

ENTRANDO POR LA OTRA PUERTA: LA INDAGACIÓN PARA PROMOVER EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO EN EDUCACIÓN INFANTIL¹

José Manuel Pérez-Martín 

Universidad Autónoma de Madrid

Zoel Salvadó 

Universidad de Zaragoza

Lorena Sánchez-Ferrezuelo 

Universidad Autónoma de Madrid

Regina Gairal-Casadó 

Universitat Rovira i Virgili

Maite Novo 

Universitat Rovira i Virgili

RESUMEN: La percepción negativa hacia la enseñanza de las ciencias agrava otras que incrementan la dimensión excluyente del aprendizaje de las ciencias (diversidad de género, étnica, socio-económica, cultural, etc.). Por ello, quisimos valorar las percepciones sobre la ciencia y su enseñanza en docentes y estudiantes (5-6 años) de Educación Infantil, a través de entrevistas, tras la implementación en el aula de una secuencia de actividades basadas en indagación. Observamos que los maestros cambian su percepción sobre la ciencia al ver una herramienta didáctica que presenta la ciencia como algo que se construye participativamente y por la que muestran gran interés sus estudiantes. La desafección previa se debe a su escaso dominio del contenido y del conocimiento didáctico del contenido adquirido durante su formación. Al finalizar, se interesan por implementar actividades similares con materiales preparados. No se detectan barreras que limiten la percepción positiva de la ciencia entre los estudiantes. Por tanto, parece que la enseñanza de las ciencias basada en la indagación es una estrategia didáctica que mejora la percepción de las ciencias en EI, eliminando barreras de exclusión, convirtiendo a los maestros en pieza clave de la dimensión transformadora para la enseñanza de las ciencias en etapas tempranas.

1. Aunque las/os autoras/es de este documento no pretenden ocultar o minusvalorar la existencia del sexo femenino, utilizan el masculino genérico para evitar incrementar la complejidad del texto y su extensión.

PALABRAS CLAVE: indagación, razonamiento científico, Educación Infantil, enseñanza de las ciencias.

THROUGH THE OTHER DOOR: INQUIRY TO PROMOTE SCIENTIFIC REASONING IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION

ABSTRACT: Negative perceptions of science teaching aggravate other perceptions that increase the exclusionary dimension of science learning (gender, ethnic, socio-economic, cultural diversity, etc.). Therefore, we wanted to assess the perceptions about science and its teaching in teachers and students (5-6 years old) of Early Childhood Education, through interviews, after the implementation in the classroom of a sequence of activities based on enquiry. We observed that teachers change their perception of science when they see a didactic tool that presents science as something that is constructed in a participatory way and in which their students show great interest. The previous disaffection is due to their poor mastery of the content and the didactic knowledge of the content acquired during their training. At the end, they are interested in implementing similar activities with prepared materials. No barriers limiting the positive perception of science among students are detected. Therefore, it seems that inquiry-based science teaching is a didactic strategy that improves the perception of science in EI, eliminating barriers of exclusion, making teachers a key player in the transformative dimension of early science teaching.

KEYWORDS: Inquired-based learning, Scientific reasoning, Early-Childhood Education, Science Education.

Recibido: 01/02/2022

Aceptado: 18/06/2022

Correspondencia: José Manuel Pérez Martín, Departamento de Didácticas Específicas, Didáctica de las Ciencias experimentales, Facultad de Formación de Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Francisco Tomás y Valiente, 3, 28049, Madrid. Email: josemanuel.perez@uam.es

1. INTRODUCCIÓN

Multitud de autores han demostrado una caída de las vocaciones científicas en todo el mundo desde los primeros años de este siglo (Gago, 2004; Rocard et al., 2007). El descenso del interés de los estudiantes por las ciencias está directamente relacionado con las deficiencias en la enseñanza de la ciencia escolar y su incapacidad para despertar el interés y la motivación de los estudiantes (Tytler et al., 2008). En España, esta desafección se explica porque las ciencias se perciben como aburridas, difíciles, excesivamente teóricas, de difícil aplicación y alejadas de la realidad

cotidiana (Robles et al., 2015). Esto se podría describir con una analogía: estamos entrando por la puerta equivocada, algo ya diagnosticado para la enseñanza de las matemáticas (Paenza, 2014). Esto significa que los docentes mostramos la ciencia a los estudiantes, y les exigimos que aprendan los contenidos sin hacerles comprender su atractivo, sentido e importancia para la vida cotidiana. Para evitar esta situación altamente frecuente, la enseñanza de las ciencias no sólo debe centrarse en el conocimiento, sino en el valor de su utilidad cotidiana, despertando así su componente afectivo. Mejorar las actitudes por las ciencias depende de despertar el interés por ellas, y eso se provoca al enseñar a pensar científicamente (Klop y Severiens, 2007; Zoller, 2012).

A esto, hay que añadir que, aunque en muchos países el acceso a la educación es universal, el acceso a la educación científica es muy diverso (Archer et al., 2012; Eshach, 2007), y en nuestra sociedad presenta grandes disparidades (Salvadó et al., 2021). Existen sesgos asociados a factores de nivel socioeconómico, etnicidad y género (DeWitt y Archer, 2015). Ejemplos de esta situación los encontramos en estudios recientes que indican que las niñas hasta los 6 años se consideran igual de capaces que los niños de hacer carreras de ciencias, lo que no ocurre a partir de esa edad (Bian et al., 2017). Sin embargo, no hay ninguna evidencia de que haya diferencias intrínsecas asociadas al género en las capacidades de las personas para hacer Matemáticas o Ciencias (Kersey et al., 2018), ni tampoco las hay en brechas socioeconómicas, étnicas o culturales (Mateos, 2018). Otros estudios indican que la presión económica, la discriminación, el trato injusto, la falta de confianza, los estereotipos y los prejuicios contribuyen al desinterés de estos grupos por la ciencia y las carreras científicas (Fouad et al., 2010; Gnilka y Novakovic, 2017; Haynes y Jacobson, 2015), limitando las aspiraciones científicas de estos colectivos y provocando una pérdida de talento para la sociedad (Ballas et al., 2012).

Para acabar con estas brechas y aumentar las vocaciones y aspiraciones científicas se han implementado programas para, mayoritariamente, enseñanza secundaria (Archer et al., 2012; Aschbacher et al., 2010; Tai et al., 2006). Fundamentalmente encaminados a incorporar a las niñas a carreras científicas y presentar las carreras científicas como una profesión más con gran reconocimiento social. Sin embargo, se ha sugerido que esas intervenciones deben dirigirse principalmente a las primeras etapas educativas, Educación Infantil (EI) y Primaria (EP), ya que es ahí cuando todavía están configurando sus intereses y aspiraciones por carreras científicas y las intervenciones tienen más impacto (Chambers et al., 2018; DeWitt y Archer, 2015), ya que más tarde las aspiraciones de los estudiantes ya están formadas y es poco probable que cambien.

