



# Evaluación de una secuencia de indagación sobre los huesos en la formación inicial de maestros

Manuela González Herrera, Cristina Alcoba Caba, Jara García Ruiz, Andrei Stefan Stefan  
y M. Rut Jiménez-Liso

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Almería, Almería (España)

[Recibido el 21 de diciembre de 2022, aceptado el 12 de marzo de 2023]

En el contexto de la formación inicial de tres docentes proponemos la evaluación de la adecuación y de la efectividad de una secuencia corta de actividades por indagación sobre huesos, implementada por ellos. Cada docente en formación realizó la evaluación de la secuencia desde diferentes perspectivas a partir de las producciones del alumnado de Primaria: el cambio de las ideas por parte del alumnado, las emociones sentidas por los estudiantes y lo percibido por las maestras observadoras y sus propuestas de mejora. Los resultados de estos análisis muestran que el alumnado de Primaria percibe aprendizajes relevantes en la estructura del hueso, y expresa emociones como alegría e interés, pero también asco cuando tocan un hueso por dentro. Por último, las maestras observadoras reconocen logros de la secuencia en cuanto a enseñar cómo se arregla un hueso más que nombres de huesos y en cuanto al cómo enseñarlo en contexto y con sentido para el alumnado.

**Palabras clave:** huesos; educación primaria; enfoque de enseñanza por indagación; observación; formación inicial de maestros.

## Assessment of an inquiry-based instructional sequence about bones for preservice science teacher training

The article presents the results of an assessment of a short inquiry-based instructional sequence carried out by three preservice primary school teachers as part of their preservice teacher training. Based on the pupils' work, each preservice teacher assessed the appropriateness and effectiveness of the sequence from three different perspectives: changes in the pupils' ideas; emotions felt by the pupils; and perceptions of the in-service teachers during their peer-observation and their proposals for how to improve the IBSE sequence. The analyses showed that the pupils found the learning relevant and expressed emotions such as happiness and interest, though also disgust when they touched the inside of a bone. The in-service teachers observed that the sequence was more effective in relation to showing how a bone heals than at teaching the names of the bones, and that it made the learning more meaningful and context-based.

**Keywords:** bones; primary school; inquiry-based science education; observation; preservice science teacher training.

Para citar el artículo. González Herrera, M., Alcoba, C., García, J., Stefan A. y Jiménez-Liso, M. R. (2023). Evaluación de una secuencia de indagación sobre los huesos en la formación inicial de maestros. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 7(1), 57-74. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9443>

Contacto. [mgh510@ual.es](mailto:mgh510@ual.es), [nini170711@gmail.com](mailto:nini170711@gmail.com), [jaramagis19@gmail.com](mailto:jaramagis19@gmail.com), [andres1997stf@gmail.com](mailto:andres1997stf@gmail.com), [mrjimene@ual.es](mailto:mrjimene@ual.es)

## Introducción

En la formación inicial de maestros no podemos conformarnos con contribuir a su formación en la “parcelita” de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE en adelante) que nos haya tocado. Desde una perspectiva integral y holística es nuestra labor como formadores de docentes lograr la conexión de nuestras asignaturas de DCE tanto con el Prácticum (prácticas de enseñanza) como con los trabajos fin de estudios (TFE en el que se incluyen los trabajos fin de grado TFG y los de máster TFM).

Esta integración nos genera a los formadores de maestros y maestras un compromiso de utilidad y relevancia para el aula de Primaria que contribuya a salvar la distancia entre la investigación didáctica y la práctica docente (Korthagen, 2007; Luft y Patterson, 2002) desde la formación inicial de maestros y maestras (Perines, 2018).

La conexión más rápida suele ser solicitarles a los futuros docentes que diseñen secuencias de actividades (SEAs en adelante) adecuadas para su alumnado de Prácticum. Las intenciones son loables porque se busca aplicabilidad y que los futuros maestros utilicen los saberes de las asignaturas del grado y los plasmen en un diseño adecuado para sus alumnos y alumnas de Primaria del Prácticum. Esta alabanza a las buenas intenciones esconde un problema de atrevimiento, pues muchos de los formadores de maestros y maestras, pese a nuestra dilatada formación en investigación didáctica, tendríamos serias dificultades de realizar esta tarea de diseñar algo adecuado que pusiera en práctica las grandes recomendaciones de la Didáctica de las Ciencias (Couso *et al.*, 2020; Deans for impact, 2015; Osborne y Dillon, 2008) además de adaptado al currículo y a las características del alumnado de Educación Primaria (6-12 años).

Una actividad más concreta y más próxima al quehacer diario del docente sería la evaluación de la adecuación y de la efectividad de secuencias cortas, en nuestro caso, les proponemos que evalúen las diseñadas por nosotros. De esta manera, los futuros maestros y maestras se convierten en auténticos protagonistas de la evaluación de los logros y las dificultades del cambio educativo (Blanco-López *et al.*, 2018). Con ello, también acortamos el tiempo requerido para desarrollar todo el proceso, dado el breve recorrido del Prácticum y TFE. El trabajo a realizar consiste en la adaptación de la SEA a su alumnado y la participación en la planificación de qué van a evaluar de la implementación, que realizan ellos mismos. De esta manera, centramos su mirada en cómo y en qué deben fijarse (Chan *et al.*, 2021) acerca de los efectos que produce la SEA en su propio alumnado.

El objetivo de este artículo es evaluar el efecto de una secuencia corta de indagación sobre huesos (Jiménez-Liso *et al.*, 2021) con alumnado de los tres primeros cursos de Educación Primaria (6-8 años), en el contexto del trabajo fin de estudios de tres estudiantes de TFE que implementaron colectivamente (dos maestras y un maestro). Tras las tres implementaciones realizadas por cada estudiante de TFE, centramos sus miradas en diferentes aspectos del efecto de la SEA, enfocándose uno en el cambio de las ideas del alumnado, otra en las emociones expresadas por el alumnado y otra en lo percibido por las maestras observadoras y sus propuestas de mejora. Los resultados combinados desde estas diferentes perspectivas contribuyen a mejorar el contexto de la investigación, es decir, el proceso formativo del TFE en la formación inicial de maestros y maestras.

## Preguntas de investigación y marco teórico

A menudo una de las principales dificultades de los estudiantes de TFE (y de doctorado) es entender en qué consiste un marco teórico. Para superar este obstáculo, nos colocamos las gafas con las que mirar y responder a las dos preguntas clave: *¿cuál es el*

*problema o pregunta? ¿Por qué es factible su enfoque para resolver el problema o responder la pregunta?* (Lederman y Lederman, 2015).

Al tratarse de la adaptación de una SEA y su implementación, las preguntas de investigación las centraremos en ¿qué efectos produce la SEA en alumnado de Primaria (6-8 años)?, lo que nos genera otra pregunta ¿efecto sobre qué? Si nos centramos en el alumnado, la primera respuesta suele ser sobre el aprendizaje del alumnado y/o sobre aspectos afectivos (las primeras ideas suelen ser sobre si está motivado-animado o no). Además del efecto sobre los alumnos y alumnas participantes, podemos preguntarnos sobre el efecto en las maestras observadoras de la SEA. Este proceso lo realizamos colectivamente con los tres estudiantes de TFE para que la aproximación metodológica sea compartida y para que todos puedan aportar a las miradas de los demás, a cada marco teórico que mostramos a continuación.

