



COLECCIÓN CONOCIMIENTO CONTEMPORÁNEO

Innovación en la docencia e investigación de las ciencias sociales y de la educación

Coordinadores

Rabia M^a Rabet Temsamani

Carlos Hervás Gomez

Dykinson, S.L.

Con el patrocinio de:



CENTRO PARA LA DIVULGACIÓN
DEL CONOCIMIENTO UNIVERSITARIO
LA UNIVERSIDAD A TU ALCANCE



DECOMESI
Derecho Común Europeo
y Estudios Internacionales

INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA E INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES
Y DE LA EDUCACIÓN.

Diseño de cubierta y maquetación: Francisco Anaya Benítez

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Dykinson S.L.

Madrid - 2021

N.º 27 de la colección Conocimiento Contemporáneo
1ª edición, 2021

ISBN 978-84-1377-590-6

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de Dykinson S.L ni de los editores o coordinadores de la publicación; asimismo, los autores se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

INSTRUCCIÓN ENTRE IGUALES CON VIÑETAS CONCEPTUALES: UNA PROPUESTA EN EL GRADO DE MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN UN CONTEXTO INDAGATIVO

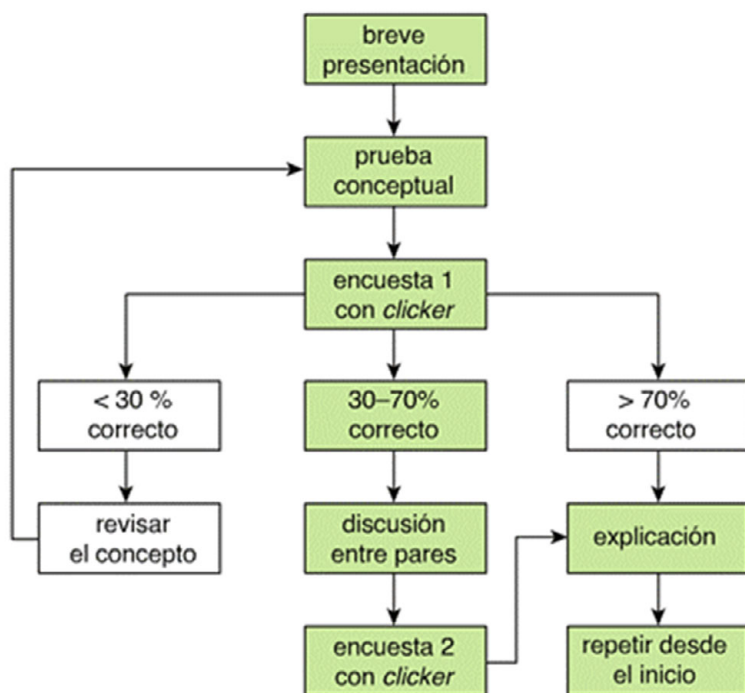
GREGORIO JIMÉNEZ VALVERDE

Grupo de Innovación Docente EduCits. Universitat de Barcelona

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales inconvenientes de la instrucción tradicional en las universidades, en la que el docente se comporta como un conferenciante, es que los estudiantes son meros observadores pasivos, que simplemente memorizan el contenido y que, en ocasiones, son incluso capaces de responder correctamente a determinadas preguntas del examen sin haber comprendido el concepto sobre el cual se está preguntando (Lujan y DiCarlo, 2006). Esto lleva que se den situaciones como la que describió Eric Mazur (2009) en un curso introductorio de física en la Universidad de Harvard en el que el alumnado había recibido formación sobre las tres leyes de Newton: los estudiantes eran capaces de recitar dichas leyes, pero no eran capaces de aplicarlas para responder sencillas preguntas conceptuales. Y cuando Mazur intentaba volver a explicar las leyes de Newton a los estudiantes que no las habían entendido, observó que algunos de ellos entendían mejor la explicación si era otro compañero de clase, y no él, quien se las explicaba. A raíz de este hecho, Mazur propuso en 1991 una metodología, llamada instrucción entre iguales (o entre pares, *peer instruction*) que, en síntesis, permite la mejora de la comprensión de un concepto a través de la discusión entre los propios estudiantes.

FIGURA 1. Secuencia de la instrucción entre iguales, según el modelo desarrollado por Eric Mazur, de la Universidad de Harvard.



Fuente: Wikipedia (<https://bit.ly/3hYMkVc>)

Las fases de la instrucción entre iguales, tal y como la fueron propuestas Eric Mazur se ilustran en la figura 1 y, de manera esquemática, son las siguientes (Mazur, 2014):

- El docente explica brevemente el concepto (o los estudiantes lo han estudiado antes de la sesión de clase).
- El docente proyecta una pregunta/prueba conceptual (*Concept-Test*) para toda la clase, que es una pregunta clara y concisa de opción múltiple, en la que hay una opción correcta, y el resto de las opciones suelen ser “distractores”, es decir, respuestas erróneas típicas sobre el concepto en cuestión. Cada pregunta debe tratar sobre un único concepto, la dificultad de la pregunta ha de estar ajustada y no pueden ser resueltas simplemente habiendo memorizado o aplicando directamente una

fórmula: estas preguntas requieren necesariamente haber comprendido el concepto para ser contestadas correctamente (Rosenberg et al., 2006).

