, 2010).

Parte de la fundamentación de esta metodología defiende que los niños por sí solos sienten curiosidad por la ciencia, aunque por sí sola no es suficiente como para que les guste estudiarla. Por otro lado, la enseñanza tradicional se sustenta en el aprendizaje de conceptos, que los alumnos aprenden por repetición memorística y de manera poco contextualizada, sin conseguir que los niños aprendan los aspectos más básicos de los conceptos científicos ni se sientan atraídos hacia ella.

Las pautas que debe seguir esta metodología son (Fabiani, s.f.):

1. Los estudiantes observan un problema que les resulta real y cercano, y a partir de él realizarán una investigación que les lleve a descubrir el conocimiento que se asocia al problema.

2. En el desarrollo de la investigación, los estudiantes van elaborando hipótesis y planteando argumentos con sus propias palabras. Construyen sus propias ideas y poco a poco van construyendo su propio conocimiento.

3. Las actividades que realizan los alumnos son secuenciadas por el maestro, que es el que se encarga de que los conocimientos que adquieren los alumnos estén debidamente graduados y secuenciados.

4. Se requiere de varias semanas para abordar un problema determinado. Esto quiere decir que aunque no es necesario que la actividad forme parte del plan de estudios, sí es recomendable que sea sobre algún tema que forme parte del mismo o esté relacionado.

5. Cada estudiante lleva su propio registro de las actividades: cuaderno de campo o bitácora. En este cuaderno el alumno anota todo lo que observa, analiza, concluye y aprende del problema que está observando.

6. El objetivo es que el alumno se vaya apropiando progresivamente de los aprendizajes, para que sea significativo. En el proceso habrá consolidación de la expresión oral y escrita de los aprendizajes.

7. La colaboración con Internet también es posible, facilitando el acceso a la información y a las respuestas a las preguntas que ellos se vayan haciendo. También facilitará la creación de redes de trabajo entre maestros que quieran trabajar con la metodología de indagación.

En esta metodología es central el trabajo en grupo, que se realiza con grupos de entre 4 y 5 escolares, debido a dos razones fundamentales. Por una parte, una razón epistemológica, ya que la ciencia moderna no puede ser entendida sin la colaboración interpersonal, partiendo de teorías previamente elaboradas por otros científicos y avanzando en grupos de investigación, además de estar constantemente sometida a procesos de revisión por parte del resto de la comunidad científica. Por la otra, una razón didáctica, dado que según el constructivismo social de Vygotsky, el hecho de trabajar juntos, de discutir, así como la realización de actividades culturales y el entorno es lo que ayudarían a moldear el desarrollo y conocimiento individual de los alumnos (Woolfolk, 2010).

En relación a la temática elegida, el tema de fuerzas, en el Real decreto 40/2007 por el cual se establece el currículo de Castilla y León está contemplado de la siguiente forma para el primer ciclo: "Iniciación práctica a la ciencia. Aproximación experimental a algunas cuestiones elementales: fuerzas de contacto y a distancia, fuerzas de atracción y repulsión, magnetismo, reacciones químicas." Por otra parte, sabemos que es una de los conceptos que más dificultades presentan para los alumnos, sobre el que se mantienen concepciones alternativas hasta pasada la educación secundaria.

III. DISEÑO DE LA PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN

La propuesta fue diseñada teniendo en cuenta los siguientes objetivos, pensados para superar las ideas alternativas de los niños en relación a fuerzas, de acuerdo a lo que plantean Driver, Guesne, y Tiberghien (1999), así como para introducir a los niños en la metodología de la indagación:

- Saber que la fuerza es todo agente capaz de causar movimiento o deformación sobre la materia sobre la que actúa.
- Conocer y discriminar los tipos de fuerza: de contacto y a distancia (gravitacional, magnética, electrostática).
- Saber que las fuerzas a distancia actúan sólo en una determinada área.

- Descubrir a la figura de Newton.
- Familiarizarse con la metodología científica:
 - Surge un problema.
 - Formulación de hipótesis.
 - Recogida de información.
 - Análisis de resultado.
 - Contraste con la hipótesis.