### **Antecedentes en las ideas del alumnado sobre huesos**

Como la SEA es sobre los huesos del cuerpo humano, además de analizar el currículo (que por motivos de espacio no incorporamos en este artículo), hicimos una búsqueda bibliográfica de las principales dificultades de aprendizaje señaladas en la bibliografía didáctica.

Caravita y Falchetti (2005, p.164) señalan experiencias habituales que condicionan las concepciones sobre los huesos, en concreto indican que:

- *Los huesos aparecen cuando los animales mueren.*
- *En la cultura común compartida, los esqueletos se relacionan con la muerte.*
- *En los museos los esqueletos suelen hacer referencia a animales o personas que vivieron en la antigüedad.*
- *Finalmente, los atributos que generalmente se les atribuye a los huesos parecen estar en contra del modelo ser vivo: no se mueven, son duros, fríos y secos.*

A pesar de esta relación entre muerte y huesos, el alumnado suele afirmar que los huesos están vivos porque están dentro de seres vivos y porque están formados por células, aunque esta idea de células puede no identificarse con unidades vivas sino que se entiendan como “los ladrillos del cuerpo” (Caballer y Giménez, 1992). Esta idea de ser vivo formado por células solo aparece a partir de cierta edad, siendo más habitual en edades tempranas señalar que no tiene células, ni pueden moverse, que son rígidos y con estructura similar a las piedras, etc. (Caballer y Giménez, 1992; Caravita y Falchetti, 2005). Esto indica que los niños menores de diez años difuminan las funciones del cuerpo humano y sus estructuras internas, señalando en sus dibujos que el interior de las personas está formado exclusivamente por la comida ingerida previamente y no le asocian a los huesos ninguna relación con los aparatos circulatorio o digestivo (Mintzes, 1984). A menudo reducen la función de los huesos exclusivamente a que sostienen el cuerpo humano (Braund, 1991). Esto confirma los estudios sobre la identificación de las partes calcáreas como inertes (Caravita y Falchetti, 2005; Jiménez-Liso et al., 2020).

Estos antecedentes fueron analizados por los tres estudiantes de TFE para anticiparse a las posibles respuestas del alumnado antes de la implementación y fueron clave para el diseño previo de la SEA sobre huesos (Jiménez-Liso et al., 2021). Esta secuencia utilizó como principios de diseño en:

- el enfoque de enseñanza por indagación (en este caso sin modelización; López-Gay et al., 2015) que permitiera la expresión de ideas personales del alumnado, y
- en la observación intencional (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016) de un hueso de vaca con apertura longitudinal para la construcción de pruebas.

### **Las emociones en Didáctica de las Ciencias Experimentales**

La importancia de los aspectos afectivos en el aprendizaje y, en particular, de las emociones sentidas por el alumnado es algo incuestionable para la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Jiménez-Pérez, 2012; Mellado *et al.*, 2014), como así se pone de manifiesto en el aumento de las investigaciones sobre ello (Jeong y González-Gómez, 2022). Uno de los aspectos clave de estas investigaciones es la toma de conciencia de las emociones sentidas durante el proceso de aprendizaje (Hugo, 2008; Sala *et al.*, 2020) como paso inicial para su autorregulación y para construir la inteligencia emocional (Salovey y Mayer, 1990).

Es importante analizar las conexiones entre el enfoque de enseñanza elegido, en nuestro caso el de indagación, y las emociones que se generan, incluso analizando qué tareas concretas de ese enfoque producen una u otra emoción (Inkinen *et al.*, 2020; Jiménez-Liso *et al.*, 2022). En nuestro caso, el principal motivo es conectar las emociones con el proceso de aprendizaje, para que no pasen desapercibidas por el alumnado, pues determinadas experiencias emocionales pueden desempeñar un papel importante en los logros académicos del alumnado (Mega *et al.*, 2014; Pekrun *et al.*, 2009). Estas emociones no siempre deben ser “felices” (González Harbour, 2022), sino que es necesario que el alumnado reconozca que aprender les produce tanto satisfacción-alegría como inseguridad, sorpresa o incluso rechazo cuando los datos contradicen lo que piensan (Jiménez-Liso *et al.*, 2021; López-Banet *et al.*, 2021). Por ello, hemos escogido cinco emociones básicas (Ekman y Friesen, 1975) cuyos emoticonos son fácilmente reconocibles por el alumnado de edades tempranas (6-9 años): alegría, sorpresa, enfado, interés y asco. Hemos incluido esta última emoción porque en la secuencia de actividades se mostrará y se dejará tocar huesos de vacas y suele aparecer cuando se trabaja con restos o disecciones de animales (Randler *et al.*, 2015).

### **La percepción de docentes observadores**

A las maestras participantes se les solicitó que hicieran una observación de la implementación con el objetivo de debatir sobre la enseñanza entre iguales (Gosling, 2002), dado que los autores que implementaron la secuencia eran maestros graduados que estaban cursando un máster de investigación e innovación didáctica. En nuestro caso no declaramos explícitamente el foco de la observación ni el procedimiento para la observación (Siddiqui *et al.*, 2007) para poder analizar, en un estudio futuro, qué efectos reconocían en el aprendizaje de sus propios estudiantes o qué del enfoque de enseñanza les pasaba desapercibido (Castillo-Hernández *et al.*, 2022; Jiménez-Liso *et al.*, 2019). Por ello, este estudio se enmarca en las investigaciones sobre qué llama la “atención selectiva” de las maestras ante toda la información de lo que sucede en el aula y cómo lo interpretan en función de su conocimiento profesional (Chan *et al.*, 2021).

De esta manera estamos probando si las maestras observadoras perciben las fortalezas y dificultades de la secuencia de actividades diseñada en su propio contexto, con sus propios estudiantes, de manera que participan activamente en la evaluación del diseño, mejorándolo y, probablemente, generemos una posterior demanda de formación permanente (Martínez Chico *et al.*, 2013) sobre el enfoque de enseñanza por indagación.

### **Contexto de la investigación**

La secuencia fue implementada (y videograbada) en abril de 2021, con presencialidad en las aulas de Primaria caracterizada por las normas implementadas para hacer frente a la situación del Covid-19 (mascarillas, separación entre pupitres, etc.). Por ello, optamos

por la implementación de la secuencia de actividades en los primeros cursos (1º-3º) de Educación Primaria en un mismo centro escolar (CEPR Andrés Manjón de Berja, Almería) en una sola mañana. Todo el alumnado presentaba características similares en cuanto al contexto socio-económico con alto grado de absentismo escolar, de ahí que el número total de alumnos y alumnas en los tres cursos solo era de 37 estudiantes con edades comprendidas entre los 6 y los 9 años (tabla 1). En la siguiente tabla organizamos la información relevante de la muestra, así como los investigadores-docentes que llevaron a cabo la secuencia.

