

Espacios de ciencia inclusivos de libre elección: fundamentación teórica e implicaciones para su diseño

Montserrat Pedreira Álvarez 

Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya, España. mpedreira@umanresa.cat

Gabriel Lemkow-Tovias 

Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya, España. glemkow@umanresa.cat

Marcia Eugenio-Gozalbo 

Universidad de Valladolid, España. marcia.eugenio@uva.es

Jorge Martín-García 

Universidad de Zaragoza, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, España. araujo@unizar.es

[Recibido: 15 noviembre 2024; Revisado: 2 enero 2025; Aceptado: 17 septiembre 2025]

Resumen: Este trabajo aborda el uso de la libre elección para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde edades tempranas y en el contexto formal de la escuela. En primer lugar, se introduce y define qué es un Espacio de Ciencia Inclusivo de Libre Elección (ECILE). A continuación, se presentan y fundamentan teóricamente los aspectos que se consideran clave para asegurar su validez educativa desde las perspectivas del aprendizaje y de la inclusión. En base a esa fundamentación y a la propia experiencia de los autores en el diseño e implementación de este tipo de espacios en diferentes contextos, se describen y justifican los elementos clave que deben estar presentes en un ECILE, y las implicaciones que de ellos se derivan en cuanto a diseño del espacio. A su vez, estos elementos se concretan en un conjunto de recomendaciones respecto al propio diseño del espacio, y del material y los objetivos de las propuestas que incluye. Finalmente, se reflexiona sobre el relevante papel que juega la persona adulta (maestros y maestras) para la funcionalidad de un ECILE. La atención a todos estos aspectos facilitará la implementación de espacios de ciencia inclusivos que promuevan los aprendizajes científicos desde edades tempranas.

Palabras clave: ciencia, educación infantil, libre elección, inclusión, propuestas, rol de la maestra.

Inclusive Free-Choice Science Spaces: Theoretical Foundations and Implications for their Design

Abstract: This study examines the use of free choice in the science teaching and learning processes in early ages within the formal school context. It begins by introducing and defining the concept of an Inclusive Free-Choice Science Space (IFCSS). Following this, the paper presents and provides theoretical support to those key aspects considered essential for ensuring the educational validity from both learning and inclusion perspectives. Drawing on this theoretical foundation and on the authors' own experience in designing and implementing such spaces in various contexts, the paper outlines and justifies the essential elements that an IFCSS should incorporate. Also presents the design implications stemming from these elements. These essential components are then distilled into a set of recommendations for the spatial design, materials, and objectives of the activities included within these spaces. Finally, the discussion reflects on the critical role those adult facilitators play in ensuring the effective functionality of an IFCSS. Attending to each of these aspects should facilitate the implementation of inclusive science spaces that foster scientific learning from early childhood.

Keywords: early childhood education, free choice, inclusion, proposals, role of the teacher, science.

Para citar este artículo: Pedreira Álvarez, M., Lemkow-Tovias, G., Eugenio-Gozalbo, M. y Martín-García, J. (2025). Espacios de ciencia inclusivos de libre elección: fundamentación teórica e implicaciones para su diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 22(3), 3101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i3.3101

Introducción

En el ámbito de la educación infantil, la perspectiva constructivista destaca la necesidad de asegurar que niñas y niños disfruten de tiempo, espacio y recursos suficientes para explorar de manera autónoma, poner a prueba sus ideas e interactuar con otros (Raven y Wenner, 2023). Esto implica un cambio en la forma de abordar la enseñanza en edades tempranas, que ha originado la necesidad de crear entornos de aprendizaje centrados en la infancia (Lladós, 2019). El término entorno no se refiere exclusivamente al espacio físico que contextualiza el proceso educativo, sino que abarca también los componentes metodológico, social, tecnológico y psicológico; y, en particular, las interacciones y el diálogo entre los distintos factores (Kokko y Hirsto, 2021).

El origen de la libre elección se sitúa en los fundamentos de planteamientos educativos de autores clásicos como Dewey o Montessori, que sentaron los antecedentes de lo que más adelante serían los ambientes de aprendizaje (Lladós, 2019), y donde la libre elección tenía un lugar destacado. Estos entornos se incorporaron en contextos no formales, como museos o centros de ciencias (Falk, 2005), que buscaban mejorar las experiencias de aprendizaje de sus visitantes, al permitirles seleccionar entre diferentes alternativas con las que poder interactuar libremente (Bamberger y Tal, 2007). Paulatinamente, se han ido integrando también en la educación formal en general (Dunlop et al., 2019).