- Los estudiantes deben pensar la pregunta individualmente y elegir una respuesta. Para indicar qué respuesta han elegido, utilizan sus *clickers*: transmisores similares a un pequeño mando a distancia, que emiten, por infrarrojos o radiofrecuencia, la respuesta del estudiante a un receptor que acumula las respuestas y que permite al docente tener un *feedback* instantáneo de sus estudiantes. Estos dispositivos involucran a los estudiantes en la clase y los anima a participar, incluso a aquellos que normalmente no suelen participar por timidez o por temor a ser criticados o ridiculizados si responden incorrectamente (Beekes, 2006), consiguiendo un aumento de la atención, de la participación y del rendimiento del alumnado (Duncan, 2005; Simpson y Oliver, 2007; Stowell y Nelson, 2007).
- El docente comprueba el tanto por ciento de estudiantes que han elegido la respuesta correcta. La pregunta conceptual se descarta si es demasiado fácil (más del 70% del alumnado ha respondido correctamente) o demasiado difícil (menos del 30% del alumnado ha contestado adecuadamente).
- Si el porcentaje de alumnado que respondió correctamente está comprendido entre el 30 y el 70%, el docente pide a los estudiantes que busquen a un compañero que haya elegido una respuesta diferente a la de ellos y que, durante un par de minutos discutan la respuesta, cada uno de ellos tratando de convencer al otro de que su respuesta es la correcta y evaluando por qué la respuesta del compañero es incorrecta. Si, de acuerdo con Shiland (1999), la construcción del conocimiento es básicamente un proceso social en el que el significado se construye en el contexto del diálogo con otros, entonces, es muy probable que, mediante un proceso de discusión, aumente el porcentaje de estudiantes que acabe eligiendo la respuesta

correcta. Es muy importante que ambos estudiantes participen en la discusión y que verbalicen los motivos que los llevaron a elegir su respuesta. El docente, mientras el alumnado discute en parejas, se mueve por el aula escuchando las explicaciones que dan sus estudiantes, para entender mejor sus errores conceptuales (Arons, 1981) y anima a los menos participativos a que también expresen su punto de vista a su compañero.

- Finalizada la discusión entre los estudiantes, el docente vuelve a formular la misma pregunta a toda la clase y los estudiantes vuelven a responderla con sus *clickers*.
- El docente concluye la actividad. Para ello, el docente puede indicar cuál era la respuesta correcta y explicar por qué las otras alternativas (distractores) eran incorrectas, haciendo referencia a los errores que ha escuchado mientras los estudiantes discutían, o puede pedir que algún estudiante diga qué respuesta eligió inicialmente y cómo cambió su respuesta gracias a la discusión con sus compañeros. Este proceso de conclusión o explicación final es crucial para ayudar al alumnado a superar los errores conceptuales que pudiera tener. No se puntúan las respuestas, en función de si son correctas o no, ya que el objetivo de esta última parte es comprobar si los estudiantes entendieron el concepto o no, no el de calificarlos.

La instrucción entre iguales es una metodología de aprendizaje activo (Idsardi, 2020). Estas metodologías tienen en común el hecho de que implican al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de actividades y/o discusiones en clase, en las que se promueve el pensamiento de orden superior y frecuentemente se realizan en grupos, en oposición a la docencia centrada en el docente, en la que el estudiante adopta un rol pasivo y es un simple receptor de la información (Freeman et al., 2014).

La investigación en psicología ha demostrado que el aprendizaje requiere la participación activa del estudiante (Biggs, 1996) y que involucrar al alumnado en las metodologías activas favorece el aprendizaje significativo, aumenta la motivación y fomenta el desarrollo de

habilidades para la resolución de problemas (Balta et al., 2017; Bretz, 2001). Erol et al. (2015) han clasificado las metodologías de aprendizaje activo en una escala de cuatro niveles, según la dificultad que represente su implementación a un docente acostumbrado a las clases magistrales y han situado a la instrucción entre iguales en el segundo nivel. En las actividades incluidas en este nivel, el docente presenta el contenido y pregunta a sus estudiantes, organizados en grupos, para promover la comprensión. La discusión entre los estudiantes es esencial y, de hecho, es lo que diferencia estas actividades de las del primer nivel. Y, según Mazur (2009), es esta discusión entre estudiantes lo que mejora la comprensión sobre un concepto, incluso cuando ninguno de los estudiantes, en una discusión grupal, responde correctamente a la pregunta inicial.