**Tabla 1.** Descripción de los participantes en el estudio

Curso	Hora de la intervención	Alumnado participante	Investigador-docente
1º	Segunda (10-11)	11 (3 niñas)	Autora2
2º	Tercera (12-13)	13 (6 niñas)	Autor4
3º	Primera (9-10)	13 (6 niñas)	Autora3

Durante la implementación la maestra tutora de cada curso asistió como observadora con pequeñas intervenciones ante algunas demandas del alumnado. Estas maestras tutoras accedieron a ser entrevistadas antes y después de la implementación por la Autora 3 por videoconferencias sobre cómo suelen enseñar el tema de huesos y sobre su percepción de la implementación, centrándonos en el enfoque de enseñanza y en el efecto producido sobre su alumnado, lo que dio pie a que manifestaran fortalezas, debilidades y propuestas de mejora.

En la tabla 2 mostramos la secuencia de actividades señalando la fase del enfoque de enseñanza de indagación. Para favorecer la expresión de las ideas de cada niño o niña, entregamos dos hojas con los enunciados de cada actividad adaptados a estos cursos con cuadros en blanco donde debían dibujar o escribir palabras o frases cortas.


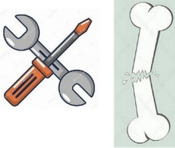


**Tabla 2.** Secuencia de indagación sobre huesos (adaptada de Jiménez-Liso *et al.* (2021).

Fase del ciclo de indagación	Huesos
Formulación de una pregunta contextualizada y que enganche.	A1. Nuestra compañera Ana se ha roto un hueso: ¿Cómo creéis que se va a arreglar ese hueso?; ¿Qué creéis que pasa dentro del hueso?
Expresión y justificación de ideas personales (hipótesis, modelos iniciales, etc.).	Dibújalo y haz una pequeña explicación.
Organización de las ideas del modelo inicial expresado.	A2. Nos fijamos en vuestros dibujos, ¿Cómo creéis que son los huesos por fuera y por dentro?  Haz una breve explicación
Planificación de diseños para la obtención de pruebas que permitan contrastar nuestras teorías.	A3. ¿Cómo podríamos comprobar como son los huesos por dentro?  Haz una breve explicación
Recopilación y expresión de los datos mediante su búsqueda y representación.	

**Tabla 2.** Secuencia de indagación sobre huesos (adaptada de Jiménez-Liso *et al.* (2021). Continuación.

Fase del ciclo de indagación	Huesos
Transformación de los datos en pruebas que confirmen o refuten las concepciones previas y que nos ayuden a dar respuesta a la pregunta que engancha.  Análisis de las pruebas.	A4. Comprobamos cómo son los huesos por fuera y por dentro con un hueso real (de vaca) diseccionado
Obtención y comunicación de las conclusiones alcanzadas.  Construcción de un conocimiento descriptivo.	A5. Se repite A1: Nuestra compañera Ana se ha roto un hueso: ¿Cómo creéis que se va a arreglar ese hueso?; ¿Qué creéis que pasa dentro del hueso? Conclusiones
Aplicación del conocimiento a un nuevo problema-contexto.	
Tomar conciencia (autorregulación) de lo aprendido y de las emociones experimentadas.	A6. ¿Qué hemos aprendido? y ¿Cómo nos hemos sentido?

La actividad A6 la hicimos primero individualmente utilizando una adaptación con imágenes del cuestionario de autorregulación de aprendizajes y emociones y, posterior puesta en común en voz alta (videograbada) donde comentaron sus respuestas.

Antes de la secuencia	Actividad sobre:	Después de la secuencia	Emoción que he sentido
			 Porque...

**Figura 1.** Fragmento del cuestionario KPSI emociones adaptado a edades tempranas.

Esta actividad de aula para que el alumnado autorregule (percepción) su aprendizaje y cómo se ha sentido (emociones) es una adaptación a estas edades (con emoticonos) del KPSI (Tamir y Amir, 1981) que se propone como tarea al alumnado al finalizar la enseñanza, donde en la parte izquierda deben señalar en cada círculo de las columnas primera y tercera con pegatinas verde si *Lo sé y se lo podría explicar a mis compañeros/as*, amarillo (Solo me sé algunas cosas) o rojo (No sé nada). En la parte derecha hemos propuesto cinco emoticonos indicando cinco emociones básicas (Bisquerra Alzina y Pérez Escoda, 2007; Brígido *et al.*, 2013): alegría, sorpresa, enfado, interés y asco esta última incluida porque, como hemos indicado en el marco teórico, suele aparecer cuando se trabaja con restos o disecciones de animales (Randler *et al.*, 2015).

### Metodología de la investigación

Esta investigación es de corte naturalista-interpretativa con la finalidad de comprender e interpretar una experiencia escolar significativa, con un doble proceso de interpretación, ya que convergerán, por un lado, las interpretaciones que realizan los participantes (alumnado y maestras) sobre la experiencia vivida y, por otro lado, las interpretaciones nuestras sobre la implementación de la secuencia de actividades y cómo todo ello contribuye al diseño. Por lo que podemos decir que nos encontramos en un marco metodológico de

investigación de diseño (Guisasola *et al.*, 2021; Romero-Ariza, 2014) en su fase inicial-formativa de evaluación (Nieveen y Folmer, 2013).

Los instrumentos de recogida de información han sido la videograbación de las tres sesiones, una en cada grupo-clase de aproximadamente una hora, las entrevistas a las maestras (una media hora cada una) y las producciones del alumnado para las diferentes actividades (dibujos, palabras, frases cortas, etc.). En el presente artículo sólo mostraremos resultados relativos a la percepción de aprendizaje (antes-después) extraído de la parte izquierda del cuestionario (figura 1), de las emociones sentidas extraídas de la parte derecha del mismo cuestionario y de la evaluación del efecto de la secuencia de actividades según las maestras observadoras, extraídas de las entrevistas posteriores a la observación de la implementación con su propio alumnado.

Las producciones del alumnado han sido categorizadas por tres de los autores de manera independiente y las grabaciones han sido utilizadas para confirmar los resultados de las ideas del alumnado y de sus emociones expresadas. En un principio, los resultados fueron tratados por grupos, pero al tratarse de pocos niños y niñas y, dado que no era objetivo de este trabajo evaluar diferencias entre edades-grupos, hemos tratado los resultados globalmente, como si de un solo grupo se tratara.

Las grabaciones de las entrevistas a las maestras observadoras han sido transcritas por la Autora 3 y agrupadas por ella y por la Autora 4, utilizando la red sistémica de Amat González *et al.* (2022).

## Resultados

En este apartado mostraremos los resultados de todos los alumnos participantes (sin distinción de grupos-clase), relativos a los tres aspectos destacados en el marco teórico y en la metodología: en primer lugar, las ideas del alumnado y su percepción de aprendizaje y, por último, el feedback de las maestras tras la observación.