La propuesta fue pensada para ser desarrollada durante 2 semanas, a lo largo de 7 sesiones, con el cronograma y objetivos que aparecen en la Tabla I.

TABLA I. Cronograma y objetivos de la secuencia didáctica.

Sesión/temática	Contenidos/objetivos
1ra. Sesión: Newton y las manzanas	Lectura y discusión de un texto especialmente diseñado para descubrir las ideas previas de los alumnos, introducir el tema de fuerzas e iniciarles en la historia de los problemas que Newton intentaba resolver. El texto sirve también para plantear la pregunta eje de la indagación: <input type="checkbox"/> Si todo va hacia la Tierra/el suelo/abajo, ¿por qué un astronauta flota en el espacio profundo?
2da. Sesión: Experimentación	Los alumnos realizarán en grupos las experiencias de 4 “estaciones” diferentes: Estación de fuerza de rozamiento (en la que comprueban la existencia de esta fuerza y su oposición al movimiento); Estación fuerza magnética (en la que experimentan con el magnetismo y visualizan el concepto de “campo” que da pie a la construcción del concepto de fuerzas a distancia); Estación fuerza electrostática (donde podrán apreciar los efectos de esta fuerza y consolidar los conceptos de “campo” y de fuerzas de acción a distancia) y Estación de gravitación (en donde observan cómo la masa afecta a la fuerza y cómo las distintas fuerzas causan diferentes deformaciones). Cada grupo realizará todas las experiencias, siguiendo guiones, como el que aparece en el anexo 1.
3ra. Sesión: ¿Qué tienen en común un niño pequeño y un científico aeroespacial?	Este texto será empleado para introducir las fases de la metodología científica y para que vean su correspondencia con lo realizado en las estaciones en la sesión anterior.
4ta. y 5ta. Sesión: discusión y profundización de las experiencias realizadas en la sesión 2.	En estas sesiones, son desglosadas las experiencias de manera individualizada y en contraste con lo que cada alumno haya anotado durante las mismas. Para ello, volveremos a realizar las experiencias ante ellos, revisando y discutiendo en base a sus respuestas y lanzando preguntas para que construyan explicaciones más cercanas a las científicamente aceptadas para este nivel.
6ta. Sesión: Comunicación de los resultados.	Como parte fundamental de la indagación los alumnos deben comunicar sus resultados a partir de la confección grupal de un póster. Esta comunicación sirve de resumen de los contenidos tratados, de refuerzo visual y de preparación para la evaluación.
7ma. Sesión: Evaluación	Realización de una prueba escrita cuya parte central (ver anexo 2) la componen casos de aplicación de principios físicos estudiados en situaciones de la vida real, casos que implican los conceptos vistos, pero que los alumnos no han tratado con anterioridad en clase.

La implementación real de la propuesta, realizada durante el período de prácticas del primer autor de esta comunicación, no pudo ser realizada tal como estaba previsto, por motivos intrínsecos a la actividad escolar del centro. Tuvo que ser reducida a 4 sesiones, eliminándose la 3, la 5 y la 6. El grupo sobre el que fue implementada era un segundo curso de primaria, con niños con edad promedio de 7 años. Son 15 alumnos, siendo 7 chicas y 8 chicos, incluyendo dos alumnos con necesidades educativas especiales. Estos alumnos ya habían dado el tema de fuerzas de forma tradicional con otro profesor cuando pudimos empezar la implementación de nuestra unidad, aunque no habían profundizado hasta el punto que nosotros queríamos.

IV. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN

A. Metodología de la investigación

La metodología de investigación seguida es una metodología cualitativa, que intenta dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Es posible implementar la metodología de indagación con alumnos de primer ciclo y obtener resultados positivos en términos de aprendizaje?

2. ¿Hay diferencias entre los resultados conseguidos, en términos de aprendizaje, por los alumnos usando la metodología tradicional y la indagación? En particular, ¿ayuda esta metodología a aprender ciencias a niños con dificultades de aprendizaje?