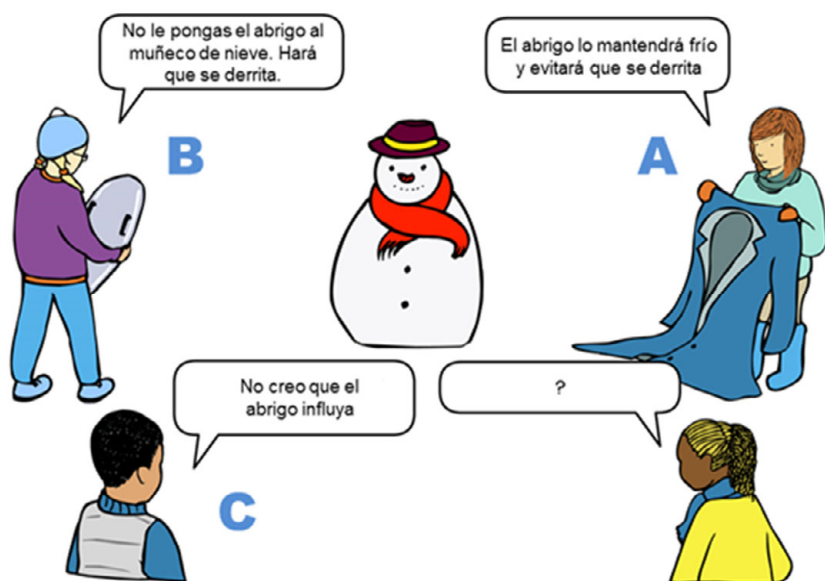
La instrucción entre iguales ayuda, por tanto, a superar las dificultades que tiene el alumnado a la hora de comprender los conceptos fundamentales de la asignatura. Detectar qué preguntas conceptuales suscitaron discusiones más intensas o cuáles permitieron un aumento mayor del porcentaje de respuesta correcta permite al docente ir construyendo un banco de preguntas conceptuales efectivas, si bien existen bancos de este tipo de preguntas disponibles, para evitar tener que empezar de cero (Asirvatham, 2010; Mazur, 2014).

La mayor parte de nuestro alumnado del grado de Maestro de Educación Primaria no ha cursado el bachillerato científico y, de hecho, Pipitone et al. (2019) han comprobado que una parte importante de este alumnado manifiesta emociones negativas al inicio de asignaturas de didáctica de las ciencias. A pesar de los beneficios académicos que la instrucción entre iguales genera en disciplinas científicas (Freeman et al., 2014), pretender llevar a cabo esta metodología con estudiantes de didáctica de las ciencias, con preguntas que giran alrededor de conceptos científicos, puede resultar intimidatorio para parte de nuestro alumnado, sobre todo para aquellos estudiantes que manifiestan esas emociones negativas hacia la ciencia. Es tarea del equipo docente de la asignatura encontrar enfoques y recursos adecuados que puedan ayudar a nuestro alumnado a adoptar una actitud más positiva hacia las ciencias y, por tanto, a favorecer el cambio emocional positivo hacia las

ciencias. En este sentido, nos planteamos la opción de modificar la metodología original de Mazur para que se adapte mejor a la tipología de estos estudiantes.

Se han descrito diferentes variaciones de la instrucción entre iguales original propuesta por Mazur, tales como sustituir los *clickers* por tarjetas *flashcards* (Lasry, 2008), eliminar la primera votación individual (Turpen y Finkelstein, 2009), compartir o no con el alumnado las respuestas después de la primera votación (Pérez et al., 2010) o puntuar o no las respuestas del alumnado (James, 2006). Sin embargo, no hemos encontrado experiencias que, justamente, sustituyan las preguntas conceptuales, demasiado centradas en el concepto científico, por otras alternativas que puedan ser menos intimidatorias para el alumnado que cursa asignaturas de didáctica de las ciencias y que no ha cursado el bachillerato científico. A este respecto, un estudio realizado en el Reino Unido (Keogh et al., 2000) detectó una actitud mayoritariamente favorable de estudiantes ingleses de Magisterio hacia un recurso educativo llamado viñetas conceptuales (“*concept cartoons*”). Estas viñetas les permitieron ser más conscientes de sus deficiencias en conocimientos científicos y también les ayudaron a reestructurar la comprensión que tenían de los mismos.

FIGURA 2. Viñeta Conceptual “El muñeco de nieve”. Tres personajes discuten sobre cuál es la mejor manera de evitar que un muñeco de nieve se derrita.



Fuente: Naylor y Keogh (2013). Reproducido, con permiso de los autores.

Las viñetas conceptuales fueron creadas por Keogh y Naylor (1998) y consisten en dibujos tipo cómic en los que aparecen una serie de personajes que, con brevedad y sin usar un lenguaje técnico, expresan distintas opiniones y explicaciones sobre algún fenómeno científico, normalmente en un contexto cotidiano (figura 2), y es este lenguaje simple y el contexto cercano al estudiante lo que provoca las actitudes positivas hacia ellas, además de la estética tipo cómic (Keogh et al., 2000). Entre las distintas opiniones o explicaciones de los personajes suele haber una que representa la visión científicamente correcta, mientras que el resto corresponden a explicaciones erróneas pero creíbles para el alumnado, ya que se basan en la intuición y/o experiencia de los estudiantes y que funcionan, por tanto, como los distractores de las preguntas conceptuales de Mazur.

Además, Naylor, Keogh y Downing (2007) señalaron que las viñetas conceptuales son un estímulo efectivo para la argumentación y para la construcción compartida de conocimiento. Todo lo anterior nos invita

a pensar que las viñetas conceptuales podrían sustituir con éxito a las preguntas conceptuales de Mazur con estudiantes de asignaturas de didáctica de las ciencias ya que, por una parte, generan actitudes positivas hacia ellas en este tipo de alumnado y, por otra, fomentan la discusión y la argumentación entre ellos, aspecto clave en la instrucción entre iguales.

2. OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es describir la adaptación de la metodología original de instrucción entre iguales, propuesta por Eric Mazur (2014), sustituyendo las pruebas conceptuales por viñetas conceptuales, en un contexto que favorezca la indagación, con estudiantes del grado de Maestro de Educación Primaria, en una asignatura de didáctica de las ciencias.

3. METODOLOGÍA

La presente experiencia se ha llevado durante tres cursos académicos (2012-13, 2013-14 y 2014-15) con estudiantes de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía y la interacción” de segundo curso del grado de Maestro de Educación Primaria de la Universitat de Barcelona. De los 165 estudiantes (135 mujeres, 30 hombres), solo 24 habían cursado previamente el bachillerato científico.

La actividad de instrucción entre iguales se ha llevado a cabo al inicio del tema “Estados de la materia: energía térmica y cambios de estado”. A los estudiantes se les presenta la viñeta conceptual del muñeco de nieve (figura 2), en la que aparece un muñeco de nieve y, a su lado, unos personajes que están discutiendo sobre cuál es la mejor manera de retrasar, lo máximo posible, el derretimiento de dicho muñeco, ahora que empieza a hacer calor (es importante dejar claro que la temperatura exterior es positiva, ya que si fuese bajo cero el desenlace sería diferente). Los comentarios de los personajes son los siguientes:

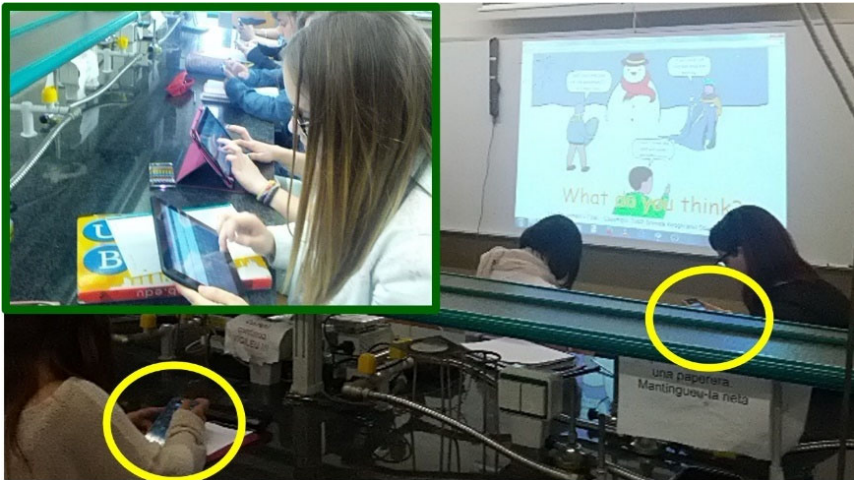
- Personaje A: “El abrigo lo mantendrá frío y evitará que se derrita”.

- Personaje B: “No le pongas el abrigo al muñeco de nieve. Hará que se derrita”.
- Personaje C: “No creo que el abrigo influya”.

A los estudiantes se les pide que, individualmente, decidan en primer lugar cuál de los tres personajes tiene razón y posteriormente que justifiquen su elección, para lo cual se les da unos minutos. Los clickers presentan una serie de inconvenientes, como su alto coste o la limitación que supone solo poder responder preguntas únicamente de respuesta múltiple. Por ello, y teniendo en cuenta que hay aplicaciones que permiten obtener un *feedback* instantáneo del alumnado y que todos nuestros estudiantes disponían de dispositivos móviles con conexión a internet, decidimos que los estudiantes respondieran con sus propios móviles o tabletas (enfoque BYOD, *Bring your own device*) usando la aplicación gratuita *PollEverywhere* (figura 3). En nuestro caso se ha optado por *PollEverywhere* porque, además de permitir respuestas anónimas por parte del alumnado, ofrece la ventaja adicional de poder de realizar preguntas abiertas a los estudiantes, de tal manera que estos pueden, si así lo desea el docente, justificar la respuesta elegida.

Los resultados que se han obtenido en el conjunto de los tres cursos académicos, junto con algunas de las justificaciones recogidas, se muestran en la tabla 1.

FIGURA 3. Estudiantes respondiendo, con sus móviles, a la pregunta de la viñeta conceptual. En la esquina superior derecha, los estudiantes están justificando la respuesta elegida.



Fuente: autoría propia

TABLA 1. Resultados iniciales y algunas justificaciones

Opción (%)	Justificaciones
A (19%)	El abrigo impedirá la transferencia de calor de los rayos del sol al muñeco de nieve. El abrigo hace de aislante y conserva la temperatura del muñeco Cuando queremos mantener una cosa fría la alejamos de los rayos directos del Sol y, por tanto, es mejor taparlo con el abrigo.
B (43%)	El abrigo impide que el calor salga y, como queda dentro, la nieve se funde El abrigo aporta calor al muñeco de nieve. El muñeco coge el calor que tiene el abrigo. El sol transmite energía calorífica y el abrigo, también.
C (38%)	La temperatura de la nieve es siempre de 0°C La lana no es una buena conductora térmica y por tanto es igual que el sol toque la lana o directamente al muñeco. Es indiferente porque el muñeco desprende frío y al ponerle encima la chaqueta como no hay rozamiento, no se genera calor.