En el caso concreto de la educación infantil, y en el estado español, la organización escolar en libre elección surgió a principios del siglo actual, y ha ido tomando cuerpo y llegando a escuelas dispuestas a renovarse pedagógicamente, o sencillamente a innovar en relación con las metodologías que habitualmente se emplean en las aulas (Riera et al., 2014). La libre elección implica una organización en espacios temáticos, de modo que no se imponen actividades a realizar por todos los infantes al mismo tiempo. Sin embargo, si esa organización no se concibe de forma adecuada, existe el riesgo de que estos espacios se conviertan en meros lugares de entretenimiento, en lugar de en espacios de aprendizaje. Este riesgo merece particular atención en el caso de los espacios específicamente sobre ciencia (Mateo González et al., 2023, 2024; Pedreira y Márquez, 2016, 2017), vistas las dificultades en relación con los contenidos disciplinares de las docentes de educación infantil (Cantó Doménech et al., 2016).

En este trabajo se presentan y fundamentan teóricamente algunos aspectos que se han considerado clave para asegurar la validez educativa de la libre elección en el caso de los espacios de ciencia, ambos desde la perspectiva del aprendizaje y de la inclusión. El artículo se centra en definir lo que hemos convenido en denominar Espacios de Ciencia Inclusivos de Libre Elección (en adelante ECILE) para infantes en edades tempranas. También pretende proporcionar algunas recomendaciones derivadas del análisis de la literatura y de la experiencia práctica en el ámbito, estableciendo una serie de ideas estructurantes que sirvan para guiar el diseño de un ECILE. El objetivo final es facilitar que docentes e investigadores puedan diseñar e implementar este tipo de espacios en sus contextos particulares. En otras palabras, nuestro propósito con este trabajo es fundamentar conceptualmente un ECILE y especificar las implicaciones que dicha base conceptual tiene en el diseño y organización del espacio.

Metodología

El trabajo se asienta sobre dos pilares, uno de naturaleza experiencial y otro de naturaleza teórica. Así, se combina la sistematización de experiencias con la revisión de la literatura como fundamento de las conclusiones obtenidas a partir de dichas experiencias.

En concreto, para su elaboración, se ha partido fundamentalmente de la experiencia del equipo educativo del Lab 0_6, un espacio de ciencia de libre elección de la Facultat de Ciències Socials de Manresa que está en funcionamiento desde 2016. Este laboratorio funciona como un contexto no-formal al que los centros pueden acudir para la realización de talleres y sesiones de libre elección de ciencias experimentales. Este saber práctico se ha complementado con el procedente de las experiencias regulares que se realizan en el Espacio Natura de la Universidad de Zaragoza y, de forma más incipiente, en el espacio ALICYA de la Facultad de Educación de Soria, de la Universidad de Valladolid.

Fundamentación teórica

En este apartado se presentan los elementos clave para fundamentar la creación de un ECILE, organizados en 3 apartados: el primero recoge las características necesarias para poder definir el espacio como espacio de aprendizaje; el segundo se centra en la inclusión; y el tercero recoge las habilidades específicas del ámbito de las ciencias que el espacio debe promover. Finalmente, se proporcionan orientaciones sobre el relevante papel que juegan las personas adultas en un ECILE.

Los ECILE como espacios de aprendizaje

A fin de asegurar que las sesiones de libre elección tengan valor de aprendizaje, se identifican cuatro condiciones necesarias: asegurar una vivencia positiva de contacto con la ciencia, proporcionar propuestas y materiales que faciliten a niños y niñas la experiencia directa con la realidad tangible que es objeto de estudio, favorecer y provocar la iniciativa de niñas y niños para adentrarse en retos y plantearse cuestiones, y promover la interacción entre iguales como forma de aprender de y con los demás.