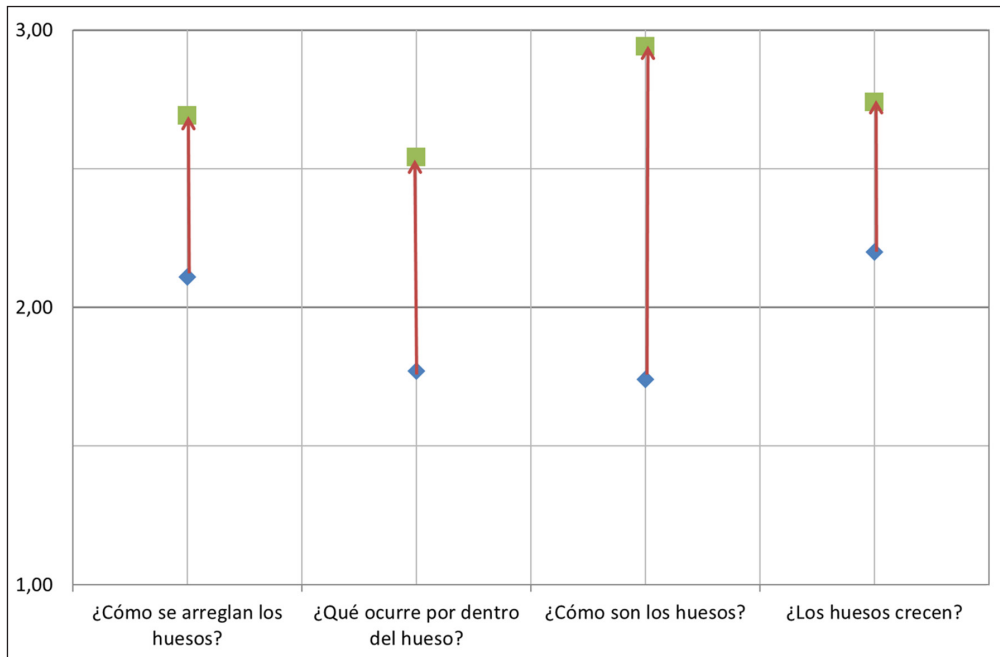
### Sobre las ideas del alumnado

En este apartado mostraremos, por un lado, la percepción del aprendizaje del alumnado participante y las ideas del alumnado extraídas de sus producciones (dibujos y escritos). El cuestionario fue completado por los 35 alumnos y alumnas participantes en la secuencia de actividades. Para facilitar la expresión de resultados se asignó un número a cada color del KPSI, el valor mínimo de 1 para el rojo (no sé nada), 2 para el amarillo (sólo me sé algunas cosas) y 3 para el verde (lo sé y se lo podría explicar a mis compañeros). La media de los resultados y la diferencia entre lo que percibían saber antes y después de la implementación de la secuencia la mostramos en la tabla 3.

**Tabla 3.** Medias de los resultados de los KPSI por momento

	Antes	Después	Diferencia antes-después
<b>M1.</b> ¿Cómo se arreglan los huesos?	2.11	2.68	0.57
<b>M2.</b> ¿Qué ocurre por dentro de los huesos?	1.77	2.54	0.77
<b>M3.</b> ¿Cómo son los huesos?	1.74	2.94	1.20
<b>M4.</b> ¿Los huesos crecen?	2.20	2.74	0.54

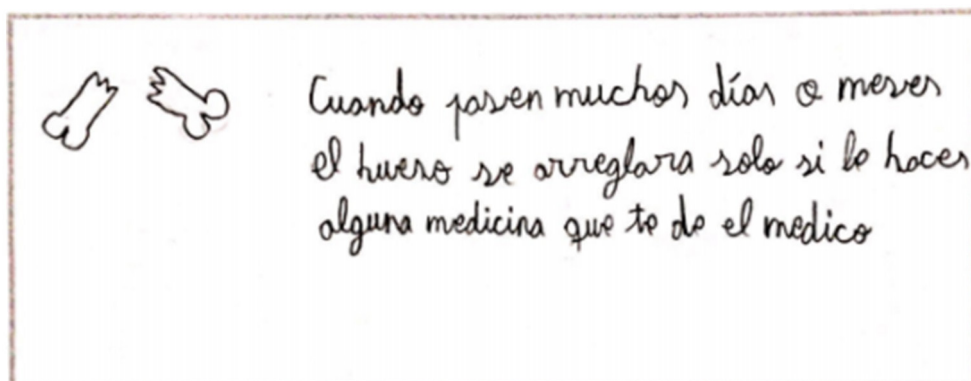
Estos resultados de la tabla 3 los hemos representado gráficamente en la figura 2 para resaltar las diferencias entre ítems.



**Figura 2.** Resultados del cuestionario KPSI sobre la percepción de aprendizaje del alumnado

Estos resultados tienen limitaciones relativas a la aplicación de este tipo de cuestionario con niños de edades tempranas. Los estudiantes de TFE pudieron comprobarlo porque el alumnado de 6-9 años no entendía cómo al final de la secuencia se les preguntaba por lo que sabían antes. Después de estas dudas resueltas casi individualmente, podemos observar que los niños y niñas han percibido diferencias entre los ítems, destacando una mayor diferencia entre lo que creían saber antes y después en cómo son los huesos ya que pudieron observar y “tocar” que estaban “blandos por dentro”.

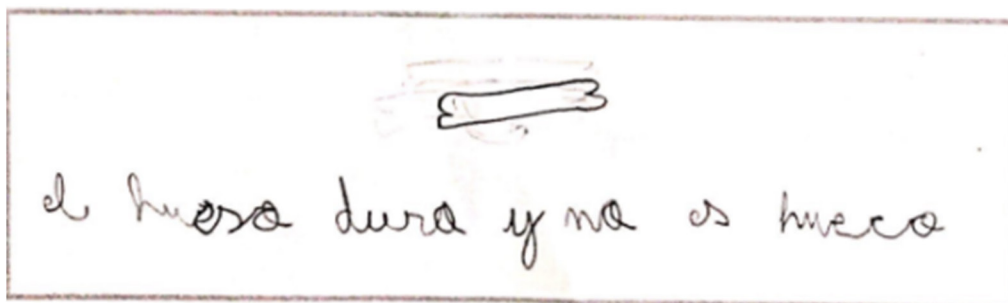
En cuanto a los resultados de las producciones del alumnado, las respuestas más comunes hacen alusión a elementos externos (se arregla con una escayola o venda o llevando muletas) o a una intervención médica (las arregla el médico... con hierros o tornillos). Las respuestas menos comunes indican o que no se arregla (1 alumno), que se pega con pegamento, o que es cuestión de tiempo “Te ponen el hueso pegado al otro y después de un tiempo se pega al estar pegado al otro”, o como en la respuesta de la figura 3, que da una idea de que se regenera poco a poco con medicamentos. Tan solo un alumno señaló que “Le quitas el hueso y le pones un hierro”.



**Figura 3.** Respuesta de un alumno o alumna a la pregunta sobre cómo se arregla un hueso roto.



Las dificultades sobre cómo se arregla un hueso roto provienen de su idea de cómo es por dentro un hueso (ítem 2) en el que las respuestas mayoritarias indican la idea de macizo y duro completamente: duros, fuertes, resistentes, rellenos, no hueco (1). Otras respuestas esporádicas indicaron que eran blancos (1), hueco (1) y tan solo una niña de 3º de E. Primaria indicó que eran “frágiles” porque se rompían.