En este sentido, el análisis de la alfabetización científica promovida por la regulación de las enseñanzas mínimas para la etapa 3-6 años en España (García-Carmona et al., 2014a) indicó que la ciencia escolar sugerida por el Ministerio de Educación en su RD1630/2006 no sintoniza, en una parte importante, con las tendencias actuales de la Didáctica de las Ciencias. Como ejemplo, analizando el aspecto de actividades, recursos y estrategias de enseñanza, este estudio identificó que, si bien el Real Decreto habla de la indagación como estrategia de aprendizaje, no explicita sus compo-

nentes esenciales, como son la selección de contenidos a estudiar, la formulación de los problemas, la participación del aprendiz, el diseño de investigación, la búsqueda de información, la recogida de datos observados, entre otros.

Se ha observado que la participación en actividades de aprendizaje de la ciencia a través de la indagación facilita el aprendizaje y el interés de los niños de EI por la ciencia (Samarapungavan et al., 2008), ya que se proporcionan entornos más ricos y desafiantes para el aprendizaje (Cañal, 2006). Además, se promueve la capacidad de formular preguntas significativas, predicciones sobre los resultados, observar y registrar pruebas, revisar y representar sus conocimientos y comunicar sus hallazgos (Samarapungavan et al., 2008). En este sentido, promover la alfabetización científica en las aulas de EI es una acción que sienta las bases de la futura comprensión de la ciencia, pero también mejora el logro de habilidades y actitudes clave hacia el aprendizaje (Worth, 2010).

Desde la Didáctica de las Ciencias experimentales, se propone a la indagación como una alternativa accesible que se asemeja al método científico, permitiendo introducir a los niños en las ciencias. Este enfoque promueve aprendizajes de tipo procedimental, donde lo que hay que abordar son las destrezas científicas que define Pro (2013) y que ayudan a entender que la ciencia consiste en hacerla (Furman, 2013), lo que reenfoca el concepto de ciencia hacia una visión que puede resultar más atractiva para sus prácticas de aula. Este enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias, también hay que implementarlo en la formación de maestros, para que sea aplicado cuanto antes en EI y EP, ya que son el colectivo que más influencia puede tener en la modulación de las vocaciones científicas y es uno de los que más desafección presenta por estas materias (García-Carmona et al., 2014b). Concretamente los docentes de EI consideran que las ciencias son muy difíciles para los niños de esta etapa educativa, por su abstracción, e incluso innecesarias para ellos (Cantó et al., 2016).

Esto evidencia que, si pretendemos promover las vocaciones científicas en alumnado de edades tempranas, también tenemos que incidir en los profesionales que vehiculan la formación educativa en estas etapas. Desde la Didáctica de las Ciencias, se sugiere una enseñanza que equilibre lo conceptual y lo procedimental, promoviendo la adquisición de destrezas científicas que permitan aprender haciendo.

El presente trabajo es fruto de un proyecto de cultura científica en el que implementamos actividades de aprendizaje basado en la indagación en aulas de EI (Pérez-Martín, 2021). Esta metodología promueve el razonamiento y la competencia científica, donde los alumnos observan el entorno, formulan preguntas, proponen posibles respuestas, diseñan una forma de comprobar si es cierta o no esta respuesta, se contrasta y concluye. Así, aprender ciencias resulta un proceso constructivo, donde no hay nada terminado y los estudiantes aprenden haciendo ciencia (Couso et al., 2020).

El objetivo de este trabajo se centró en analizar la percepción del alumnado de EI y de sus docentes sobre la ciencia (vocaciones y expectativas), la estrategia de enseñanza (la indagación aplicada al aula) y el contenido conceptual trabajado en la indagación (magnetismo, mezclas, materia, prehistoria, etc.).

2. MÉTODO

2.1. Participantes

En este estudio participaron cuatro escuelas, tres en la provincia de Tarragona, situadas en comunidades vulnerables con alto riesgo de exclusión social, donde gran parte del alumnado pertenece a colectivos tradicionalmente alejados de la ciencia (minorías étnicas, elevada inmigración y bajo nivel socioeconómico); y una en la Comunidad de Madrid, con un perfil sociodemográfico más homogéneo de familias pertenecientes a la clase media. Participaron un total de 180 alumnos (130 niños en Tarragona, 50 en Madrid) de tercer curso de Segundo ciclo de EI (5 años) y 8 docentes (6 en Tarragona, y 2 en Madrid).

Las escuelas públicas de la provincia de Tarragona (A, B y C) que participaron en el estudio se caracterizan por estar en un contexto social y con una tipología de alumnado habitualmente distanciado de entornos científico-técnicos y con alto riesgo de exclusión social (minorías étnicas, elevada inmigración y bajo nivel socioeconómico). Cada centro presentaba sus propias características diferenciadoras. La escuela A está ubicada en el extrarradio de la ciudad, el barrio tiene una situación socioeconómica degradada y un porcentaje importante de su población se encuentra en riesgo de exclusión social, con más del 70% de estudiantes pertenecientes a la etnia gitana y donde más del 20% de los estudiantes son inmigrantes. La escuela B está situada en el centro de una ciudad pequeña, con casi el 30% de los estudiantes inmigrantes y con diversidad socioeconómica. La escuela C es una escuela de reciente creación, cuyos alumnos presentan una gran diversidad en cuanto a origen étnico, religión y nivel socioeconómico. Por último, la escuela de la Comunidad de Madrid (escuela D) que participó en el estudio es un centro escolar público de dos líneas de nivel, situado en el centro de la ciudad con alumnado de familias de clase media y escasa diversidad étnica.

2.2. Enfoque metodológico: Herramientas, categorización y análisis

Para llevar a cabo este estudio, se realizaron entrevistas semiestructuradas con orientación comunicativa a los participantes del programa, al finalizar la secuencia de acciones. Con este fin, se elaboraron dos cuestionarios de preguntas para los colectivos entrevistados: docentes (<http://t.ly/qAmw>), y estudiantes (<http://t.ly/ffpG>). En la orientación comunicativa, el conocimiento previo acumulado se pone sobre la mesa en diálogo con los participantes, se contrasta, pudiéndose crear conjuntamente nuevos conocimientos (Valls-Carol, 2014). El análisis comunicativo de los datos permitió recoger aquellos aspectos de la realidad que dificultan el acceso igualitario a la ciencia (dimensión excluyente) y aquellos que promueven la igualdad de oportunidades (dimensión transformadora) (Gómez et al., 2011). En este caso, combinamos este enfoque con una metodología de investigación-acción orientada a la transformación social, identificando y analizando aquellas acciones que contribuyen a superar las desigualdades sociales. Las entrevistas se realizaron a todos los docentes (8), y respondieron, desde su visión personal, a preguntas sobre temas relacionados sobre la finalidad y la metodología del proyecto, así como

sobre la enseñanza de las ciencias en EI y el impacto del proyecto observado en sus alumnos.

En el caso de los estudiantes, se eligieron aleatoriamente 24 alumnos de cinco aulas de los cuatro colegios implicados en el proyecto (1A, 1B, 1C y 2D). Se recogieron sus datos personales y sociodemográficos y se anonimizaron (Tabla 1). Las entrevistas se centraron en conocer sus expectativas personales respecto a las ciencias, a la metodología del proyecto y sus contenidos, permitiéndonos valorar en cierta medida el impacto del proyecto en el fomento de las vocaciones científicas.