Mayoritariamente nuestro alumnado se decanta inicialmente por opciones incorrectas (B o C), con justificaciones similares a las ideas previas erróneas del alumnado de Educación Primaria (Allen, 2020), tales como “el abrigo aporta calor al muñeco de nieve”, idea errónea basada, sin duda, en la experiencia que tienen los infantes de que la ropa de abrigo

nos ayuda a mantenernos calientes en invierno (este tipo de alumnado tiene una experiencia limitada en mantener frías las cosas). Incluso las justificaciones de los que han elegido la opción A no siempre son científicamente correctas, por ejemplo, cuando afirman que es la acción directa de los rayos del Sol la responsable de que se derrita el muñeco o no, sin tener en cuenta la temperatura ambiental.

Globalmente, el porcentaje del alumnado que elige la respuesta correcta no es muy alto (19% en el acumulado de los tres cursos académicos), pero a diferencia de la metodología original de Mazur, hemos aceptado porcentajes de respuesta correcta inferiores al 30% porque, en realidad, todos nuestros estudiantes han recibido formación sobre este tema durante la Educación Secundaria Obligatoria, y esta exploración de conocimientos previos suele poner de relieve que el aprendizaje en dicha etapa educativa no ha sido significativo, al menos, para una parte importante de nuestro alumnado.

Sin embargo, el hecho de que casi la quinta parte de los estudiantes haya elegido inicialmente la respuesta correcta y que la justificación que mayoritariamente han dado sea científicamente correcta (el papel aislante del abrigo dificulta la transferencia de energía térmica del exterior al muñeco) implica que el conocimiento correcto se encuentra entre el alumnado. Siguiendo la metodología de Mazur, el profesor pide entonces a los estudiantes que discutan sus respuestas en grupos de 3 o 4, intentando convencer al resto de que su respuesta es la correcta. De acuerdo con Kuhn, Shaw y Felton (1997), el progreso en el conocimiento individual surge de la discrepancia entre distintos puntos de vista, y es esta discrepancia abierta entre los personajes de la viñeta lo que invita a debatir, a que cada estudiante justifique su punto de vista al respecto y a considerar las explicaciones alternativas de sus compañeros (Wellington y Osborne, 2001), lo cual promueve la argumentación (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez y Duschl, 2000).

Una vez que todos los estudiantes han explicado y argumentado su decisión frente a los compañeros de su grupo, el profesor vuelve a pedir que, individualmente, elijan qué personaje creen que está en lo cierto, usando nuevamente sus dispositivos móviles y *PollEverywhere*. En esta ocasión, el 52% elige el personaje A, el 24% escoge el personaje B y

otro 24% se decanta por el personaje C. Es decir, sin la intervención directa del docente hasta este el momento, ya que únicamente se ha limitado a escuchar las explicaciones de los estudiantes cuando estos discuten en sus grupos, y gracias a las discusiones entre iguales, el porcentaje del alumnado que elige la opción correcta sube notablemente.

Además, en este tipo de viñetas, en las que se pone de manifiesto algún dilema cotidiano, la discusión argumentativa lleva asociada frecuentemente un proceso de indagación necesario para resolver dicho dilema y que favorece la participación activa de los estudiantes en dicho proceso indagatorio (Wallace, Hand y Prain, 2004). Aprovechando esta circunstancia, el profesor pregunta a los estudiantes en este punto de la experiencia cómo podrían comprobar experimentalmente cuál de los tres personajes tiene razón. Este tipo de cuestiones ayuda a los estudiantes a desarrollar sus habilidades indagatorias y su creatividad.

FIGURA 4. Comprobación experimental de la viñeta conceptual del muñeco de nieve. Un bloque de hielo está envuelto en un calcetín de esquiar (izquierda) y el otro, al descubierto (a la derecha) en una zona soleada.



Fuente: autoría propia.

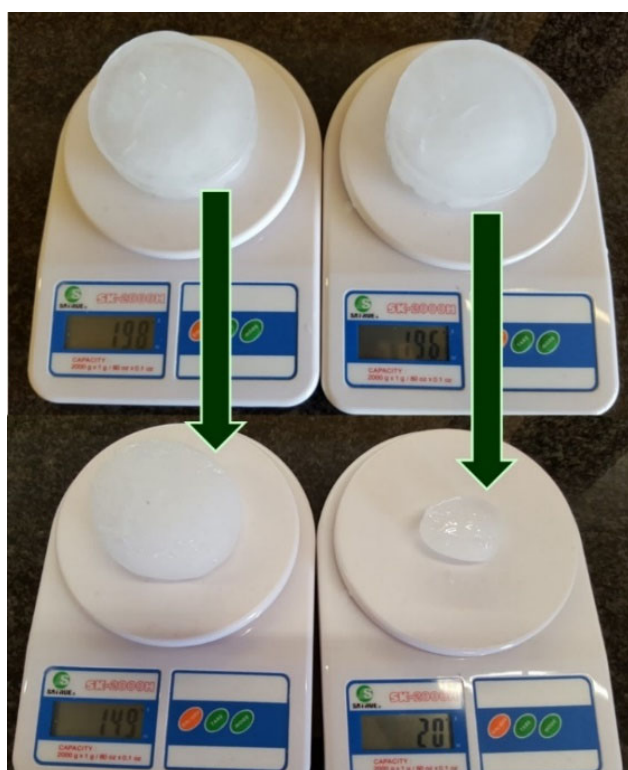
Después de diversas intervenciones de los estudiantes, y con la guía del profesor, el alumnado acaba llegando a la conclusión de que se puede