Vivencia positiva de contacto con la ciencia

La conveniencia de asociar vivencias positivas a las situaciones de aprendizaje es ampliamente defendida desde la neurociencia. Mora (2013) señala que sólo puede ser aprendido aquello que se ama, lo que nos llama la atención y nos genera emoción positiva. Pedreira y Fagundo (2022) destacan que es importante eliminar las situaciones negativas o estresantes del entorno educativo y buscar que el aprendizaje sea emocionalmente positivo para niñas y niños. También en el ámbito concreto de la didáctica de las ciencias se ha observado que los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Mellado et al., 2014). Existe consenso sobre la necesidad de proporcionar experiencias de aprendizaje gratificantes, que permitan crear vínculos emocionales positivos con el conocimiento científico que pretende enseñarse (Eugenio-Gozalbo et al., 2019). Eshach y Fried (2005) señalan que, dado que las actitudes se forman en las primeras etapas de la vida, las educadoras infantiles deberían construir ambientes donde los aprendices tengan experiencias positivas y disfruten con y de la ciencia.

No es entonces de extrañar que algunas recomendaciones para la enseñanza de las ciencias de organismos internacionales relevantes vayan en esta línea. Así, en Estados Unidos, y en el contexto de la educación no formal, el *Committee on Learning Science in Informal Environments* establece que el primero de los seis productos deseables de las visitas a instituciones de educación científica no formal es que los estudiantes experimenten entusiasmo, interés y motivación para aprender sobre los fenómenos del mundo natural y físico (Bell et al., 2009). En el marco de la educación formal, la *Association for Science Education* (Harlen, 2010) recuerda, en el primero de sus “Diez principios para la enseñanza de la ciencia”, que las escuelas deberían dedicarse a desarrollar y mantener la curiosidad y el disfrute de los aprendices por la actividad científica

Experiencia directa con la realidad

La comprensión de cómo funciona el mundo que nos rodea no puede desarrollarse a espaldas de la propia realidad; la necesidad de contacto directo con la realidad física (materiales, instrumentos, fenómenos...) para aprender ciencias es ampliamente reconocida. Así, autores y autoras de referencia de distintas tradiciones (Bulunuz, 2013; Harlen, 2010; Larimore, 2020; Osborne, 2014; Pujol, 2003; Saçkes, 2014; Sanmartí, 2006) señalan que una de las 3 fases necesarias para aprender ciencias es el contacto con el mundo material, la acción física sobre objetos y materiales; es decir, la adquisición de experiencia directa con la realidad. En particular, en edades tempranas se subraya la importancia de proporcionar un acercamiento a materiales (semillas, rocas y minerales, arena, hojas...) que aporten diversidad y riqueza sensorial, dada la importancia del refinamiento de los sentidos como fuente de información sobre el mundo (Montessori, 1972).

En el contexto de sociedades predominantemente urbanas, es también relevante el contacto de niños y jóvenes con el entorno natural; con los seres que en él habitan, y con los procesos y fenómenos que en él suceden (Chawla, 2009; Evans et al., 2018). Este contacto contrarrestaría al menos parcialmente el tipo de infancia que predomina en las sociedades occidentales: infancias mayormente urbanas y con excesiva exposición a las pantallas (Pedreira, 2022) que, en definitiva, le roban tiempo a la experiencia directa con el entorno y proporcionan conceptualizaciones mediadas sobre el mismo.

Iniciativa

Siguiendo los planteamientos del constructivismo, aprender no es sinónimo de repetir ideas de otros, sino que conlleva la necesidad de tomar decisiones al intentar controlar los fenómenos o buscar explicaciones (Malaguzzi, 2001). En este trabajo partimos de concebir a niñas y niños como agentes activos, con iniciativa propia, que quieren explorar, investigar y crear. La iniciativa, asociada a la exploración y la predisposición a emprender acciones autodirigidas, se da de forma natural durante el juego. En el ámbito de la educación científica, autores como Bulunuz, (2013), Sliogeris y Almeida, (2017) o Vartiainen y Kumpulainen, (2020) indican que el juego favorece que niños y niñas adquieran nuevos aprendizajes y desarrollen una mejor comprensión de los conceptos.

La libre elección comparte con el formato juego el hecho de promover: la iniciativa, la motivación, la capacidad de mantener una atención alta y duradera en la actividad y la interiorización de nuevos conocimientos a través de la repetición y variación de acciones (Bulunuz, 2013). Además, la iniciativa que conlleva la libre elección sienta las bases de dos cualidades muy necesarias en la investigación científica: la flexibilidad cognitiva y la perseverancia.