Tabla 1. Información demográfica de los 24 estudiantes entrevistados en las tres aulas de Tarragona (A-C) y en las dos aulas de Madrid (D)

Escuela	Nombre	Género	Origen étnico
A	Mateo	Niño	Árabe/Bereber
	Carlos	Niño	Árabe/Bereber
	Julia	Niña	Español/Gitano
	José	Niño	Español/Gitano
	Juan	Niño	Español/No gitano
B	Leo	Niño	Español/Gitano
	Paula	Niña	Español/No gitano
	Aitor	Niño	Español/No gitano
	Carlota	Niña	Español/No gitano
	Ángel	Niño	Español/No gitano
C	Marina	Niña	Español/No gitano
	Gisela	Niña	Español/No gitano
	María	Niña	Español/No gitano
	Guille	Niño	Español/No gitano
	Sergio	Niño	Español/No gitano
	Ana	Niña	Español/No gitano
D	Leticia	Niña	Español/No gitano
	Eduardo	Niño	Español/No gitano
	Víctor	Niño	Español/No gitano
	Nicolás	Niño	Rumano/No gitano
	Luna	Niña	Español/No gitano
	Adriana	Niña	Español/No gitano
	Roberto	Niño	Español/No gitano
	Aitana	Niña	Español/No gitano

Todas las entrevistas se grabaron, transcribieron y analizaron utilizando un sistema de categorías establecido (Tabla 2) diseñado para obtener pruebas de los objetivos

de nuestro proyecto. Se consideraron las mismas categorías tanto para las entrevistas a las maestras como para los alumnos, ya que se persigue el mismo análisis, pero teniendo en cuenta sus perspectivas. Para cada categoría, se consideraron dos dimensiones: la dimensión excluyente, que incluye aquellos aspectos de la realidad que son vistos por los participantes como una barrera, dificultando el acceso igualitario a la ciencia; y la dimensión transformadora, que considera aquellos aspectos de la realidad que facilitan la superación de las barreras y conducen a oportunidades igualitarias hacia la ciencia.

Tabla 2. *Categorías y subcategorías de análisis de las entrevistas*

Categorías de análisis de las entrevistas		
Categoría	Subcategoría	Explicación
1. <i>Naturaleza de la ciencia</i>	1.1. <i>Percepción de la ciencia</i>	Nuevas visiones respecto a la ciencia y las profesiones científicas.
	1.2. <i>Vocaciones científicas</i>	Expectativas personales con relación a la ciencia.
	1.3. <i>Actitudes del alumnado hacia la ciencia y la experimentación</i>	Impacto sobre la predisposición a la ciencia y la metodología científica.
2. <i>Indagación como metodología didáctica</i>	2.1. <i>Identificación de las fases de la indagación</i>	Se evidencia una interiorización de las diferentes fases de la indagación.
	2.2. <i>Opinión sobre la indagación como metodología educativa</i>	Reflexión sobre la metodología indagatoria y su práctica de aula.
3. <i>Contenido conceptual</i>	3.1. <i>Cambio en la percepción contenidos conceptuales</i>	Nuevas visiones y actitudes hacia la prehistoria, la paleoantropología y física que aparecen tras la realización del proyecto.

2.3. Intervención educativa

Esta experiencia consistió en la realización de una secuencia de actividades contextualizadas en la Prehistoria y la Edad Antigua (Material suplementario 1), durante seis sesiones de aula, dedicadas al razonamiento científico en horario escolar. Las actividades tenían un doble objetivo de aula: promover el razonamiento científico mediante actividades indagatorias, y mostrar contenidos científicos conceptuales (Prehistoria y Física). Se tuvieron en cuenta las necesidades de los alumnos de esta edad (el movimiento, el tiempo de concentración, el que necesitan para pensar y compartir ideas, etc.), la distribución del aula y los recursos materiales disponibles sin riesgo para ellos. Las actividades fueron impartidas por los investigadores que diseñaron el proyecto en colaboración con la maestra del aula.

Respecto a las actividades que se diseñaron y se implementaron en el aula (Material suplementario 1), las realizadas sobre la prehistoria (sesiones 1-3) se en-

marcaron en un contexto de cultura científica de tipo taller con exploración del entorno y los materiales, presentando una dinámica dialógica y manipulativa, que introduce a los niños en la formulación de hipótesis y la reflexión. Las otras tres sesiones (4-6) siguieron la metodología del aprendizaje basado en indagación, que permite utilizar la curiosidad natural de los niños para fomentar el planteamiento de preguntas y la búsqueda de respuestas basadas en la observación, experimentación y reflexión. Por ello, cuando se dan estas circunstancias, se pone en práctica el uso de pruebas y la argumentación, claves para el desarrollo del razonamiento científico. De esta manera, nuestra propuesta se acerca la ciencia a las aulas de forma diferente a lo habitual, por otra puerta. Esto favorece que la ciencia se distribuya de forma justa entre todas las personas y estrecha la brecha de su aprendizaje entre colectivos escolares vulnerables y de docentes que se muestran intimidados a la hora su enseñanza.

3. RESULTADOS

De manera conjunta, los resultados obtenidos nos permitieron conocer cómo los alumnos y docentes valoran el impacto del proyecto y las estrategias didácticas desarrolladas, considerándolas como productos de innovación educativa. En este sentido, hay que destacar que las valoraciones de los alumnos y docentes de los diferentes centros participantes avalaron la adecuación de esta metodología educativa en edades tempranas y la necesidad de realizar este tipo de actividades en cualquier contexto, sean con alumnado vulnerable o no.

3.1. Percepción del alumnado

3.1.1. Naturaleza de la Ciencia

Los alumnos entrevistados declararon que la participación en el programa les sirvió para tener una noción más clara de la utilidad, la importancia y del alcance de la Ciencia (percepciones sobre la ciencia, 1.1 de la tabla 2): Nicolás_D: “Investigar sirve para aprender”; Roberto_D: “La ciencia es importante porque así puedes aprender cosas nuevas, cosas que no han existido, inventar cosas”; Guille_C: “La ciencia es importante porque hay muchas cosas que se van estropeando y la ciencia las puede arreglar un poco”.

3.1.2. Indagación como metodología didáctica

Asimismo, fueron capaces de identificar partes de la metodología indagatoria (2.1 de la tabla 2), que implícitamente se trabajaba en los talleres. Identificaron la creación de un contexto retador mediante la técnica del *storytelling*, en donde hay una pregunta abierta a responder (Ángel_B: “*En el medio, el cuento siempre tenía un problema.*”).

En esta línea, hay que resaltar que en las respuestas recogidas se integran las ideas del conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia con las de la metodología didáctica. Algunos explicaban qué y cómo se hacía la actividad (2.1) y se identi-

caban en el rol del científico o persona que debe aplicar la ciencia para resolverlo (1.1), proponiendo soluciones y comprobándolas después (Carlota_B: “El experimento sirve para probar quién se pegaba de verdad (en el imán). Estábamos intentando ver quién se pegaba, primero una moneda, después esto, después esto...”). En el caso de un fragmento de la respuesta de Víctor_D: (“Nos preguntabas unas cosas como si fuéramos él (el protagonista), en un cuaderno, y nosotros lo rodeábamos y lo pensábamos.”), se puede observar cierta comprensión de la metodología didáctica (2.1), junto con un entendimiento de para qué sirve la ciencia (1.1) y el impacto sobre la predisposición a la ciencia y la metodología científica (1.3). En otro ejemplo, se pone de manifiesto que la hipótesis puede fallar (1.1), entendiéndose como parte del método (2.1): Leticia_D: “No pasa nada si no se acierta en la predicción”.