comprobar cuál de los personajes tiene razón observando si un trozo de hielo cubierto con alguna tela se derrite más o menos que un trozo de hielo idéntico sin cubrir, ambos dejados fuera del congelador durante el mismo tiempo. Entonces el profesor saca dos bloques de hielo similares del congelador del laboratorio y, tal y como han acordado los estudiantes, pone los dos bloques de hielo al sol, pero mientras que uno de los bloques lo introduce dentro de un calcetín de esquiar, el otro lo deja al descubierto (figura 4), para investigar el efecto que tendría sobre el muñeco de nieve el ponerle o no la chaqueta encima (la temperatura del laboratorio siempre es superior a 0°C, obviamente).

A diferencia del método original de Mazur, en nuestra propuesta el profesor lanza por tercera vez la pregunta inicial, pero en esta ocasión, responden los grupos, es decir, los miembros de cada grupo tienen que consensuar una respuesta, lo que implica que los estudiantes tienen que negociar, desarrollar habilidades persuasivas y tratar de convencer a sus compañeros, porque ahora cada grupo elige una única respuesta. Después de unos minutos discutiendo, la nueva votación pone de manifiesto que el 75 % de los grupos ha elegido la respuesta A y el 25% de los grupos, la opción B. Ningún grupo ha optado por la opción C.

Con una aproximación comunicativa dialógica e interactiva (Mortimer y Scott, 2003), el profesor pide a los estudiantes que justifiquen científicamente la opción elegida (a pesar de haber elegido mayoritariamente la opción A, algunas de las explicaciones de los estudiantes pueden no ser totalmente correctas, como ya se ha indicado anteriormente), lo que propicia un debate abierto a toda la clase. El profesor, en situaciones como esta, debe moderar dicho debate, gestionar frecuencias y tiempos de intervención, posibilitar que todos tengan las mismas oportunidades de plantear y responder nuevas preguntas que surgen y reconducir el tema cuando comentarios colaterales desvían la atención. En ocasiones, ante determinados comentarios o preguntas de los estudiantes, el profesor plantea alternativas, que no han sido consideradas por los estudiantes, para que sean estos quienes lleguen a la explicación científicamente correcta, a través del diálogo socrático.

FIGURA 5. Pérdida de masa de los bloques de hielo de la viñeta conceptual del muñeco de nieve. En este caso concreto, el bloque de la izquierda, que ha estado envuelto en un calcetín de esquiar y expuesto al sol, inicialmente tenía una masa de 198 g y al final es de 149 g (-24,7 %). El bloque de la derecha, que ha estado directamente expuesto al sol, sin ser cubierto, inicialmente tenía una masa inicial de 196 g y al final es de 20 g (-89,8 %).



Fuente: autoría propia

Llegados a este punto, los estudiantes comprueban qué ha pasado con los dos trozos de hielo que se han dejado al sol y observan que, después de casi hora y media, el trozo de hielo metido en el calcetín de esquiar se ha fundido notablemente más que el bloque de hielo sin cubrir (figura 5).

4. RESULTADOS

Al final de cada curso académico, se ha pedido al alumnado que complete una encuesta (voluntaria y anónima) en la que, mediante una

escala Likert, indiquen su grado de acuerdo o de desacuerdo sobre diferentes afirmaciones relacionadas con distintos aspectos de la asignatura. Dos de las afirmaciones de esta encuesta están relacionadas con esta experiencia. Los porcentajes obtenidos, para cada uno de los 7 valores de la escala, se muestran en la tabla 2.

TABLA 2. Opinión del alumnado. Grado de acuerdo con las afirmaciones, según escala de Likert (1=totalmente en desacuerdo, 4=neutro/a, 7=totalmente de acuerdo). N=73.

	1	2	3	4	5	6	7
Discutir y argumentar con mis compañeros de clase sobre una pregunta determinada, mejoró mi nivel de comprensión sobre ese concepto	0%	0%	4%	6%	11%	26%	53%
El uso de viñetas conceptuales como preguntas de exploración de conocimiento previo es adecuado	0%	0%	0%	3%	14%	27%	56%

Como puede verse, el alumnado ha respaldado mayoritariamente el uso de las viñetas conceptuales como método para explorar los conocimientos previos sobre un tema, con un 90% del alumnado que está de acuerdo o muy de acuerdo con dicha afirmación. Además, el 97% de los estudiantes ha manifestado estar de acuerdo o muy de acuerdo con que la discusión con sus compañeros de clase les ha ayudado a mejorar su nivel de comprensión de un concepto.