Interacción entre iguales

Una de las formas más comunes de aprendizaje a cualquier edad, incluyendo en la primera infancia, es la que se da entre iguales. Promover la interacción entre iguales constituye una estrategia adecuada para mejorar el aprendizaje (Rudsberg et al., 2017) y el desarrollo cognitivo en los primeros años de escolaridad (Tenenbaum et al., 2020). Los resultados de este último metaanálisis proporcionan evidencias de cómo promover la interacción entre iguales resulta en una serie de beneficios para el aprendizaje cuando se compara con otras condiciones. También indica que, para maximizar estos beneficios, es necesario que se creen oportunidades para que niños y niñas puedan expresar sus ideas, discutir, negociar y alcanzar un entendimiento compartido.

La interacción social proporciona beneficios para el aprendizaje de las ciencias (Frejd, 2021; Thurston et al., 2017). En este sentido, trabajar junto con otras personas en una indagación común

sobre realidades complejas implica poner en práctica diversos tipos de competencias: las relacionadas con la propia indagación, las relacionadas con la organización y dinamización del grupo, y otras que facilitan la comprensión del fenómeno y la toma de decisiones mediante acciones comunicativas. No necesariamente cada niña o niño tiene el mismo grado de desarrollo de cada uno de esos tipos de competencias; sin embargo, el grupo, como entidad colectiva, consigue componerse de todas ellas (Glockengiesser et al., 2024).

Los ECILE como espacios de inclusión

La realidad del mundo contemporáneo requiere de una educación que parta de una idea de infancia que es diversa, y no homogénea; y que su objetivo fundamental sea conseguir que todos los estudiantes, cada uno desde su propio punto de partida, tengan iguales oportunidades de acceso. En consecuencia, para dar respuesta a niñas y niños con diversos grados de desarrollo y realidades sociales, cognitivas, culturales o motrices también distintas (Booth y Ainscow, 2002; UNESCO, 2006), es importante organizar el funcionamiento de los ECILE en base a dos aspectos clave: el respeto y la autonomía.

Respeto

Un contexto favorecedor de la inclusión debe promover el respeto y la colaboración proactiva entre las personas que comparten el espacio, y eso implica conocerse, colaborar, retroalimentarse en el aprendizaje y superar conjuntamente las barreras al conocimiento. Fomentar una ciencia para todas y todos requiere de crear espacios acogedores, seguros, donde sus potenciales usuarias y usuarios no se sientan cuestionados o escrutados, sino que puedan sentirlos como propios, tanto en términos de organización del espacio como en relación con el contenido de los materiales, imágenes e informaciones (Loughlin y Suina, 1987; Brauns y Abels, 2020). Por ejemplo, con el uso de libros de ciencia que visibilicen y narren de manera adecuada las aportaciones de las mujeres o de colectivos minoritarios al desarrollo de las ciencias, (UN, 1995; C4S, 2022;) tratando así de evitar de manera sistemática la mera reproducción cultural de estereotipos y sesgos (Willis, 1993 Soto, 2021).

Autonomía

Piaget (1935) consideraba que el principal objetivo de la educación debe ser “formar individuos autónomos, capaces de construir sus propios conocimientos y valores, en lugar de sólo reproducir los de las generaciones anteriores”. La infancia es la etapa en que comienza a desarrollarse la autonomía y se hace evidente la necesidad del niño de perseguir sus propios intereses, al tiempo que su comportamiento se hace cada vez más volitivo (Barrable, 2020). De hecho, la educación en las primeras etapas educativas debe hacer hincapié en el desarrollo de la autonomía, pues ésta es esencial para el futuro desarrollo y crecimiento del individuo (Koivula et al., 2019; Ryan y Deci, 2000).

En el contexto de un ECILE, esta autonomía permitirá a la criatura acceder a propuestas y materiales sin barreras físicas, sociales, culturales, sensoriales, emocionales, de género... Es necesario considerar la accesibilidad en un sentido amplio, sea mediante planteamientos de Diseño Universal para Aprendizaje (DUA) (Nasri et al., 2021; Wade et al., 2023) u otros relacionados con la creación de espacios y propuestas que fomenten la indagación mediante manipulación, contando con un andamiaje adecuado por parte del profesorado (Abels, 2014), la accesibilidad a distintos niveles y dimensiones o la multisensorialidad de las propuestas (Newman, 2019) y facilitando un acompañamiento claro de las educadoras y maestras a niñas y niños con dificultades de aprendizaje, acerca de las posibilidades de aprendizaje, interacción y la participación social dentro de dicho espacio (Erikson, 1993). Además, es necesaria una accesibilidad en términos económicos, sociales, culturales o emocionales, para que todos los colectivos se sientan invitados a acceder y participar en

dicho espacio sin sentirse ajenos a él ni cuestionados o controlados como sujetos participantes teniendo especialmente en cuenta a qué prestan y a qué no en dicho espacio fruto de sus contextos cotidianos, intereses personales y ejes socioculturales (Soto, 2021).