3.1.3. Contenido conceptual

Por último, el análisis de las entrevistas mostró que los participantes recordaban con detalle las actividades realizadas en el aula (Contenido conceptual, 3), así como palabras específicas trabajadas (sílex, imán, etc.). Además, valoraron muy positivamente su participación en el programa, recomendándolo incluso para otros niños como ellos (Eduardo_D: “Estos talleres merecen la pena. Sería bueno para otros niños porque así aprenden más los otros niños y así que aprendan todos.”). Asimismo, algunas respuestas sugerían un despertar de las vocaciones científicas (1.2), Leo_B: “Yo voy a ser científico paleontólogo [...], me gusta estudiar fósiles”.

Por último, hay que reseñar que no observamos diferencias en el interés por las ciencias entre los distintos grupos étnicos ni entre niños y niñas. De hecho, el caso de Leo_B, perteneciente a un colectivo étnico normalmente alejado de las ciencias, mostró un gran interés por la paleontología, después de participar en el programa. Lo que en conjunto interpretamos que no detectamos la dimensión excluyente entre el colectivo de estudiantes de 5-6 años.

3.2. Percepción de los docentes

Al igual que lo ocurrido con los estudiantes, los docentes respondieron de forma integrada los diferentes aspectos vividos en la intervención, entremezclando ideas de las diferentes subcategorías del análisis. Un hecho muy natural, puesto que, para ellos, las ciencias son principalmente un componente de su práctica docente. En base a nuestros resultados, destacamos que antes de la realización del programa los docentes tenían grandes expectativas en el proyecto por ser una iniciativa propuesta por profesionales en Didáctica de las Ciencias experimentales, pero también mostraron ciertas dudas sobre la idoneidad de trabajar el pensamiento científico en EI. En los ejemplos que se muestran, se pueden ver fragmentos que se categorizaron en los apartados 1.1 (nuevas visiones respecto a la ciencia), 1.3 (impacto sobre la predisposición a la ciencia) y 2.2 (reflexión sobre la metodología indagatoria y su práctica de aula):

María_B: "Al principio me preguntaba si sería adecuado para el nivel de los niños. Ciencia me sonaba como a muy de mayores, ¿no? No tanto quizá para pequeños. Pensé supongo que teniendo en cuenta que es P5 (tercero de infantil) ya lo habrán adaptado al nivel donde están ellos".

Entrevistador: "¿Y después de la participación en el proyecto?"

María_B: "Sí, sí, creo que sí y tanto (estaba adaptado). Desde el primer momento lo vi".

3.2.1. Naturaleza de la Ciencia

Uno de los aspectos en los que se pretendía impactar con el presente proyecto era en la mejora de la percepción (1.1) y sus actitudes hacia la ciencia (1.3) de los docentes. En este sentido, y en base a la formulación de las respuestas, entendemos que esta situación va de la mano con la percepción de la indagación como metodología didáctica (2.2), viendo cómo sus estudiantes se involucran, participan y aprenden (1.2, 2.1 y 3.1).

Lola_C: "Me ha abierto más posibilidades dentro del campo de la ciencia y ver diferentes tipos de actividades que quizá no te planteabas antes".

Cecilia_D: "sí que me ha aportado y me ha complementado para saber cómo enfocar determinadas actividades en el futuro y seguir hablando con ellos de ciencia a veces. Cuando tenemos algo ahí..., más ciencia... sobre todo introducir más ciencias dentro del aula, pero sobre todo a veces, pues hablamos... ¿vamos a ver qué haríamos ahora? vamos a plantear una hipótesis, o vamos a comprobar si es verdad..., eso sí ha salido de vez en cuando (después del proyecto)".

En cuanto a la valoración que hacen los docentes sobre las actitudes hacia la ciencia y la experimentación de su alumnado, destaca la idea de que sus alumnos ahora tienen una actitud muy positiva hacia la ciencia (1.3) y que la participación en el proyecto les ha "*encendido la llama*" de la motivación y el interés hacia la ciencia que antes no mostraban (1.2).

Lola_C: "No sé si se ha dejado un impacto del que ellos sean conscientes, pero sí que es verdad que si presentas otra cosa de este estilo (actividades relacionadas con la ciencia) el recibimiento será muy bueno, pienso yo. Porque les motiva, les interesa, ya tienen la llama encendida. Ha sido como abrirles un poco la mente hacia aquí".

Cecilia_D: "Yo no sé, pero la palabra ciencia les atrae... tampoco ellos saben muy bien qué es la ciencia, pero ya desde luego tienen una actitud positiva hacia esa palabra. Eso vamos...está muy claro, porque cada vez que lo hemos nombrado, lo hemos recordado, reaccionan con alegría. No sé, me sorprende que les gustara tanto, han estado muy bien las actividades, pero es que a ellos es que les ha gustado muchísimo, muchísimo, lo quieren repetir".

Así nos indican que, en algunos casos apreciaron en sus alumnos habilidades y comportamientos que no habían identificado anteriormente, tal y como cuenta

Emma_C: “Tengo el caso de un niño que normalmente en el aula está muy disperso, no presta atención y desde que se han hecho estas actividades, es que era completamente otro niño. Estaba muy participativo, atento, explicaba a la familia... tenía unos conocimientos previos que nosotros no habíamos observado y en esto, hemos visto que en esto tiene un dominio muy importante”.

3.2.2. Indagación como metodología didáctica

Los docentes valoran positivamente la reflexión sobre la metodología indagatoria y su práctica en el aula de EI, destacando los espacios que esta metodología dedica a la reflexión, y la creatividad que permiten a los niños descubrir y construir su propio aprendizaje (2.1), indicando algunas fases que les resultaron muy interesantes como la presentación-*storytelling*, la pregunta, el diseño, el debate, lo que se muestra con las siguientes afirmaciones:

Pilar_B: “Maite siempre explicaba un cuento, una pequeña historia en círculo y después pasábamos a la parte más vivencial y manipulativa”.

Cecilia_D: “Considero que se aprende bastante así (por indagación), porque realmente tienen una parte en la que ellos se cuestionan cosas, les haces... es como un conflicto cognitivo, ¿no?, entonces ellos tienen que buscar una respuesta, entonces yo creo personalmente que ellos tienen que experimentar, pensar, hablar entre ellos, incluso a veces manipular, y de ahí, pues sacar conclusiones.”.

Asimismo, comentaron las bondades de la indagación en el aprendizaje de sus estudiantes, reflexionando sobre la metodología y su práctica de aula (2.2), a través de las dinámicas de enseñanza-aprendizaje, como se ejemplifica en las siguientes respuestas:

María_B: “El descubrimiento es muy potente. ¡Es el Eureka! Parece que digan: ¡Eureka! ¡Lo tengo! Cuando tocaban si era frío o si era caliente. Lo tenían superclaro, decían esta mano o la otra, o la lana o... y ellos mismos lo decían: yo pensaba que tal..., o me he equivocado, porque en realidad cuando lo he comprobado... Pienso que el comprobar las cosas es muy potente”.