En esta investigación hemos dispuesto de las siguientes herramientas para recoger datos: Observación participante; Producciones escritas de los alumnos (las fichas del anexo 1, rellenas por cada alumno y nuestra evaluación final que realizaron de forma individual); Cuaderno de campo del investigador (donde se anotaron las cuestiones que fueron saliendo durante las clases); Evaluación tradicional (que los alumnos realizaron para su evaluación ordinaria del tema).

B. Resultados

Vamos a analizar los resultados teniendo en cuenta cada una de las preguntas antes formuladas.

La pregunta 1 pretendía estudiar en qué medida la implementación de la indagación era viable en Primaria. Presentaremos inicialmente el punto de partida de los alumnos, es decir sus ideas previas. Durante la primera sesión, a partir de la discusión posterior a la lectura del texto sobre la manzana de Newton, recogimos ideas previas como las que siguen: *“La Tierra es como un imán que atrae las cosas”* (Al. 12), *“Las cosas caen porque hay gravedad”* – añadió otro. *“El astronauta flota porque hay muy poca gravedad”* (aparece el término de “gravedad cero”); *“las fuerzas hacen movimiento”*, *“las fuerzas rompen cosas”*, *“las manzanas caen porque están maduras”* (no surgió la cuestión de “caen porque quieren” que esperábamos), *“la Tierra atrae a las cosas porque es muy grande”*.

Es decir, las ideas alternativas no iban desencaminadas probablemente porque estaban viendo el tema de fuerzas de manera simultánea con el otro maestro de ciencias. Tras la aplicación de nuestra propuesta, parecen haber alcanzado niveles de concreción mayores, respondiendo a las preguntas de la sesión 1 con términos como los que usaba el alumno 14: *“El astronauta no cae porque está fuera del campo de gravedad de la Tierra”* o respondía exitosamente el alumno 3: *“Para que haya fuerza siempre tiene que haber dos cuerpos”*. Es decir, se aprecia una evolución en sus ideas previas iniciales.

En relación a los objetivos que nos habíamos planteado en la secuencia, si analizamos la prueba de evaluación, las fichas y nuestras anotaciones en el cuaderno de campo, de modo global podemos afirmar que, de los objetivos establecidos, los alumnos han comprendido:

❖ La diferencia entre fuerzas de contacto y a distancia.

Durante el repaso de la sesión 4, lanzamos preguntas que hacían alusión a los campos de las fuerzas para ver si habían adquirido este concepto, y sorprendentemente algunos alumnos habían extrapolado el concepto del campo gravitacional al campo magnético, y a la vez lo distinguían del rozamiento, por ejemplo: *“Los imanes también tienen campo, ¿verdad?”* nos inquiría el alumno 5. Y a la pregunta: *“¿Creéis que el rozamiento tiene campo?”* Algunos alumnos se precipitaron a responder que sí, aunque tras un tiempo de razonamiento, la mayoría dijo que no, que el rozamiento no tenía campo y que sólo actuaba cuando había movimiento. Destacamos que en las clases para este nivel de alumnado consideramos adecuado emplear el verbo “tener” para referirnos a los campos generados por las cargas, imanes y Tierra, empleando un vocabulario más cercano a ellos para que lo entendieran mejor. La idea era que pudiesen comprender que alrededor de algunos objetos particulares, aparecía una región sobre la cual ese objeto ejercía una acción.

❖ Qué fuerzas son a distancia y cuáles de contacto.

Durante esta misma sesión, y solamente en base a lo previamente expuesto, procedimos a hacer una clasificación grupal de fuerzas de contacto y a distancia en el encerado. El profesor decía el nombre de una fuerza y preguntaba: ¿esta fuerza tiene campo? Los alumnos relacionaban la presencia de campo a fuerzas a distancia y su ausencia a fuerzas de contacto. En el caso de la electrostática se lo pensaron, pero cuando el maestro preguntó por lo que pasaba con las virutas de papel, si se atraían de cerca o si por el contrario tenían que tocarlas para que se pegaran, rápidamente dijeron que era una fuerza de acción a distancia.