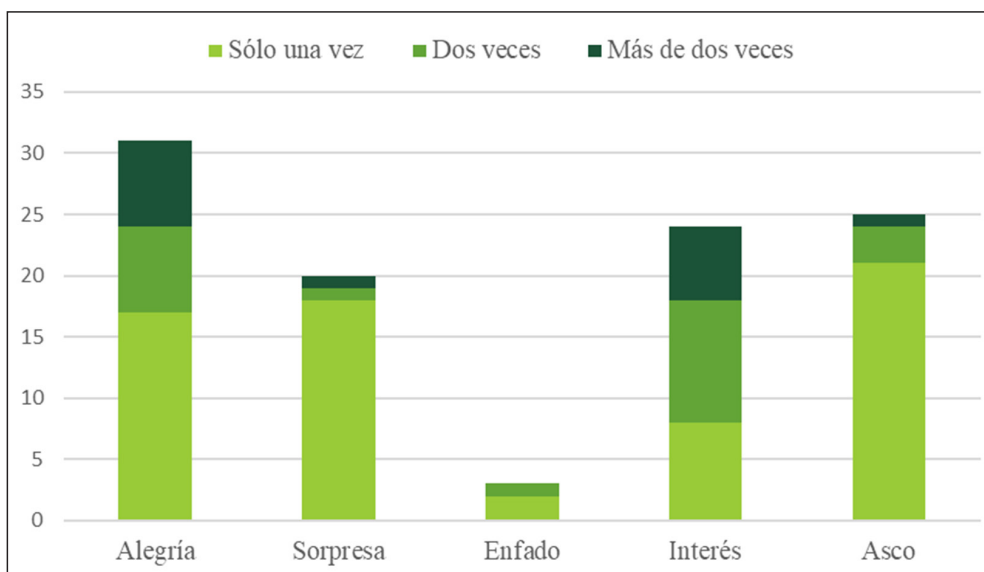


**Figura 4.** Respuesta de un alumno o alumna a la pregunta sobre cómo es un hueso por dentro.

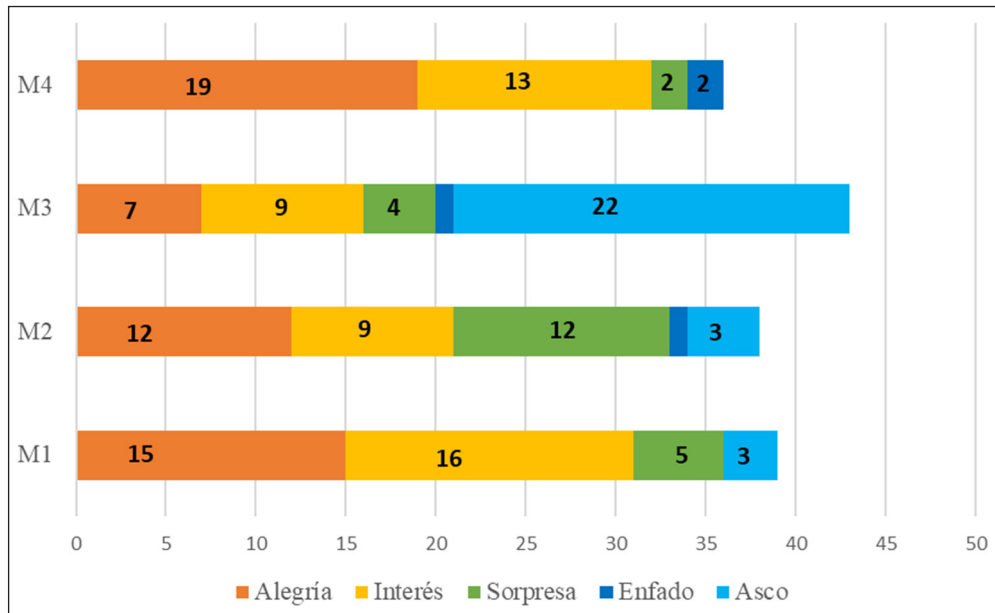
Esta percepción inicial sobre la composición del hueso evolucionó hacia respuestas más argumentadas (en voz alta) como “el hueso se tiene que arreglar para que siga creciendo” (alumna de 2ºEP). “Sabía que era duro, pero no sabía que era blando” (alumno 3ºEP); “Yo creía que era duro entero” (alumna 2ºEP). “Yo sé cómo es el hueso porque lo he tocado” (alumna 1ºEP). Esta última frase coincide con los resultados con alumnado de Infantil de cómo la observación intencional ayuda a construir y refinar significados, sofisticando explicaciones y los modelos de partida (Monteira y Jiménez-Aleixandre, 2016).

#### Sobre las emociones expresadas por el alumnado

Los resultados relativos a las emociones del alumnado han sido extraídos tanto de los cuestionarios (parte derecha figura 1) como del análisis de las videograbaciones que nos han ayudado a contrastar la emoción más significativa de cada momento. Por ello, a continuación, mostramos las emociones expresadas por los estudiantes globales (figura 5) y en los cuatro momentos seleccionados en el cuestionario (figura 6).



**Figura 5.** Resultados de las emociones expresadas por el alumnado (globales).



**Figura 6.** Resultados de las emociones expresadas por el alumnado en cada momento (tabla 3) de la secuencia.

Los resultados de ambas figuras (fig. 5 y 6) ponen de manifiesto que las emociones más expresadas por el alumnado, en más de una ocasión, son alegría e interés, que son mayoritarias en casi todos los momentos de la secuencia de actividades. Las emociones expresadas por momentos muestran las emociones que caracterizan cada una de las actividades-momentos. Si la alegría y el interés caracterizan tanto la pregunta inicial (cómo se arregla un hueso roto) como la final (cómo crece un hueso), las dos actividades intermedias vienen caracterizadas por la sorpresa (qué ocurre por dentro de los huesos) y, sobre todo, por el asco (cómo es un hueso por dentro) en el momento en el que observaron o tocaron el hueso abierto de vaca, donde 22 estudiantes reconocieron haber sentido asco. Esto se comprueba también en las imágenes de las videograbaciones (figura 7).



**Figura 7.** Momento de tocar el hueso.

En el momento de enseñar el hueso real disecionado (Momento 3, figura 7), cuando preguntamos quién lo quería tocar, los que no quisieron, indicaron que no “porque me da asco” (1ºEP). La mayoría de los alumnos y alumnas respondieron que sí querían tocarlo levantando la mano, acompañado de algunos comentarios del tipo “¡Qué guapo!”, aunque algunos, a pesar de querer tocarlo, indicaban su asco con sonidos de “agggg” (2ºEP) o “buaaa” (1ºEP) como “yo vomito” (2ºEP) o “yo también asco” (2ªEP). Tras terminar de

tocar el hueso y quitarse el guante, manifestaron el asco sentido con comentarios del tipo “Dios, qué asco” (1ºEP), “es muy asqueroso” (3ºEP) o “¡qué asco los huesos!” (1ºEP), “maestra me ha dado angustia<sup>1</sup>” (3ºEP), por lo que podemos confirmar que en esta parte de la secuencia la emoción más sentida por el alumnado es el asco, como se muestra en el M3 de la figura 6.

De forma verbal (y en algún cuestionario) algunos niños indicaron que sentían miedo (emoción que no habíamos indicado en el cuestionario: “yo no quiero tocarlo que me da miedo” (1º EP) o “más bien miedo” (2ºEP), “me da miedo el hueso por la sangre” (1ºEP), como una niña que sin señalar ninguna emoción lo indica en el cuestionario (figura 8).