Algunas docentes mencionan que de esta metodología permite la adquisición de aprendizajes mientras se descubre (2.2), Marisa_D: “...no les dicen las cosas, no les dan las cosas hechas, no les dices, por ejemplo, el imán, va a servir para esto y esto. Ellos van probando, van probando por toda la clase... fueron probando con los materiales, lo que se colaba, lo que no se colaba, para separar, o sea, ellos al probar y al descubrir, van aprendiendo. O sea, van descubriendo, van indagando. Así por ellos mismos, no se les dan las cosas hechas, ellos las van haciendo”. Y por ello, Cecilia_D dice: “Entonces yo creo que es así como se debe construir el aprendizaje”.

Por último, también resaltan que han podido ver con claridad que la indagación permite al alumnado hablar, pensar y trabajar como lo hacen los científicos (2.2), fomentando el razonamiento científico (Cecilia_D: “...realmente me ha parecido que me ha complementado bastante como para enfocar no sé, determinadas actividades, no sé..., enfocar en el plano científico. Convertirnos más en investigadores científicos.”).

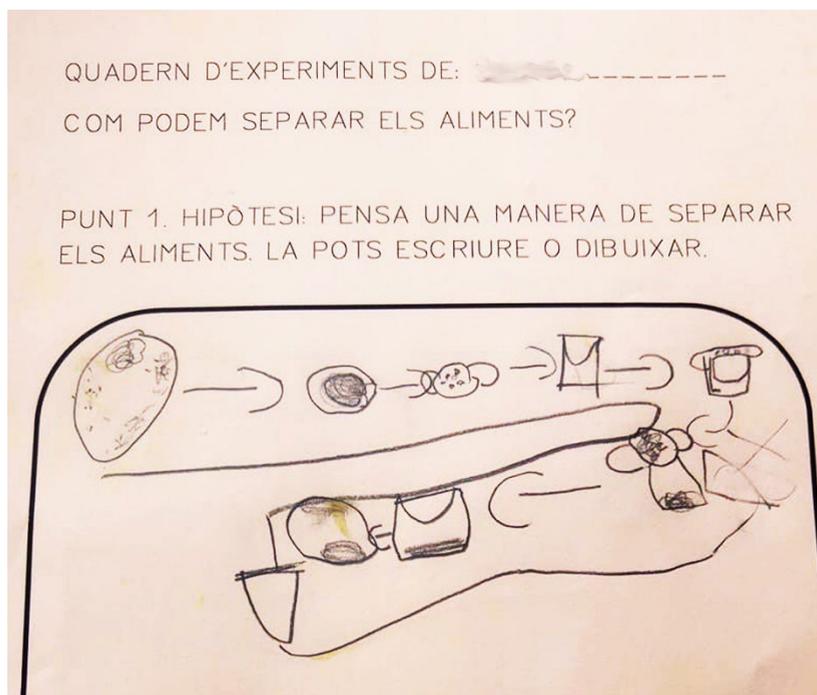
3.2.3. Contenido conceptual

Respecto a los contenidos conceptuales de la prehistoria, podemos ver que los docentes consideran este contenido muy complejo para que los niños lo adquieran, por lo abstracto y lejano de su cotidianidad (Pilar_B: “A veces, les costaba un poco entender cuando hablaban de la prehistoria... contextualizar esto para ellos es muy difícil, porque estamos hablando de hace mucho tiempo, pero se quedaban con lo que estaban haciendo en aquel momento.”).

Sin embargo, sí reconocen que los estudiantes tienen ideas previas incorporadas, cuyo origen está en recursos informales como las películas, tal y como nos indica María_B: “...hemos podido ver que a lo largo de las actividades tenían ellos muchos conocimientos previos de esta etapa, porque han visto películas, los dinosaurios.... Sin poderse situar mentalmente ellos en una línea del tiempo en que todo esto pasó.”.

Además, se dieron casos en los que los niños elaboran respuestas muy superiores a lo esperado por sus docentes (3.1), como es el caso del diagrama que representa cómo separar una mezcla por pasos (Figura 1), que nos describe Pilar_B: “Tengo casos puntuales, [...] dibujó..., creo que Maite hizo una fotografía, como una secuencia con flechas [Figura 1]... fue brutal. Aquella niña había plasmado, había hecho un proceso... bueno, súper, fue una pasada. Niños que tenían comentarios como muy maduros y que te sorprendían.”.

Figura 1. Ficha elaborada por una niña participante de la actividad en la que representa su propuesta de diseño experimental por pasos



En base a la perspectiva docente, detectamos varias cuestiones que forman parte de la dimensión excluyente, es decir las barreras que impiden un desarrollo de actividades del fomento del razonamiento científico en las aulas de EI. En primer lugar, los docentes destacan como la gran barrera, su falta de formación específica relacionada con la enseñanza de las ciencias para poder desarrollar con seguridad y confianza actividades como las implementadas en el presente proyecto (Pilar_B: *“Yo siempre hice letras y el tema de ciencia, poco. Sí que en la carrera de magisterio hacíamos una asignatura que era esto de ciencia, pero... bueno, poco”*). Sin embargo, algunas mencionan la dimensión transformadora, indicando que este tipo de propuestas ayudan a llevarlas a cabo (María_B: *“Yo creo que me falta un poco de conocimientos, formación... si tuviera estas herramientas, quizá sí (podría hacer sesiones de ciencia como las realizadas en el proyecto)”*). Otra barrera percibida y solventada fue la de que enseñar ciencia en EI era algo metodológicamente complejo y con dificultades logísticas a la hora de conseguir los materiales (1.1). Sin embargo, al estar presentes en las actividades, vieron que los materiales son cotidianos y accesibles (2.2), como coladores, algodón, imanes, plumas, etc. (María_B: *“Me ha dado la sensación de que no hace falta tanta cosa. (...) que realmente a veces nos paraliza el tema de la ciencia porque parece que debemos tener un laboratorio muy bien equipado... y realmente ella (investigadora al realizar la actividad de “separaciones y mezclas”), con un colador, les hizo hacer descubrimientos y no teníamos un gran material... y con la otra actividad, algodón. Quiero decir que son cosas que tenemos muy a nuestro alcance”*).

Al igual que ocurría desde la perspectiva de los estudiantes, los docentes tampoco percibieron como una barrera para el desarrollo de las actividades de razonamiento científico la diversidad socioeconómica, étnica ni de género, resultando, la propuesta, motivadora y promotora de interés por igual para todos los participantes de todos los centros escolares.

4. DISCUSIÓN

La desafección por las ciencias que se describe desde hace años en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) (FECYT, 2018 Rocard et al., 2007; Solbes, 2011) y que se inicia en Educación Primaria (Murphy y Beggs, 2003) tiene que ver con las metodologías y su aplicación (Solbes, 2011; Robles et al., 2015). Sin embargo, no suele presentarse en el alumnado de EI, ya que en estas etapas es infrecuente la presencia de contenidos científicos reglados, por la desafección que presenta el profesorado de esta etapa (Cantó et al., 2016). Los docentes de EI, en ocasiones, se excusan de impartir estos contenidos por motivos psicoevolutivos y de abstracción (Cantó et al., 2016; Eshach y Fried, 2005), a pesar de que diferentes trabajos han puesto de manifiesto que en prácticas de indagación pueden modelizar, usar pruebas y formular hipótesis, entre otras. En dichos estudios, se muestran resultados donde estudiantes de 5 y 6 años proponen modelos e hipótesis, observados en estudiantes de ESO (Aranda-Cuerva y Pérez-Martín, 2021).