❖ Que la masa influye en la fuerza.

Por ejemplo, nuestro alumno 2, uno de los alumnos con necesidades educativas especiales, afirmaba en la ficha de la estación de gravitación y en el ítem 3 de la evaluación que ejerce más fuerza al caer el objeto que más pesa.

❖ Que para que haya fuerza se necesitan dos cuerpos que interaccionan.

Aunque al principio les resultó algo confuso, en la cuarta sesión los alumnos ya afirmaban que para que haya fuerza se necesitan dos cuerpos que interactúen, como decía el alumno 3 que citábamos previamente. También fueron capaces de poner, en gran grupo, ejemplos relacionados con la gravitación y el rozamiento: Niño que corre – aire, astronauta – planeta Tierra (dentro del campo), manzana – planeta Tierra, imán – hierro, entre otros. En relación al rozamiento ejercido por el aire, en la primera sesión un debate al respecto, dado que el alumno 3 dijo que *“en el parque de Arcos nunca hay aire”*. Hicimos un inciso para comentarla que lo que no hay es viento intenso, pero que aire tenía que haber porque lo necesitaba para respirar. También le lanzamos la pregunta de si sentía el aire en la cara al correr rápido en el parque de Arcos, y le invitamos a que lo probara esa tarde. Nos dijo al día siguiente que sí que lo había sentido, y relacionamos esta experiencia con el rozamiento del aire. A partir de esta pequeña experiencia creemos que es posible que el alumno 3 adquiriera bien el concepto de rozamiento del aire.

❖ Que los imanes solo atraen a determinados metales.

Esto es algo que se puede comprobar atendiendo a las hojas de la estación de magnetismo: ante la pregunta *“¿a cuáles atrae?”* los alumnos sólo citan a los elementos que tienen hierro: estropajo, el portatizas (generó debate, porque atraía al muelle que tenía dentro y los alumnos anduvieron debatiendo el motivo por el cual le atraía si no era de hierro aparentemente), los clips...

❖ Que el efecto de los globos sobre el pelo, otro globo o virutas de papel se debe a una fuerza, que se llama fuerza electrostática.

Los alumnos, en sus evaluaciones respondieron, en general, bien al ítem 2, que versaba sobre esta fuerza y su posible aplicación; también en la ficha de la fuerza electrostática empiezan a sentar las bases para estudiar la electricidad diferenciando que entre globos se repelen y con las virutas o el pelo se atraen (diferentes cargas se atraen, mismas se repelen).

Muchos ya conocían los efectos de esta fuerza previamente, pero mediante la experimentación y desglose comprendieron cómo funciona y que realmente es una fuerza relacionada con la electricidad. A los chicos del grupo del alumno 8 (el otro alumno con necesidades educativas especiales), por ejemplo, no les salió bien la parte de la regla y en su ficha establece este chico: *“La regla no atrae a la lata porque no tiene electricidad”*. La alumna 1 tiene la misma respuesta en su ficha.

❖ Que el rozamiento es una fuerza que se opone al movimiento.

Durante la experimentación en la estación de rozamiento casi todos los alumnos presentan esta ficha bien realizada. Durante la sesión 4, explicamos a los alumnos el caso del rozamiento con el suelo, y con el caso del alumno 3 “del parque de Arcos”, hablamos de la fuerza de rozamiento ejercida por el aire. *“La bola no rodará lo mismo porque el suelo rugoso la frena”* establece el alumno 9. Y este mismo alumno, a la pregunta: *“Si una superficie fuera lisa, pero que muy lisa, como un cristal, ¿qué pasaría?”* responde *“Que no se frenaría”*. El alumno 14 también hace alusión a la fuerza de rozamiento en el ítem 4 de la prueba de evaluación.

Por otra parte, no hemos logrado lo siguiente:

❖ Establecer el conocimiento de que aunque un cuerpo esté en reposo, sigue habiendo fuerzas que actúan sobre él, a pesar de que se contrarresten.