Los ECILE como promotores de habilidades específicas de las ciencias

Los ECILE se definen como espacios de ciencia, por lo que sus propuestas y materiales deben focalizarse en promover aquellas habilidades que son específicas de las ciencias y que tienen sentido en el rango de edades a las que se dirigen estos espacios. En particular, es fundamental que pongan énfasis en las habilidades relacionadas con la construcción de conceptos, las que se asocian a la indagación y las relacionadas con el lenguaje.

Habilidades relacionadas con la construcción de conceptos

La capacidad para comprender y expresar conceptos científicos requiere la utilización de diversas habilidades que Piaget (1964) definía como la esencia del conocimiento: clasificar, ordenar, seriar, describir, argumentar o justificar, entre otras. En la misma línea, Mora (2013) argumenta que el conocimiento comienza con la capacidad de distinguir y clasificar, recordando que el proceso de aprendizaje sensorial directo ha evolucionado con la creciente complejidad del cerebro, desde "pensar en unidades sensoriales concretas" (como la flor que se tiene delante) a "unidades sensoriales abstractas" (el concepto de flor que agrupa a todas las flores concretas que puedan existir). Harlen (2010) coincide con esta idea, al afirmar que la experiencia con el objeto real lleva progresivamente a la construcción de ideas abstractas, y que agrupar y clasificar según criterios contribuye al desarrollo de conceptos. En cualquier caso, la internalización de estos conceptos o categorías requiere de las interacciones sociales (Vygotsky, 1967; Wertsch, 1988; Bruner, 1996) y de la experiencia del niño o niña para estructurarse (Kamii y DeVries, 1978). Esta experiencia no sólo se adquiere y acumula, sino que se organiza mediante la identificación de las regularidades frecuentes en las interacciones con el entorno (Pérez Gómez, 2012).

Habilidades relacionadas con la indagación

Las investigaciones sobre la comprensión científica de infantes a quienes se les plantean tareas en las que se minimiza la influencia de los conocimientos previos de contenidos han desvelado que a los 4 años pueden tomar decisiones basadas en evidencias respecto de eventos que covarían (Tullos y Woolley, 2009); que comprenden de forma incipiente la experimentación, distinguiendo un estudio conclusivo de otro que no lo es, y pudiendo explicar por qué (Bullock y Ziegler, 1999); que pueden aprender a manipular una variable mientras el resto permanece constante (Strand-Cary y Klahr, 2008); entre otros.

Autores como García-Carmona et al. (2014) o Cantó Doménech et al. (2016) consideran que la enseñanza de las ciencias en edades tempranas debería orientarse prioritariamente hacia la consolidación de habilidades propias del trabajo científico y hacia la creación de hábitos y actitudes, más que a la adquisición de contenidos disciplinares específicos. En este marco, la indagación se presenta como enfoque adecuado para iniciar a niñas y niños en el aprendizaje de las ciencias (Orozco et al., 2022; Pérez-Martín et al., 2022).

La enseñanza basada en la indagación conlleva la movilización de una serie de destrezas que algunos autores denominan procesos científicos o habilidades científicas (NRC, 2012). Por ejemplo, Martin et. al. (2005) distinguen los básicos (observar, clasificar, comunicar, medir, predecir e inferir) de los integrados (identificar y controlar variables, formular y testar hipótesis, interpretar datos, definir operacionalmente, experimentar y construir modelos). Algunos de ellos, como la toma de medidas, demandan la movilización de destrezas relacionadas con el empleo adecuado de instrumentos.