Otro motivo para reducir la enseñanza de las ciencias en EI, según nuestros participantes, es que durante su formación docente inicial (e incluso antes) recibieron una enseñanza de las ciencias muy alejada de la construcción, y muy próxima al dogma,

que condujo a su desafección (Cantó et al., 2016; García-Carmona et al., 2014b). De esta manera, ellos concluyen que la enseñanza de las ciencias que podían ofrecer a sus estudiantes es muy teórica, y no es relevante ni la pueden adquirir los niños de esta etapa educativa (Cantó et al., 2016; Eshach y Fried, 2005). Cortés et al. (2012) sugieren que estas dificultades se deben a que la formación inicial de maestros es muy magistral y poco práctica, centrándose en la enseñanza conceptual de las ciencias (conocimiento del contenido) y lejos de la práctica de aula (conocimiento didáctico del contenido), lo que añade mayor grado de dificultad a la transposición didáctica de lo aprendido, ya que es evidente que existe una gran influencia entre cómo se aprendió y cómo se enseña (Ventura, 2016).

Con todo ello, según nuestros resultados, la formación en esta área queda relegada a los intereses de los propios docentes y al ámbito de su autoformación; por lo que existe una necesidad de repensar la formación inicial y continua de nuestros docentes (dimensión transformadora) tanto en el ámbito del Contenido, como del Conocimiento Didáctico del Contenido (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015). Ya que por un lado necesitan aprender ciencias, pero priorizando el cómo enseñarlas, por lo que sería muy recomendable, en la formación inicial, aprender ciencias construyendo ciencias (Couso et al., 2020). Y para la formación continua, poner a disposición de los docentes publicaciones de investigación educativa relevante para su ejercicio profesional (Pérez-Martín, 2021), lo que habitualmente escasea en revistas de investigación educativa relevantes (Esquivel-Martín et al., 2019), como ejemplos de modelos que, según la investigación educativa, favorezcan el aprendizaje (Martínez-Chico et al., 2014).

Tras nuestra intervención basada en la indagación, la percepción de la ciencia entre estudiantes y docentes de EI fue similar. Ambos colectivos percibieron una idea social de ciencia, próxima a la escuela, participativa/práctica (socializada), útil y que se construye; y en cierto modo, alejada de la que solo hacen los expertos. Esta idea se transmitió a través de las actividades de aula donde los participantes intervienen libremente, siguiendo una secuencia de pasos que ayuda a procesar información, a razonar y a tomar decisiones en base a pruebas (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2021). Esta fórmula de enseñar ciencias haciendo ciencias (Couso et al., 2020), descubriendo y alejándonos del dogma (Furman, 2013), nos aproxima la ciencia a todos y reduce las barreras que excluyen en su aprendizaje a determinadas personas. En este contexto educativo de hacer para aprender y comprender, se mejora la predisposición hacia la ciencia y el conocimiento de la metodología científica, así como el entendimiento de su utilidad e incluso se despiertan vocaciones científicas.

Además, desde el punto de vista de la herramienta didáctica, la indagación tiene organización de secuencia de pasos que se repiten de forma natural tantas veces como fueran necesarios. Tanto es así, que los maestros y hasta los propios niños mostraban el reconocimiento de las fases y las estrategias didácticas que las inducían (*storytelling*, pregunta mediadora, etc.), las cuales han demostrado tradicionalmente gran utilidad en la enseñanza de las ciencias (Esquivel-Martín et al., 2021). Asimismo, estas fases las relacionaban con actitudes y procedimientos científicos que les permitían responder razonadamente, lo que sugiere que esta metodología genera pautas

y rutinas que mejoran la autonomía, la autorregulación del aprendizaje y el saber a dónde se quiere llegar (metacognición) (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2015). Con ello, se confirma, en opinión de los docentes participantes del estudio, que este enfoque permite el desarrollo cognitivo y el razonamiento científico en edades tempranas, convirtiendo a la indagación en una metodología ideal para alcanzarlos (Cañal, 2006; Samarapungavan et al., 2008).

Además, nuestro trabajo evidencia otro punto que influye en el impacto positivo (dimensión transformadora) que causa la metodología en los docentes: su aplicabilidad. Los maestros superan sus dudas e inseguridades iniciales al comprobar las respuestas y reacciones de sus propios alumnos en la realización de actividades indagatorias (participan, piensan, aportan, discuten, experimentan, etc.). En este sentido, llama la atención que la implementación desarrollada permite integrar contenido conceptual (hipótesis, experimentación, sílex, magnetismo, mezclas, metálico, fósiles, prehistoria, aislante, etc.) e incluso la utilización *motu proprio* de vocabulario técnico con rigor por parte de los niños, a pesar de que no era el objetivo principal del proyecto, ya que pretendía centrarse en la presentación y puesta en juego de destrezas científicas que permitiesen en razonamiento científico.

Con todo ello, y visto el rendimiento de la metodología y las estrategias didácticas que la componen, los docentes dicen que se animarían a trabajar las ciencias y el razonamiento científico al aula de EI. Sin embargo, lo hacen, advirtiendo de una limitación de su dominio conceptual, que representa el principal componente de la dimensión de exclusión. En concreto en nuestra intervención, contextualizada en la prehistoria, pudimos observar algunas ideas alternativas que se recogen en los fragmentos presentados (p. ej. prehistoria y dinosaurios), que denotan aprendizajes basados en recursos didácticos poco rigurosos, cuya aparición ya han sido puesto de manifiesto en otros estudios en maestros den formación (Guevara-Herrero et al., 2021) y en ejercicio (Ceballos et al., 2017). A pesar de todo, reconocen que no tendrían inconveniente en desarrollar más actividades sobre ciencias, si hubiera más materiales como estos, que les ayudasen a hacerlo. Por lo que la creación de materiales se constituye como un componente clave en la dimensión transformadora (Pérez-Martín, 2021), así como el reenfoque de la formación inicial y continua del profesorado en la enseñanza de las ciencias (Couso et al., 2020).

Las limitaciones de la dimensión excluyente relativas a género y diversidad social y étnica no aparecen en nuestro estudio para los estudiantes. En este sentido, confirman lo publicado en trabajos previos acerca de a estas edades las niñas (género) se ven tan capaces como los niños de hacer ciencia y querer ser científicas (Bian et al., 2017). Del mismo modo, tampoco observamos estas cuestiones para estudiantes de colectivos vulnerables (socio-económico y/o étnico), que sí parecen verse afectados a la hora de aprender ciencias según otros estudios a edades superiores (10-14 años) (DeWitt y Archer, 2015). En todo caso, esta estrategia didáctica, donde intervienen científicos expertos, aportando rigor y calidad a las actividades de ciencia, es de especial relevancia en colectivos vulnerables ya que proporciona a los niños modelos de referencia adultos involucrados en la ciencia de los que carecen por completo (Gairal-Casadó et al., 2019; Korpershoek et al., 2012; Salvadó et al., 2021). En con-

junto, la dimensión excluyente para los niños de estas edades, de nuestro estudio, no parece tener limitaciones percibidas por ellos.