Al realizar la pregunta sobre si sobre un libro en reposo sobre una mesa actuaban fuerzas, el alumno 5 respondió contundentemente que sí. Cuando lanzamos la pregunta al resto de la clase para ver si estaban de acuerdo, ninguno se mostró disorde con la idea, y aunque volvimos a replantear la situación, se aprecia en las pruebas de evaluación que es un ítem que siguen fallando con frecuencia.

❖ Plasmar de manera gráfica los resultados y conclusiones del tema, mediante el póster, que se habría hecho en la última sesión, que tuvimos que omitir.

❖ Evidenciar que el procedimiento que los alumnos seguían al completar las fichas se correspondía con la metodología que seguían los científicos, actividad que se hacía en la sesión 3 y que hemos tenido que omitir.

Además de estos aspectos de tipo cognitivo, cabe destacar su actitud durante la indagación. Aunque la indagación planteada estaba muy dirigida, los alumnos consiguieron trabajar en grupos, hacer predicciones y evaluar en qué medida los resultados de sus experimentos correspondían o no a sus resultados previstos. A partir de esto, las discusiones posteriores en gran grupo tuvieron sentido para los niños y les permitieron discutirle al profesor, como en el ejemplo del portatizas.

Tras esta valoración, en general positiva, consideramos que es posible implementar esta metodología desde el primer ciclo de educación primaria. A su vez, ayuda mucho a la consecución de objetivos los niveles de motivación alcanzados, ya que, como comentaba el alumno 4 durante la ejecución de la segunda sesión: “David, ¡qué chulos son los experimentos!” y el alumno 11 comentaba con sarcasmo tras terminar la ejecución de la unidad: “Claro, como no nos traes más experimentos para que hagamos...”. También recogimos comentarios positivos entre sesiones, ya que pudimos empezar a experimentar en la sesión 1, y dejarlo a medias para proseguir en la segunda, y entre sesiones, algunos alumnos, como el 2 y el 14 dijeron: “David, ¿cuándo nos vas a dejar seguir con los experimentos?”.

La pregunta 2 pretendía estudiar si había diferencias entre los resultados conseguidos, en términos de aprendizaje por los alumnos usando la metodología tradicional y la indagación y si en particular ayudaba esta metodología a aprender ciencias a niños con dificultades de aprendizaje.

Para evaluar a los alumnos, hemos usado una evaluación continua que incluía el comportamiento y actitud durante las clases y en particular durante el trabajo grupal (10 % de la nota final), las fichas realizadas en las estaciones (30% de la nota final) y la prueba escrita (60% de la nota final).

Vamos ahora a comparar las calificaciones obtenidas en nuestra evaluación y en la que hicieron sobre la unidad 10 del libro en la asignatura de conocimiento del medio impartida por la docencia habitual (presentación del profesor; lectura y memorización por parte de los alumnos). En primer lugar destacamos que en ese examen sobre el tema 10 se componía de pruebas de definición y asociación, que sólo requieren de habilidad memorística y repetición. Si se observa la prueba de evaluación que proponemos para nuestra unidad (ver anexo 2), se aprecian también preguntas de verdadero y falso, pero la parte central la componen casos de aplicación de principios físicos estudiados en situaciones de la vida real, casos que en cualquier caso los alumnos no habían tratado con anterioridad en clase, aunque implicaran los conceptos vistos. Es decir, nuestra prueba no requería de memorización, sino de extrapolación de unos conceptos vistos mediante experimentación a otras situaciones, es decir, un proceso cognitivo más complejo.

Teniendo esto en cuenta, hemos establecido una comparativa entre la nota que obtuvieron en nuestra unidad y la calificación obtenida en el examen del tema 10 (Tabla II). Se puede apreciar que los alumnos más disruptivos de clase, como son la número 1 y el número 6, pierden mucha nota porque la evaluación que nosotros planteamos requiere de un esfuerzo y atención continuadas, y esto es algo que, como ambos tienen buenas capacidades cognitivas, obvian por ser buenos en las pruebas escritas tradicionales. Sin embargo, los alumnos 2 y 8, que presentan insuficientes con notas de 2 y 1 respectivamente en la evaluación ordinaria del tema, evolucionan hasta superar el 4 estableciendo una diferencia significativa. De hecho, consideramos que de haber dispuesto de las sesiones de la manera estipulada, es probable incluso que hubieran aprobado, vista la evolución experimentada.