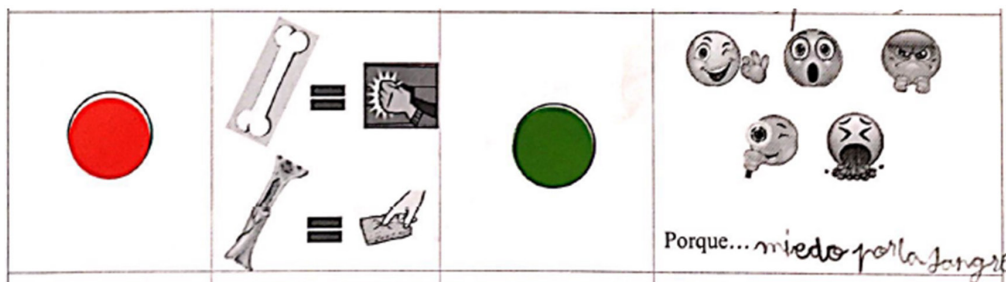


Figura 8. Fragmento del cuestionario de una alumna de 1ºEP.

### Sobre lo percibido por las maestras observadoras

En esta sección centraremos los resultados de las entrevistas a las docentes en torno al “qué enseñar” y al “cómo enseñarlo”, mostrando solo las respuestas más características de su percepción sobre lo observado.

#### Percepciones de las maestras sobre el qué enseñar

En las entrevistas previas a la implementación, cuando les preguntamos qué enseñarían sobre el aparato locomotor del cuerpo humano, las tres maestras señalaron:

“Es muy importante que cada uno de los alumnos conozca su propio cuerpo y conozca la composición que tiene, la estructura de los huesos, los músculos...” (Maestra M<sup>2</sup>).

“Los músculos, el esqueleto o las funciones vitales en sí...” (Maestra N).

Tras la implementación, las docentes reconocen que en nuestra secuencia se profundizó mucho más en el contenido de los huesos de lo que ellas hacen, y tanto M como E reconocen el valor de la sesión y los aprendizajes que han podido adquirir sus alumnos/as gracias a ella:

“Sí creo que han aprendido, por ejemplo, lo de los huesos, que por fuera son duros y por dentro blandos” (Maestra E),

“También cómo se puede arreglar una rotura de un hueso, de qué está formado el hueso... así, pues todo lo que ayer estuvisteis tratando en clase, yo creo que se les ha quedado bastante bien”. “Creo que nunca se les va a olvidar cómo son los huesos por dentro y por fuera” (Maestra M).

1 Es necesario señalar que el término “angustia” es un localismo para referirse a asco.

2 Para preservar el anonimato de las maestras participantes las nombraremos solo con una letra.

La Maestra N señala decepción sobre el qué enseñar:

“Cuando empezasteis así me llamó mucho la atención, digo “ay, pues mira”, pero claro luego se cambió. En el sentido de que era una explicación como otra cualquiera” (Maestra N).

#### *Percepciones de las maestras sobre el cómo enseñar*

En las entrevistas previas las maestras señalan que este tema lo suelen abordar usando diferentes recursos:

“Sobre todo nos dedicamos a realizar una lectura comprensiva de lo que se va trabajando en el tema y después se hace una explicación breve a los alumnos, sobre todo con visualizaciones de vídeos” (Maestra M).

“Primero, bueno, se presentan como láminas motivadoras, audios o alguna historia y a partir de ahí pues se va arrancando con los contenidos que vayan tocando, se hacen actividades de forma autónoma, bueno este año las grupales están más... [...] Y alguna actividad más dinámica en los ordenadores también” (Maestra E).

“Utilizamos mucho la PDI, que es la pantalla digital para hacer ciertas actividades, vemos vídeos, trabajamos de forma más práctica, de forma oral también y luego por supuesto, sí trabajamos también fichas y... a nivel escrito también. Pero, pues mucho más dinámico... Una de las actividades que más he trabajado, por ejemplo, puede ser que ellos fueran médicos” (Maestra N).

Tras la implementación, las maestras E y M reconocen otro enfoque de enseñanza diferente y advierten del valor de estas prácticas en las clases de ciencias:

“Con una metodología pues activa y participativa y que sí, que para ellos son como aprendizajes significativos, porque se conectaban a lo mejor pues con situaciones que habían vivido en la casa: ¿quién conoce a alguien que se haya roto un hueso?, o ¿qué le hicieron en el médico?, pues a lo mejor algunos dicen “pues se lo vendó o se lo escayoló...”, y como que se relacionaban con sus vivencias”

“Yo creo que la experiencia práctica a ellos es lo que más les aporta, porque en verdad es lo que les ofrece una enseñanza de verdad. Es una forma distinta a como lo abordamos en clase porque, por más que queremos hacer las cosas de forma práctica, es imposible siempre ofrecerles de todas las cosas una práctica así, como la que vosotros les enseñasteis ayer. Y también es una dinámica distinta a la que seguimos en clase” (Maestra M).

“Yo creo que pretendisteis hacerlo un poco experiencial, es decir, que el niño experimente con sus propias manos, en este caso eran manos la actividad que hicisteis, palpando, tocando, que vean, pues en este caso eran los huesos” (Maestra N).

El verbo utilizado por esta última maestra (Maestra N) “pretendisteis” coincide con la decepción manifestada en el subapartado anterior sobre el qué enseñar y señala la poca sorpresa ante la secuencia impartida en su clase:

“¿Diferente a lo que yo hago? No. Yo te comento que yo trabajo mucho así también... Era una explicación como otra cualquiera” (Maestra N).

Otra de las dificultades señaladas tiene que ver con los dibujos que les solicitábamos, pero también señalan dificultades a la hora de implementar este enfoque de enseñanza en sus próximas clases:

“Te conlleva más tiempo prepararte las clases que el típico libro, pero la verdad es que compensa, porque se hace mucho más llevadero para los niños” (Maestra E)

## Discusión y conclusiones

Los trabajos fin de estudios (TFE) suelen tener un escaso periodo de tiempo para desarrollar una investigación completa, desde el planteamiento del problema, marco teórico y metodológico hasta la planificación y toma de datos para extraer conclusiones fundamentadas en pruebas. Este proceso se complica si en pocos meses desde la asignación de estudiante-tema-tutor queremos realizar una investigación de diseño desde la fundamentación para el diseño (*Research-based design*) hasta la evaluación del efecto y sus mejoras (con reiteración). Esto sería inabarcable en un TFE. ¿Debemos, por ello, no implicar a los futuros docentes en investigaciones de diseño a pesar de que reconozcamos que son las más próximas a su formación como docentes (Tena, 2021) y las que acortan la brecha entre investigación y práctica docente (Guisasola *et al.*, 2021)?

La respuesta que aportamos en este artículo es que podemos acompañar a los estudiantes de TFE (futuros maestros y maestras) durante parte del proceso para que tenga sentido para ellos y que sea una investigación en sí misma. En este caso hemos aportado una secuencia ya diseñada para que ellos la adapten al alumnado, la implementen y evalúen su efecto. Con ello, contribuimos en primer lugar a poner en conflicto su idea inicial de investigación con proceso cuantitativo estadístico, en segundo lugar, con algo alejado de su profesión y, en tercer lugar, con la colección de resultados que no sirve para nada más que para el TFE o para obtener una calificación del tribunal.