Además, se pidió a los estudiantes que indicaran algún aspecto positivo o negativo del uso de *PollEverywhere* en la asignatura (no exclusivamente en el marco de este tipo de actividades, sino como manera de proporcionar un *feedback* instantáneo al docente durante toda la asignatura). Entre los aspectos mencionados por el alumnado con mayor frecuencia encontramos aspectos pedagógicos (por ejemplo “se mejora la comprensión de los conceptos”), la posibilidad de responder anónimamente (“la respuesta anónima permite que cada estudiante exponga su respuesta sin ningún miedo”) y comentarios sobre una mayor participación, interacción y atención en clase utilizando esta tecnología.

Otros aspectos mencionados con menor frecuencia fueron la facilidad de uso de *PolleEverywhere*, el uso innovador de la tecnología móvil en clase gracias a esta herramienta o problemas técnicos que algún estudiante sufrió con la conexión wifi de la universidad (en una época en la que no todo el alumnado disponía de tarifa plana de datos móviles y era muy frecuente que una parte significativa del alumnado utilizara la conexión wifi de la universidad, con mala cobertura en el laboratorio).

5. DISCUSIÓN

La adaptación de la instrucción entre iguales propuesta originalmente por Eric Mazur y que hemos descrito en este trabajo ha generado unos valores de respuestas correctas ante la viñeta conceptual que ha ido, en sintonía con otros trabajos en los que se describen experiencias con la metodología original de Mazur (2014).

En nuestro caso, y teniendo en cuenta el tipo de alumnado de la asignatura “Didáctica de la materia, la energía y la interacción”, sustituir las preguntas conceptuales de Eric Mazur por viñetas conceptuales ha favorecido que los estudiantes se sintieran menos intimidados por este tipo de preguntas, ya que al utilizar un lenguaje sencillo y nada técnico, y estar contextualizadas en fenómenos cotidianos, le son más cercanas al estudiante, sin dejar de tener las características de las preguntas conceptuales de Mazur. Además, al ser un recurso educativo adecuado para el alumnado de 6 a 12 años, nuestros estudiantes han podido conocer las viñetas conceptuales como un recurso más que podrán utilizar en sus futuras clases, ya como maestros y maestras en ejercicio.

A diferencia del método original de Mazur, en el que la actividad se plantea habitualmente para comprobar el grado de comprensión del concepto que ya han trabajado con el docente, en nuestro caso hemos llevado a cabo la actividad al inicio del tema para explorar y activar los conocimientos previos de nuestros estudiantes, y estos, en la encuesta de opinión, han manifestado casi de manera unánime que las viñetas conceptuales les parecían un método adecuado para la exploración de sus ideas previas.

Otro de los cambios implementados, la sustitución de los *clickers* por la combinación del dispositivo móvil del propio estudiante y la aplicación *PollEverywhere* (aplicación gratuita, usada con los propios dispositivos móviles de los estudiantes) ha permitido obtener de una manera sencilla y rápida el *feedback* del alumnado, con lo que el docente ha podido saber el porcentaje del alumnado que respondía adecuadamente a cada pregunta en tiempo real y, además, ello se ha hecho manteniendo el anonimato de los estudiantes, con lo cual estos se han sentido menos cohibidos a la hora de responder, tal y como algunos estudiantes han señalado en la encuesta que respondieron. Además, a diferencia de los *clickers*, *PollEverywhere* permite recoger, en forma de pregunta abierta, la justificación de cada estudiante de la respuesta que había elegido (también de manera anónima). Estas justificaciones, que el docente ha compartido con toda la clase, han permitido abrir un debate con todo el grupo-clase que ha enriquecido la discusión grupal y ha permitido al docente detectar errores conceptuales en sus estudiantes, incluso en aquellos que habían elegido la respuesta correcta.

El hecho de que los estudiantes expresen sus opiniones y razones sobre qué personaje ellos creen que tiene razón les ayuda a comparar el grado de comprensión que tienen sobre el tema con el de sus compañeros de grupo y, por tanto, les permite validar sus ideas o bien encontrar discrepancias que les ayudarán a aprender significativamente. Resulta convincente que, sin la intervención directa del docente y simplemente mediante la argumentación y el diálogo entre el alumnado, el porcentaje de estudiantes que eligió la opción A subiera del 19% al 75% (contabilizado en grupos), lo cual indica que aquellos que inicialmente habían optado por la opción correcta han tenido argumentos más sólidos para rebatir las respuestas incorrectas de sus otros compañeros. Además, en la encuesta que respondieron, los estudiantes han afirmado casi por unanimidad que la discusión y argumentación en grupos mejoró el nivel de comprensión sobre el tema, lo cual está consonancia con Osborne (2010) cuando afirma que el uso activo del lenguaje, la discusión y la argumentación desarrollan estrategias cognitivas de razonamiento y favorece el aprendizaje.

Hay que recalcar, no obstante, que la instrucción entre iguales no siempre mejora la comprensión de un concepto en todo el alumnado. En nuestro caso, un 25% de los estudiantes (contabilizados en grupos) ha acabado seleccionando una respuesta incorrecta a la pregunta inicial, lo que está en consonancia con otros estudios en los que un determinado porcentaje del alumnado no ha mostrado una mejora de comprensión del concepto estudiado, después de la discusión entre compañeros (James y Willoughby, 2011; Knight et al., 2013) y de ahí que la última etapa, la de explicación, sea crucial para asegurarse de que todo el alumnado acabe entendiendo el concepto tratado.