Habilidades relacionadas con el lenguaje

En el marco de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, el lenguaje es un elemento clave porque tiene una función organizadora de los procesos cognitivos. Es decir, interviene no sólo en la transmisión o transferencia de conocimientos, sino propiamente en la aprehensión de nuevos conceptos y el establecimiento de relaciones entre ellos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000). Dado que los conceptos y argumentos son construcciones mentales que reflejan el propio pensamiento y que se construyen empleando el lenguaje, el uso del lenguaje, incluyendo los códigos de comunicación en que se inscriban los hablantes y sus contextos culturales de aprendizaje (Soto, 2021), llegan a condicionar su propia forma de pensar (Domènech Casal, 2022).

Es ampliamente reconocido que la comunicación y la argumentación desempeñan un papel fundamental en contexto del ciclo de la investigación científica escolar (Osborne, 2010); y, que actualmente, la argumentación se considera una de las tres prácticas científicas fundamentales mediante las que debe enseñarse la ciencia escolar, junto con la indagación y la modelización (Jiménez-Aleixandre, 2020; Mosquera Bargiela et al., 2018).

Se ha señalado la importancia de la ciencia como cultura y del *talking science*, específicamente en las primeras edades (Frejd, 2021; Lemke, 1990). Keeley (2013) subraya la importancia de mantener conversaciones científicas y la necesidad de estimular a los infantes a hablar entre iguales y con el/la docente sobre sus ideas y observaciones acerca de un fenómeno, lo cual constituye un estímulo para que organicen sus ideas, y sean capaces de explicarlas, o de contrastarlas.

El papel de maestras y maestros en los ECILE

Un factor clave para el buen funcionamiento de los ECILE es el desempeño de maestras y maestros. Su papel comienza con la preparación de las propuestas -en coherencia con los aspectos clave que fundamentan el espacio-, lo cual requiere de una actitud investigadora: planificar, construir, valorar y revisar las propuestas en diálogo entre investigación y acción, donde la reflexión sobre la práctica conlleva cambios y mejoras continuas en el espacio. Pero, además, su actuación en la atención directa de niños y niñas en el espacio es muy importante, en particular para abrir caminos desde el respeto a sus ideas y aportaciones. Sanmartí (2010) destaca el papel de la persona adulta como la que plantea preguntas que ayuden al aprendiz a mirar la situación desde nuevos puntos de vista. Una persona adulta que sabe, pero que a la vez sabe escuchar de forma respetuosa, aprende a con el tiempo a ajustar su intervención al grado de ayuda que realmente necesita el aprendiz (Rogoff, 1993), y que establece una conversación horizontal con él, en la que ambas partes articulan saberes, evitando la mera transmisión de información (Dahlberg et al., 2005). En palabras de Goldschmied (2002), sería una maestra que toma decisiones sobre cuándo “intervenir sin interferir”. Según Haldón et al. (2022), el aspecto más relevante para conseguir una intervención que ayude a aumentar el diálogo de la criatura con la propuesta es precisamente la sintonía de la maestra con el grupo de niños y niñas.

Implicaciones para el diseño de ECILES

En base a los elementos clave que se han presentado y defendido con argumentos en el apartado de fundamentación teórica, se han identificado una serie de criterios que deben orientar el diseño de un ECILE y de las propuestas que en él se incluyan.

La Tabla 1 define qué implicaciones para el diseño conlleva cada uno de los elementos clave; su propósito es proporcionar una guía clara y estructurada que oriente tanto el diseño del entorno como su uso con niños y niñas, de modo que sea coherente y esté alineado con los principios previamente descritos.

Tabla 1. Relación entre los elementos clave que subyacen a la creación de un ECILE, y las implicaciones que tienen para el diseño del propio espacio y de las propuestas que se incluyan, de modo que resulten interesantes y diversas para los niños y niñas en edades tempranas