Para ello hemos utilizado el KPSI adaptado, que no es un instrumento diseñado para la investigación, sino que es una actividad de aula, útil para que el alumnado de Primaria tome conciencia sobre lo que han aprendido (percepción de aprendizaje) y sentido (emociones). De esta manera, los investigadores e investigadoras (maestras y maestro en formación inicial en este caso) no interrumpimos el proceso de enseñanza y aprendizaje, sino que interpretamos lo que ha sucedido *ad hoc*, a través de las producciones del alumnado (grabaciones, cuadernillos del alumnado, etc.). Esto es además muy importante para el proceso de aprendizaje de los maestros y maestras en formación inicial, pues ponemos en conflicto sus ideas sobre investigación didáctica excesivamente cuantitativa en la que creían tener que medir el nivel de entrada y de salida (pre-post tests). Con esta secuencia, con preguntas detonantes de la expresión de ideas personales o concepciones iniciales se dan cuenta de la importancia de que esto suceda en la propia aula, para que el alumnado tome conciencia de esas ideas, las complemente con las de los compañeros/as, o vean que hay otras opciones. Sin esta expresión colectiva de ideas no habría proceso dialógico y el aprendizaje pasaría desapercibido para ellos y ellas y el KPSI de autorregulación no serviría de nada.

El énfasis en evaluar las producciones del alumnado conlleva también un principio ético de que la metodología y los instrumentos utilizados no interrumpan el proceso formativo del alumnado, sino que sean parte de las actividades útiles y “con sentido” para el alumnado.

La combinación de resultados sobre el efecto producido en el alumnado y sobre la percepción de las maestras observadoras ha contribuido a posicionarse como docentes preocupados por el aprendizaje y el bienestar de su alumnado y como profesionales que analizan las secuencias desde el conocimiento profesional docente (Haefner y Zembal-Saul, 2004). Los comentarios de las maestras muestran reconocimiento de que han conseguido que sus alumnos y alumnas aprendan y que no se les va a olvidar cómo son los huesos por dentro y por fuera. También indican que han percibido que es una manera diferente de cómo enseñar este tema, a pesar de que una de las maestras participantes señale su decepción. Este resultado, lejos de desanimarnos, nos ha hecho reflexionar sobre qué demandaba, promoviendo mejoras de la SEA que incluya la regeneración del hueso fracturado mediante un proceso de modelización (Couso, 2020).

El análisis diferenciado de las ideas del alumnado y de las emociones que expresan tanto en las producciones como en los vídeos también les aporta un conocimiento a los futuros maestros y maestras sobre las gafas a utilizar para mirar la misma experiencia escolar significativa de enseñar huesos por indagación. Y, sobre todo, la utilidad de reconocer elementos clave (cinco emociones y varias ideas potentes) así como momentos clave como la necesidad de que expresen ideas ante una pregunta que engancha o la necesidad de aportar la observación justo en el momento necesario para poner en conflicto esas ideas (la observación intencional descrita por Monteiro y Jiménez-Aleixandre, 2016).

La SEA y las producciones del alumnado nos han permitido elaborar un mapa teórico de progresión de las ideas del alumnado, al estilo de los *landscapes* (Vergara Sandoval *et al.*, 2020; Zabel y Gropengiesser, 2011), donde hemos identificado cuatro posibles fronteras desde la idea más simple de que no se puede arreglar, se arregla externamente, por intervención médica, hasta la idea más sofisticada de que el hueso internamente se repara o regenera. La propia dinámica de la escuela, donde las maestras entendieron que todos los niños y niñas debían responder lo mismo, nos ha impedido mostrar las progresiones empíricas del alumnado participante por lo que tenemos como agenda futura probar este *landscape* y la información que proporcionen las progresiones-regresiones del alumnado.



Figura 9. Landscape sobre la progresión teórica de las ideas del alumnado sobre la regeneración de un hueso fracturado.

### Agradecimientos

Queremos agradecer al equipo directivo, profesorado y alumnado del CPR. Andrés Manjón de Berja, Almería su disponibilidad para participar en este trabajo, así como su inestimable conocimiento profesional que nos ha ayudado a mejorar la secuencia. Este trabajo ha sido cofinanciado por los proyectos PID2020-116097RB-I00 MCIN/AEI/10.13039/501100011033/; P20\_00094 de la Junta de Andalucía y de la Universidad de Almería UAL2020-SEJ-D1784; PPIT-UAL, Junta de Andalucía- FEDER 2021-2027. Programme: 54.A.

## Referencias bibliográficas

- Amat González, A., Martínez-Chico, M. y Jiménez-Liso, M. R. (2022). Formación de maestras por implementación de secuencias en su propio contexto de aula: red sistémica para el análisis de las entrevistas pre-post. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado. Continuación de La Antigua Revista de Escuelas Normales*, 97(36.1). DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.91928>
- Bisquerra Alzina, R. y Pérez Escoda, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XX1*, 10(0), 61–82. DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.1.10.297>
- Blanco-López, Á., Martínez-Peña, B. y Jiménez-Liso, M. R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *APICE, Revista de Educación Científica*, 2(2), 15–28. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>
- Braund, M. (1991). Children's ideas in classifying animals. *Journal of Biological Education*, 25(2), 103–110. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.1991.9655186>
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C. y Mellado, V. (2013). The emotions about teaching and learning science: A study of prospective primary teachers in three Spanish universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299–311.
- Caballer, M. J. y Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 10(2), 172–180. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39818/93185>
- Caravita, S. y Falchetti, E. (2005). Are bones alive? *Journal of Biological Education*, 39(4), 163–170. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655990>
- Castillo-Hernández, F. J., Jiménez-Liso, M. R. y Couso, D. (2022). Can we do real inquiry online? Influence of real-time data collection on students' views of inquiry in an online, multi-site masters' degree on environmental education. *Journal of Computing in Higher Education*, 0123456789. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09312-7>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A. y van Driel, J. H. (2021). Teacher noticing in science education : do you see what I see ? *Studies in Science Education*, 57(1), 1–44. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Couso, D. (2020). Aprender ciencia escolar implica construir modelos cada vez más sofisticados de los fenómenos del mundo [Learning school science involves building increasingly sophisticated models of world phenomena]. En D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, C. Refojo y J. A. Sacristán (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 70–81). Penguin Random House Grupo Editorial. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., y Sacristán, J. A. (2020). *Enseñando ciencia con ciencia* (F. Lilly y FECYT (eds.)). Penguin Random House Grupo Editorial. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Deans for impact. (2015). *The science of learning*. Recuperado de: <https://deansforimpact.org/resources/the-science-of-learning/>
- Ekman, P. y Friesen, W. V. (1975). *Unmasking the Face: A Guide to Recognizing the Emotions from Facial Clues*. Prentice Hall. Englewood Cliffs.