6. CONCLUSIONES

La sustitución de las preguntas conceptuales de la instrucción entre iguales por viñetas conceptuales, en estudiantes del grado de Maestro de Educación Primaria, ha servido para explorar las ideas previas de nuestro alumnado sobre el tema del calor y temperatura, y también ha permitido que mejore su comprensión sobre el tema. Además, ha fomentado el desarrollo de habilidades indagatorias y de la creatividad en nuestro alumnado.

7. REFERENCIAS

- Allen, M. (2020). *Misconceptions in primary science*. Maidenhead.
- Arons, A. (1981). Thinking, reasoning and understanding in introductory physics course. *Physics Teacher*, 19 (3), 166-172.
- Asirvatham, M. R. (2010). *Clickers in Action. Increasing Student Participation in General Chemistry*. W.W. Norton & Company, Inc.
- Balta, N., Michinov, N., Balymez, S. y Ayaz, M. F. (2017). A meta-analysis of the effect of Peer Instruction on learning gain: Identification of informational and cultural moderators. *International Journal of Educational Research*, 86, 66-77
- Beekes, W. (2006). The 'Millionaire' method for encouraging participation. *Active Learning in Higher Education*, 7 (1), 25-36.
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32 (3), 1-18.

- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of Education: Human constructivism and meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, 78 (8), 1107.
- Duncan, G. (2005). *Clickers in the Classroom. How to enhance Science teaching using classroom response systems*. Pearson.
- Erol, M., Idsardi, R., Luft, J. A., Myers, D. y Lemons, P. P. (2015). *Creating active learning environments in undergraduate STEM courses*. University of Georgia Foundation.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (23), 8410–8415.
- Idsardi, R. (2020). Evidence-Based Practices for the Active Learning Classroom. En J. J. Mintzes y E. M. Walter (Eds.), *Active Learning in College Science* (pp. 13-26). Springer.
- James, M. C. (2006). The effect of grading incentive on student discourse in peer instruction. *American Journal of Physics*, 74 (8), 689-691.
- James, M. C., y Willoughby, S. (2011). Listening to student conversations during clicker questions: What you have not heard might surprise you! *American Journal of Physics*, 79 (1), 123–132.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B. y Duschl, R. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84 (6), 757-792.
- Keogh, B. y Naylor, S. (1998). Teaching and Learning in Science using Concept Cartoons. *Primary Science Review*, 51, 14-16.
- Keogh, B., Naylor, S., de Boo, M. y Feasey, R. (2000). Researching formative assessment: concept cartoons as an auditing strategy. En R. Duit (Ed.), *Research in Science Education: Past, Present and Future* (pp. 137-142). Kluwer.
- Knight, J. K., Wise, S. B., y Southard, K. M. (2013). Understanding clicker discussions: Student reasoning and the impact of instructional cues. *CBE—Life Sciences Education*, 12 (4), 645–654.
- Kuhn, D., Shaw, V. y Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15 (3), 287-315.
- Lasry, N. (2008). Clickers or flashcards: Is there really a difference? *The Physics Teacher*, 46, 242-244.
- Lujan, H. L. y DiCarlo, S. E. (2006). Too much teaching, not enough learning: What is the solution? *Advances in Physiology Education*, 30 (1), 17-22.
- Mazur, E. (2009). Farewell, Lecture? *Science*, 323 (2), 50-51.

- Mazur, E. (2014). *Peer Instruction: A User's Manual*. Pearson.
- Mortimer, E. F. y Scott, P. H. (2003). *Meaning making in Secondary Science Classrooms*. Open University Press.
- Naylor, S. y Keogh, B. (2013). *Concept Cartoons in Science Education Set 1-revised edition*. Millgate House Publishing Ltd.
- Naylor, S., Keogh, B. y Downing, B. (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37 (1), 17-39.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in Science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328, 463-466.
- Pérez, K. E., Strauss, E. A., Downey, N., Galbraith, A., Jeanne, R. y Cooper, S. (2010). Does displaying the class results affect student discussion during peer instruction? *CBE-Life Science Education*, 9, 133-140.
- Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C. y García, A. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3 (1), 41-54.
- Rosenberg, J. L., Lorenzo, M. y Mazur, E. (2006). Peer Instruction: making Science Engaging, en J. J. Mintzes y W. H. Leonard (Eds.), *Handbook of College Science Teaching* (pp. 77-85). NSTA press.
- Shiland, T. W. (1989). Constructivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 107-109.
- Simpson, V. y Oliver, M. (2007). Electronic voting systems for lectures then and now: a comparison of research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23 (2), 187-208.
- Stowell, J. R. y Nelson, J. M. (2007). Benefits of electronic audience response systems on student participation, learning, and emotion. *Teaching of Psychology*, 34 (4), 253-258.
- Turpen, C. y Finkelstein, N. (2009). Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors' implementation of peer instruction. *Physical Review Special Topics, Physics Education Research*, 5 (2), 1-19.
- Wallace, C. S., Hand, B. y Prain, V. (2004). *Writing and learning in the science classroom*. Kluwer Academic Publishers.
- Wellington, J. y Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University.