Elementos clave	Implicaciones en el diseño
Vivencia positiva de contacto con la ciencia	Libre elección, optatividad Propuestas de ciencia ricas, diversas y atractivas Espacio ordenado, propuestas delimitadas Espacio favorecedor de la concentración Material en cantidad justa y adecuado a la edad y capacidad
Experiencia directa con la realidad	Material real Material natural Introducción de instrumentos
Iniciativa	Libre elección Propuestas abiertas Propuestas potentes, con reto explícito o posible Oportunidad de probar y comprobar repetidamente
Interacción entre iguales	Libre acceso a las propuestas Propuestas 4 costados Propuestas potentes, con reto explícito o posible
Respeto	Sin presión de tiempo, atmósfera relajada Referentes diversos Materiales sin sesgos Propuestas abiertas Representación plural sin estereotipos Sin evidencia de error Conversación inicial y final: respeto a las ideas de otro
Autonomía	Circulación fluida entre propuestas Material accesible Propuestas autoexplicativas Persona adulta no protagonista Espacio de seguridad (física y emocional) Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) Accesibilidad física, económica y emocional. Detección de barreras y eliminación
Habilidades relacionadas con la indagación	Espacio favorecedor de la concentración Introducción de instrumentos Propuestas enfocadas Propuestas potentes, con reto explícito o posible. Propuestas de clasificación, observación, experimentación Conversación inicial y final
Comunicación	Espacio favorecedor de la concentración Propuestas 4 costados Espacio y tiempo para la conversación inicial y final Introducción de lecturas que presentan conceptos científicos
Rol del maestro o maestra	Persona adulta no protagonista, que se sitúa a nivel de niñas y niños, que habla en voz baja y se dirige a un grupo pequeño. Sin prisa.

Nota. El desarrollo de las nociones presentadas en la tabla se encuentra en las secciones siguientes.

La Tabla 2 reorganiza a nivel práctico las implicaciones para el diseño presentadas en la Tabla 1, de modo que se facilite una visión global de los factores a considerar en la ideación de un ECILE.

Se recogen cuestiones enfocadas a la organización y funcionamiento del espacio, así como otras relativas a la preparación de las propuestas (en los aspectos relativos a la elección de los materiales y al objetivo educativo). En conjunto, estos elementos proporcionan una serie de claves alineadas con los elementos clave descritos, pero también fruto de la experiencia en la creación e implementación de propuestas de libre elección en diferentes contextos.

Tabla 2. Implicaciones para el diseño del ECILE y sus propuestas, ambos en relación con el material y con los objetivos educativos de las mismas.

Diseño del espacio	Diseño de las propuestas	
	En relación con el material	En relación con el objetivo
Libre elección, optatividad	Material real	
Propuestas ricas, diversas y atractivas	Material natural	Propuestas de ciencia
Espacio ordenado	Acceso a instrumentos	Propuestas abiertas
Circulación fluida entre propuestas	Material accesible	Propuestas enfocadas
Espacio favorecedor de la concentración	Material en cantidad justa.	Propuestas potentes, con reto explícito o posible
Sin presión de tiempo, atmósfera relajada	Material adecuado a la edad y la capacidad	Sin evidencia de error
Espacio de seguridad (física y emocional)	Materiales neutros	Con oportunidad de probar y comprobar repetidamente
Adaptable para fomentar la accesibilidad (física, económica y emocional)	Propuestas delimitadas	Propuestas autoexplicativas
Sin barreras	Propuestas 4 costados	Propuestas de clasificación, observación y experimentación
Referentes diversos	Materiales sin sesgos	Espacio y tiempo para la conversación inicial y final: continuidad, respeto a las ideas de otro
Representación plural sin estereotipos	Diseño Universal de Aprendizaje	
	Introducción de lecturas que presentan conceptos científicos	
Persona adulta no protagonista, que se sitúa a nivel de niñas y niños, que habla en voz baja y se dirige a un grupo pequeño. Sin prisa.		

Diseño del espacio

Un ECILE debe ser un espacio donde niñas y niños tengan la oportunidad de decidir su curso de acción autónomamente; es decir, de tomar la iniciativa sobre lo que quieren hacer, cuándo y con quién (ver ejemplos en Figura 1). Es necesario asegurar que disponen de tiempo suficiente, que les permita acceder sin prisa a las distintas propuestas. El uso del ECILE debe estar acompañado de una conversación inicial y otra final con el o los adultos responsables, en que niños y niñas puedan expresar y compartir lo que han descubierto y aprendido. El ambiente del ECILE debe ser agradable y proporcionar seguridad física y emocional. Debe también favorecer la concentración, evitándose movimientos de objetos por el espacio, o cualquier otro ruido que distraiga a niños y niñas de su propia acción, impidiendo su continuidad.