- González Harbour, B. (2022, diciembre 4). José Antonio Marina: “Que se haya puesto de moda la felicidad es catastrófico”. *El País*. Recuperado de: <https://elpais.com/cultura/2022-12-04/jose-antonio-marina-que-se-haya-puesto-de-moda-la-felicidad-es-catastrofico.html>
- Gosling, D. (2002). Models of peer observation of teaching co-director, teaching quality enhancement fund national co-ordination team. *LTSN Generic Centre, August*, 1–6. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/267687499\\_Models\\_of\\_Peer\\_Observation\\_of\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/267687499_Models_of_Peer_Observation_of_Teaching)
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1801. DOI: [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1801](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801)
- Haefner, L. A. y Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers’ developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1653–1674. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069042000230709>
- Hugo, D. V. (2008). *Análisis del proceso de autorregulación de las Prácticas Docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones* [Universidad Autónoma de Barcelona]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10803/4714>
- Inkinen, J., Klager, C., Juuti, K., Schneider, B., Salmela-Aro, K., Krajcik, J. y Lavonen, J. (2020). High school students’ situational engagement associated with scientific practices in designed science learning situations. *Science Education, April 2018*, 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21570>
- Jeong, J. S. y González-Gómez, D. (2022). Editorial: Cognitive, Affective, Behavioral, and Multidimensional Domain Research in STEM Education: Active Approaches and Methods Towards Sustainable Development Goals (SDGs). *Frontiers in Psychology*, 13(March), 1–4. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.881153>
- Jiménez-Liso, M. R., Amat González, A., Martínez-Chico, M., Vílchez-González, J. M. y López-Gay, R. (2019). Why scientific practices are not included in Science lessons? Advantages that go unnoticed for in-service teachers. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l’Educació*, 1(2), 20–32.
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M. y López-Gay, R. (2022). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate Students’ Emotional, Behavioural, and Cognitive Engagement. *Research in Science Education*, 53, 1313–1334. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Jiménez-Liso, M. R., Castillo-Hernández, F. J., Martínez-Chico, M., y López-Gay, R. (2021). Destrezas y obstáculos de un futuro docente en el diseño de una secuencia por indagación y modelización sobre los huesos. In D. Cebrián, A. J. Franco, T. Lupión-Cobos, M. C. Acebal, y Á. Blanco-López (Eds.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía*. (pp. 337–348). Graó Editorial.
- Jiménez-Liso, M. R., González-Herrera, M. y Banos-González, I. (2020). Socio-ecological controversies in the news as trigger of a model-based inquiry instructional sequence about the effect of global warming on the great barrier reef. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114676>



- Jimenez-Liso, M. R., Martínez-Chico, M., Castillo-Hernández, F. J. y López-Gay, R. (2021). Dos momentos clave en la indagación sobre la sal y la nieve: Asombro (¡oh!) y aprendizaje tácito (¡ajá!). En F. Cañada-Cañada y P. Reis (Eds.), *Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 2117–2120). Revista Enseñanza de las Ciencias. Recuperado de: <https://congresoenseciencias.org/actas/>
- Jiménez-Pérez, R. (2012). Ayer, hoy y mañana de la investigación en la enseñanza de las ciencias. *XXC Encuentro de Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 21–46.
- Korthagen, F. (2007). The gap between research and practice revisited. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 303–310. DOI: <https://doi.org/10.1080/13803610701640235>
- Lederman, N. G. y Lederman, J. S. (2015). What Is A Theoretical Framework? A Practical Answer. *Journal of Science Teacher Education*, 26(7), 593–597. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9443-2>
- López-Banet, L., Aguilera, D., Jiménez-Liso, M. R. y Perales, F. J. (2021). Emotional and Cognitive Preservice Science Teachers' Engagement While Living a Model-Based Inquiry Science Technology Engineering Mathematics Sequence About Acid-Base. *Frontiers in Psychology*, 12(October). DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.719648>
- López-Gay, R., Jiménez-Liso, M. R. y Martínez-Chico, M. (2015). Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 80, 38–48.
- Luft, J. A. y Patterson, N. C. (2002). Bridging the gap: Supporting beginning science teachers. *Journal of Science Teacher and Education*, 13(4), 267–282. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1022518815872>
- Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., Jiménez Liso, M. R. y Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Investigación En La Escuela*, 80, 35–48.
- Mega, C., Ronconi, L. y De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121–131. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0033546>
- Mellado, V., Borrachero Cortés, A. B., Brígido Mero, M., Melo, L. V., Dávila-Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., y Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Mintzes, J. J. (1984). Naive Theories in Biology: Children's Concepts of the Human Body. *School Science and Mathematics*, 84(7), 548–555. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1984.tb10179.x>
- Monteira, S. F. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232–1258. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- Nieveen, N. y Folmer, E. (2013). Formative Evaluation in Educational Design Research. In T. Plomp y N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research. Part A: An introduction* (pp. 152–169). SLO.

- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Nuffield Foundation.
- Pekrun, R., Elliot, A. J. y Maier, M. A. (2009). Achievement Goals and Achievement Emotions: Testing a Model of Their Joint Relations With Academic Performance. *Journal of Educational Psychology*, *101*(1), 115–135. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0013383>
- Perines, H. (2018). ¿Por qué la investigación educativa no impacta en la práctica docente? *Estudios Sobre Educacion*, *34*, 9–27. DOI: <https://doi.org/10.15581/004.34.9-27>
- Randler, C., Wüst-Ackermann, P., im Kampe, V. O., Meyer-Ahrens, I. H., Tempel, B. J. y Vollmer, C. (2015). Effects of Expressive Writing Effects on Disgust and Anxiety in a Subsequent Dissection. *Research in Science Education*, *45*(5), 647–661. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9442-x>
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis*, *7*(14), 159–176. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- Sala, A., Punie, Y., Garkov, V. y Cabrera, M. (2020). LifeComp. The European Framework for Personal, Social and Learning to Learn Key Competence. In *ДОННУ* (European C, Issue September). DOI: <https://doi.org/10.2760/302967>
- Salovey, P. y Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence and Its Relationship to Other Intelligences. *Imagination, Cognition and Personality*, *9*(3), 185–211.
- Siddiqui, Z. S., Jonas-Dwyer, D. y Carr, S. E. (2007). Twelve tips for peer observation of teaching. *Medical Teacher*, *29*(4), 297–300. DOI: <https://doi.org/10.1080/01421590701291451>
- Tamir, P. y Amir, R. (1981). Retrospective Curriculum Evaluation: An Approach to the Evaluation of Long-Term Effects. *Curriculum Inquiry*, *11*(3), 259–278. DOI: <https://doi.org/10.1080/03626784.1981.11075259>
- Tena, È. (2021). ¿Está contaminado el aire de la escuela? Una propuesta de indagación basada en la modelización para el aula de primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, *5*(2), 87–97. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.2.7613>
- Vergara Sandoval, C. S., López Simó, V. y Couso, D. (2020). Revisiting the landscape roaming metaphor to understand students' ideas on mammals' and birds' thermal regulation. *Journal of Biological Education*, *00*(00), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1748894>
- Zabel, J. y Gropengiesser, H. (2011). Learning progress in evolution theory: Climbing a ladder or roaming a landscape? *Journal of Biological Education*, *45*(3), 143–149. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.586714>