5. CONCLUSIONES

Este estudio nos ha permitido identificar que los docentes consideran que su escasa formación inicial en ciencias (conocimiento del contenido) y su didáctica (conocimiento didáctico del contenido) suponen una barrera o limitación para desarrollar actividades del fomento del razonamiento científico o metodologías como la indagación en el aula de EI (dimensión excluyente). Además, nuestros resultados muestran que los docentes tienen una percepción muy conceptual y teórica de las ciencias y de su enseñanza, porque nunca les han enseñado las ciencias de forma práctica. Además, ellos no se consideran capaces de diseñar sesiones para trabajar contenidos científicos, pero afirman que se sentirían capaces de poner en marcha diseños como los llevados a cabo en el proyecto.

Por otro lado, los estudiantes de EI tienen una percepción de la ciencia muy positiva y la estrategia didáctica empleada se recibe con interés y mucha participación, así como con un buen aprovechamiento conceptual, procedimental y actitudinal. Además, no observamos ninguna limitación derivada del género, diversidad étnica, cultural, etc., a la hora de aprender ciencias. Quizás la edad puede ser un factor clave para la transformación de la sociedad, ya que a estas edades no perciben los límites que la sociedad impone a los adultos. Por lo que señalamos la importancia de iniciar intervenciones relacionadas con valores (cambios de hábitos salud, educación ambiental, culturales, etc.) desde etapas tempranas.

Por lo tanto, la dimensión transformadora que se debe desarrollar se debe desplegar en tres líneas: i) mejorar la enseñanza de la Naturaleza de la ciencia en todas las etapas educativas, hacia una ciencia que se construye, que ayudará a mejorar las actitudes y el aprendizaje de contenidos; ii) poner el foco de la educación científica de maestros en la formación inicial y continua del profesorado en la didáctica del contenido (herramientas didácticas, metodologías, recursos, etc.); iii) elaborar propuestas didácticas desde la investigación científica que ayuden a los docentes a implementar estas estrategias didácticas en sus aulas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación y la difusión de sus resultados está financiada por el proyecto del programa de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FCT-17-12079 y está enmarcada en las actividades de la Cátedra UNESCO en Educación para la Justicia Social de la Universidad Autónoma de Madrid (JMPM).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranda-Cuerva, E. y Pérez-Martín, J. M. (2021). Análisis de la enseñanza de procedimientos científicos en educación infantil: la flotabilidad para el desarrollo de destrezas científicas en un aula de 5 años. En M. González Montero de Espinosa, A.

- Baratas Díaz, A. Herráez Sánchez, *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (II)* (pp. 29-37). Madrid: SM.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. y Wong, B. (2012). Science aspirations, capital, and family habitus: How families shape children's engagement and identification with Science. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881-908. <https://doi.org/10.3102/0002831211433290>
- Aschbacher, P. R., Li, E. y Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in Science, Engineering, and Medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- Ballas, D., Lupton, R., Kavroudakis, D., Hennig, B. y iagopoulou, V., Dale, R. y Doring, D. (2012). *Mind the Gap: Education inequality across EU regions*. Paris: NESSE/INRP.
- Bian, L., Leslie, S. J. y Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science* 355, 389-391. <https://doi.org/10.1126/science.aah6524>
- Cantó, J., Pro A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 25-50. <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, 5-9.
- Ceballos, M., Vílchez, J. E. y Escobar, T. (2017). La enseñanza de la Evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Aula, Museos y Colecciones*, 4, 55-68.
- Chambers, N., Kashfekpakdel, E. T., Rehill, J. y Percy, C. (2018). *Drawing the future: Exploring the career aspirations of primary school children from around the world*. London: Education and Employers. <https://t.ly/Au1H>
- Cortés, A. L., Gándara, M. de la, Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, M., Arlegui, J. y Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176.
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C. y Sacristán, J. A. (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT: Fundación Lilly: Madrid.
- DeWitt, J. y Archer, L. (2015). Who aspires to a science career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170-2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of science education and technology*, 16(2), 171-190. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>

- Eshach, H. y Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Esquivel-Martín, T., Bravo-Torija, B. y Pérez-Martín, J. M. (2019). Brecha entre investigación y praxis educativas en la enseñanza de Biología. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(4), 75-91. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.4.004>.
- Esquivel-Martín, T., Pérez-Martín, J. M. y Bravo-Torija, B. (2021). The use of storytelling to promote literacy skills in biology education. En M. D. Ramírez y B. Otcu-Grillman (Eds.), *Interdisciplinary Approaches Toward Enhancing Teacher Education* (pp. 155-177). IGI Global: USA.
- FECYT. (2018). Principales resultados de la encuesta de percepción social de la ciencia 2018. *9ª Encuesta de Percepción Social de la Ciencia y Tecnología*. https://www.fecyt.es/sites/default/files/news/attachments/2018/11/presentacion_epscyt_2018.pdf
- Fouad, N. A., Hackett, G., Smith, P. L., Kantamneni, N., Fitzpatrick, M., Haag, S. y Spencer, D. (2010). Barriers and supports for continuing in mathematics and science: Gender and educational level differences. *Journal of Vocational Behavior*, 77(3), 361-373. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2010.06.004>
- Furman, M. (2013). Enseñar Ciencias naturales: Lejos del dogma y cerca de la aventura. *Ruta Maestra*, 5, 48-54.
- Gago, J. M. (Coord.) (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe, report presented at the European Community conference Europe Needs More Scientists*, Bruselas, 2 Abril. http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/publications_en.html.
- Gairal-Casadó, R., García-Yeste, C., Novo, M. T. y Salvadó, Z. (2019). Out of school learning scientific workshops: Stimulating institutionalized adolescents' educational aspirations. *Children and Youth Services Review*, 103, 116-126. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2019.05.037>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014a). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: Un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(2), 131-149. <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.817>
- García-Carmona, A., Cruz-Guzmán, M. y Criado, A. (2014b). ¿Qué hacías para aprobar los exámenes de Ciencias, qué aprendiste y qué cambiarías? *Investigación en la escuela*, 84, 31-46. <https://doi.org/10.12795/IE.2014.i84.03>
- Gnilka, P. B. y Novakovic, A. (2017). Gender differences in STEM students' perfectionism, career search self-efficacy, and perception of career barriers. *Journal of Counseling & Development*, 95(1), 56-66. <https://doi.org/10.1002/jcad.12117>
- Gómez, A., Puigvert, L. y Flecha, R. (2011). Critical communicative methodology: Informing real social transformation through research. *Qualitative Inquiry*, 17(3), 235-245. <https://doi.org/10.1177/1077800410397802>