Si hablamos de los alumnos con notas en torno a 7 en la evaluación ordinaria del tema, se aprecia que en algunos casos, como en la alumna 11 no hay apenas cambio en la nota numérica; sin embargo, tal como se ha indicado en el punto anterior, parece haberse conseguido un mejor aprendizaje de los conceptos científicos. Otros alumnos, como es el caso del 14, parecen haber adquirido una consciencia plena de los tipos de fuerza propuestos y sus diferentes manifestaciones, empleando un lenguaje científico y llamando a las cosas por su nombre, algo que con 7 años no se espera de casi ningún niño.

Como conclusión, podríamos decir que este tipo de unidad y de evaluación parece ayudar especialmente a chicos con problemas para la abstracción. Si tenemos en cuenta que esta forma de trabajo privilegia la “representación” de conceptos abstractos, posible al menos para estos niveles, y que nuestra propuesta incide fundamentalmente en hacer palpables los conceptos, relacionando la ciencia con el mundo que rodea a los niños, consideramos que se favorece de esta forma sus comprensiones iniciales sobre los conceptos. El trabajo en grupo también parece beneficiar a estos alumnos con dificultades, dado que el aprendizaje que recibimos de nuestros iguales es muy a menudo recibido con mayor facilidad que el que recibimos de un adulto, en base al constructivismo social vyotskiano del que hablamos en la fundamentación teórica. De hecho, cuando trabajaron en grupo, lo hicieron de forma integrada con sus compañeros, cosa que normalmente no sucede en clase.

Los alumnos que normalmente destacan parecen también ser beneficiados con el uso de este tipo de metodología: mejoran su interacción social con el trabajo en grupo, vivencian contenidos que de otro modo probablemente sólo estudiarían de manera abstracta e inconexa del mundo en el que viven y aprenden de manera significativa, sentando bases más científicas para futuros proceder. Se aprecia en

esta unidad el crecimiento de ciertos alumnos, muchos con notas de 8 en la prueba ordinaria, que crecen en rendimiento.

En suma, creemos que la respuesta a nuestra segunda pregunta de investigación en base a las evidencias aportadas, es que la metodología de indagación en ciencias ayuda a los alumnos respecto a la metodología de instrucción directa y especialmente a los alumnos con necesidades educativas especiales, que se benefician de un aprendizaje más relacionado con la experimentación y la praxis que con la memorística.

TABLA II. Notas obtenidas en la evaluación continua y su comparación con la nota de la evaluación tradicional.

Alumno	Ev. Continua: Comportamiento (sobre 1 punto)	Ev. Continua: Fichas (sobre 3 puntos)	Ev. Continua: Prueba Escrita (sobre 6 puntos)	Total Ev. Continua (sobre 10 puntos)	Ev. Tradicional (sobre 10 puntos)
1	0,5	2,5	2,9	5,75	8
2	1	2	1,5	4,5	2
3	0,5	2	4,15	6,65	8
4	1	3	4,55	8,55	8
5	1	2	5,05	8,05	10
6	0,5	2,5	2,8	5,6	8
7	1	2,25	4	7,25	8
8	0,5	2	2,25	4,75	1
9	1	2,5	2,5	6	6
10	1	2	5	8	9
11	1	2,75	3,4	7,15	7
12	1	3	3,9	7,9	8
13	1	2	3,4	6,4	6
14	1	3	6	10	9
15	1	2,75	5,25	9	8

V. CONCLUSIONES

Introducir la metodología de la indagación en la escuela primaria, así como cualquier innovación metodológica, supone un reto. Muchas veces los maestros alegan que con esta forma de trabajo “se pierde tiempo”, que los niños no son capaces de trabajar en grupo, que no se avanza en los contenidos que deben ser abordados y que no disponen de los recursos materiales para realizar las experiencias. La propuesta que presentamos así como los resultados de su implementación parecen mostrar que no solamente es viable – con el tiempo y recursos disponibles así como en relación a los temas incluidos en el currículo oficial – sino que los niños parecen aprender mejor, además de sentirse más motivados hacia las ciencias.