- Guevara-Herrero, I., Pérez-Martín, J. M., Bravo-Torija, B. y Esquivel-Martín, T. (2021). ¿Cómo enseñar la Prehistoria en Educación Infantil? Ideas y recursos de los docentes en formación. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 28, 4-22. <https://doi.org/10.30827/reugra.v28i.18465>
- Haynes, N. A. y Jacobson, S. (2015). Barriers and perceptions of natural resource careers by minority students. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 166-182. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1011595>
- Kersey, A. J., Braham, E. J., Csumitta, K. D., Libertus, M. E. y Cantlon, J. F. (2018). No intrinsic gender differences in children's earliest numerical abilities. *npj Science Learn*, 3, 12. <https://doi.org/10.1038/s41539-018-0028-7>
- Klop, T. y Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, 29(5), 663-679. <https://doi.org/10.1080/09500690600951556>
- Korpershoek, H., Kuyper, H., Bosker, R. y van der Werf, G. (2012). Students leaving the STEM pipeline: An investigation of their attitudes and the influence on significant others on their study choice. *Research Papers in Education*, 28(4), 403-505. <https://doi.org/10.1080/02671522.2012.698299>
- Mateos, A. (2018). La brecha de género en el ámbito de la ciencia: ¿qué factores han influido y cómo podemos intentar remediarla? *Panorama social*, 27, 33-45.
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R. y Jiménez-Liso, R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 153-173. <https://doi.org/10.7203/DCES.28.3153>
- Murphy, C. y Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- Paenza, A. (2014). *La puerta equivocada: Una nueva entrada al parque de diversiones de la matemática*. Sudamericana: Buenos Aires.
- Pérez-Martín, J. M. (Coord.) (2021). ¿Aprendizaje por indagación en Educación Infantil? *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 52-55.
- Pérez-Martín, J. M. y Esquivel-Martín, T. (2021). Mezclamos y separamos. Indagación científica en Educación Infantil. *Cuadernos de pedagogía*, 523, 86-92.
- Pro, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, 69-76.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Communities: Belgium.

- Salvadó, Z., Garcia-Yeste, C., Gairal-Casadó, R. y Novo, M. (2021). Scientific workshop program to improve science identity, science capital and educational aspirations of children at risk of social exclusion. *Children and Youth Services Review*, 129, 106189. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2021.106189>
- Samarapungavan, A., Mantzicopoulos, P. y Patrick, H. (2008). Learning science through inquiry in kindergarten. *Science Education*, 92, 868-908. <https://doi.org/10.1002/sce.20275>
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 67, 53-61.
- Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V. y Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312, 1143-1144. <https://doi.org/10.1126/science.1128690>
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K. y Cripps-Clark, J. (2008). *Opening up pathways: Engagement in STEM across the Primary-Secondary school transition*. Department of Education, Employment and Workplace Relations (DEEWR): Canberra.
- Valls-Carol, R. (2014). Contributions for eradicating gender violence: Female empowerment and egalitarian dialogue in the methodological foundations of FACEPA Women's Group. *Qualitative Inquiry*, 20(7), 909-915. <https://doi.org/10.1177/1077800414537216>
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, 261, 343-363.
- Ventura, A. C. (2016). ¿Enseño como aprendí?: el rol del estilo de aprendizaje en la enseñanza del profesorado universitario. *Aula Abierta*, 44, 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2016.05.001>
- Worth, K. (2010). *Science in early childhood classrooms: Content and process*. En *Early Childhood Research and Practice*, Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference (Vol. 10, pp. 1-118). <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/worth.html>.
- Zoller, U. (2012). Science education for global sustainability: What is necessary for teaching, learning, and assessment strategies? *Journal of Chemical Education*, 89, 297-300. <https://doi.org/10.1021/ed300047v>.

MATERIAL SUPLEMENTARIO 1

SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO		
CULTURA CIENTÍFICA: LA PREHISTORIA (Guevara-Herrero y Bravo-Torija, 2021; Sánchez-Ferrezuelo, 2021)		
Sesión	Conceptos clave tratados	Metodología y material de apoyo
Paleolítico	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación en el paleolítico: dieta antes y después del descubrimiento del fuego. • Estilo de vida nómada. • Evolución de especies hasta quedar sólo <i>Homo Sapiens</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación demostrativa e interacción con las herramientas de piedra y la evolución humana (réplicas, reproducciones y materias primas).
Neolítico	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación en el neolítico: la importancia de los cereales. • Estilo de vida sedentario: aparición de poblados, la agricultura y ganadería. • Aparición de nuevas ocupaciones: artesanía, comercio, intercambio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación demostrativa e interacción con las herramientas de piedra de los agricultores-ganaderos (arcos, flechas, cuernos, cuchillos e instrumentos musicales). • Demostración de encendido de fuego.
El arte en la prehistoria	<ul style="list-style-type: none"> • Las pinturas y los grabados en el paleolítico y neolítico. • Técnicas “artísticas” principales: pintura, grabados, escultura, música y ornamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación demostrativa sobre las técnicas artísticas en la prehistoria. • Exposición e interacción con herramientas artísticas, obras de arte diminuto sobre piedra y sobre cuerno, etc. • Pintura de cantos rodados con pigmentos elaborados a partir de minerales: rojo, negro y blanco.
INDAGACIÓN CIENTÍFICA: LA MATERIA		
Sesión	Conceptos clave tratados	Metodología y material de apoyo
Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las propiedades de los imanes. • Identificar las características que tienen los materiales que se ven afectados por ellos, y los que no. • Predecir si un material se ve afectado por un imán o no. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de hipótesis y resultados. • Cuento: “El misterio de la montaña”. http://t.ly/ccpD • Material: imanes, tapones de corcho, de plástico y de metal, monedas, clips y papel de aluminio. • (Sánchez-Ferrezuelo y Velasco-Alcoceba, 2021)

INDAGACIÓN CIENTÍFICA: LA MATERIA		
Sesión	Conceptos clave tratados	Metodología y material de apoyo
Separaciones y mezclas	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de mezcla y separación de sustancias. • Plantear estrategias de separación de sustancias. • Plantear el uso de una herramienta cotidiana (colador) para solucionar un problema concreto. • Razonar el resultado obtenido con el uso del colador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de hipótesis y resultados. • Cuento: “Kromi se mete en un buen lío”. http://t.ly/7PxO Material: coladores, cubos, arroz, arena fina, sal y colorante alimentario. • (Pérez-Martín y Esquivel-Martín, 2021)
Aislantes térmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Esta actividad permite a los niños explorar la propiedad de aislante térmico de diferentes materiales y tejidos. • Se realizan las fases de la actividad indagatoria, explícitamente utilizamos las palabras clave: HIPÓTESIS, TOMA DE DATOS, PRUEBA. • En la fase de reflexión, se argumenta con las pruebas obtenidas en la experimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas de hipótesis y resultados. • Cuento: solicitar a los autores (mteresa.novo@urv.cat) • Material: Bolsas de plástico con zip, cinta adhesiva, dos cubos, hielo, lana, plumas, hojas, algodón. • (Novo Molinero y Salvadó Belart, 2021)

REFERENCIAS DE LA TABLA

- Guevara-Herrero, I. y Bravo-Torija, B. (2021). Talleres artísticos para desmitificar la prehistoria en Educación Infantil. *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 72-79.
- Novo-Molinero, M. y Salvadó-Belart, Z. (2021). ¿Con qué material podemos hacer el mejor abrigo posible? *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 100-105.
- Pérez-Martín, J. M. y Esquivel-Martín, T. (2021). Mezclamos y separamos: Indagación científica en Educación Infantil. *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 86-92.
- Sánchez-Ferrezuelo, L. (2021). ¿Pintamos como en la Prehistoria? Arqueología experimental en Educación Infantil. *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 66-71.
- Sánchez-Ferrezuelo, L. y Velasco-Alcoceba, R. (2021). Indagando sobre el magnetismo en Educación Infantil. *Cuadernos de Pedagogía*, 523, 80-85.