REFERENCIAS

Rocard, M. (2006). *Informe sobre la enseñanza científica en Europa*. Publicación electrónica en <http://www.ec.europa.eu/research/science-society>. Consultado el 17 de mayo de 2014.

Sanmartí, N.; Burgoa, B. y Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, pp. 62-69.

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos.. En F. J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata.

Fabiani, H. V. (s.f.). Página web de la universidad de Antofagasta. Consultado el 17 de mayo de 2014, de <http://www.uantof.cl/LEM/pagina/pagina/que%20es%20ecbi.pdf>

ANEXO 1

Ejemplo de fichas de las estaciones

Estación de rozamiento

Observa la estación: verás una bola y dos suelos diferentes. ¿Qué diferencia hay entre ambos suelos? Míralos y tócalos.

Si ponemos a la bola a rodar en ambos suelos, ¿rodará lo mismo en uno que en otro?

¿Por qué lo crees?

¿En cuál se detendrá antes?

Compruébalo: Coloca la bola sobre cada una de las superficies, y da a la bola un suave empujón, el mismo en cada caso. ¿En cuál rueda mejor?



Volvemos al principio: ¿Es lo mismo que habías pensado que pasaría?

Si una superficie fuera lisa, pero que muy lisa, como un cristal, ¿qué pasaría?

ANEXO 2

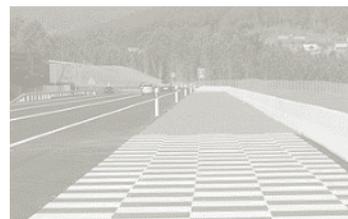
Evaluación final de los alumnos

1. Imagina que se te ha caído un juguete pequeño de hierro en una botella llena de agua. Quieres sacarlo pero sin tirar el agua. Tienes cerca de ti un globo, un imán y una pajita. ¿Qué elemento elegirías para sacar el juguete? ¿Por qué?

2. Imagina que estás preparando una fiesta de cumpleaños para un amigo y que está a punto de entrar en la sala, pero no te queda cello para pegar el último globo a la pared. ¿Cómo lo pegarías usando alguna de las fuerzas que hemos estudiado?

3. Un obrero tiene que romper en poco tiempo un suelo de cemento muy duro, y tiene dos martillos. Uno pesa 2 kilos y otro pesa 4 kilos. ¿Cuál crees que escogerá y por qué?

4. En las carreteras hay unos carriles de frenado de emergencia como el de la figura, en los que encontramos tierra removida. Se usan para parar a los coches cuando no pueden frenar. ¿Por qué te parece que frenan mejor a los coches?



5. ¿Verdadero o falso?

Para que haya fuerza siempre hay dos cuerpos que interactúan.

La fuerza magnética actúa sobre cualquier tipo de cuerpos.

Si una cosa está quieta, no actúan fuerzas.

Las fuerzas hacen que cambie el movimiento de un cuerpo.

Las fuerzas no producen deformaciones en los cuerpos.

Todos los objetos pueden ejercer fuerzas sobre otros.

Sobre una pelota que rueda en el parque no actúa ninguna fuerza y por eso se detiene.

Hay fuerzas que actúan a distancia y otras que actúan por contacto.

6. ¿Qué fuerzas actúan en cada caso? Relaciona:

Un imán y objetos de hierro	La fuerza electrostática
Un astronauta en el espacio	La fuerza de gravedad de la Tierra
Una manzana cayéndose al suelo	La fuerza de gravedad de la Tierra y la fuerza que ejerce la mesa
Una bola rodando en el suelo	No actúa ninguna fuerza

Una regla que has frotado moviendo unos papeles	La fuerza magnética
Un libro sobre una mesa	La fuerza de rozamiento