Las propuestas deben ser estimulantes, para lograr una asociación emocional positiva, que vincule hacer ciencia con una experiencia agradable. Deben presentarse de forma que invite a interactuar, pero siguiendo el principio de que lo atractivo no distraiga del objetivo, que es el aprendizaje. Es también importante que sean diversas, para dar respuesta a los distintos intereses y capacidades de los infantes; y que estén dispuestas en el espacio de forma diferenciada y permitiendo la circulación fluida entre ellas. Organizar las propuestas con el material delimitado proporciona una visión ordenada del espacio, y hacerlas accesibles por los cuatro costados favorece la interacción entre iguales.



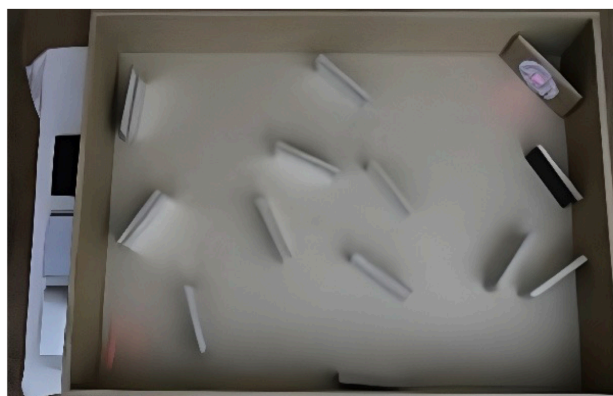
Figura 1. Fotografías de los espacios Lab 0_6 (abajo, izquierda), Espacio Natura (arriba izquierda) y ALICYA (derecha). Nótese que las propuestas son diversas en cuanto a los materiales y los fenómenos que presentan, aparecen delimitadas espacialmente y son de acceso libre por los cuatro costados.

Por último, tanto en la elección de educadoras como en relación con la ambientación del espacio con figuras de referencia, es importante tener en cuenta la diversidad.

Diseño de las propuestas en relación con el material

El aporte fundamental de un ECILE a la educación científica desde edades tempranas es la experiencia directa con la realidad, pues proporciona tiempo de contacto con materiales, instrumentos y fenómenos con los que niñas y niños puedan experimentar y explorar (Pedreira, 2016). No cumplen estas características las propuestas en papel (habituales en educación infantil), ni los espacios con ordenadores para la búsqueda de información (habituales en educación en primaria) o los recursos tecnológicos en los que predominan luces y sonidos que impiden la tranquilidad y concentración. Es fundamental que las propuestas proporcionen material real, y particularmente material natural, por la riqueza sensorial que ofrece. Dado que los sentidos son la ventana al conocimiento del mundo, las propuestas deben atender al componente sensorial, o incluso ser multisensoriales. Además, también es imprescindible ofrecer diferentes tipos de instrumentos científicos (de observación, de medida...), aunque esto implique en ocasiones, que se haga necesario proporcionar algún tipo de pista o indicación sobre cómo usarlos, puesto que pueden no resultar familiares ni auto explicativos para niños y niñas.

Los materiales deben estar situados al alcance de niñas y niños. Es relevante que no existan barreras de acceso, y tener en cuenta la diversidad de necesidades de los niños y niñas que van a usarlos (Figura 2). Por otro lado, es conveniente no incentivar el juego simbólico (propio de la edad, pero que ya tiene su espacio en la escuela), por lo que es necesario conseguir materiales neutros y comparables: material no figurativo, piezas que difieran en una única característica. Y es importante ofrecer la cantidad justa de material; si hay poco, se generarán conflictos de posesión, mientras que, si es excesivo, no resultará útil y distraerá. Al seleccionar materiales como imágenes y libros, deben evitarse los sesgos de género (estética masculina o femenina) o de otro tipo (racista, capacitista, clasista, etc.).



Concepto La reflexión de la luz

Materiales Un láser que no esté al alcance de niños y niñas, una diana móvil y piezas móviles con superficies pulidas (espejos) y otras que no. Para complicar la propuesta se pueden añadir piezas con espejos cóncavos o convexas, piezas transparentes...



Concepto Propiedades de rocas y minerales

Materiales Rocas y minerales diversos en un expositor giratorio para facilitar el acceso de los niños y niñas, lupa de mano y digital, limas y pinceles, caja clasificadora, pizarra y cerámica blanca para comprobar si dejan huella, espacio expositor para materiales potencialmente peligrosos...

Figura 2. Ejemplo de propuestas que responden a los criterios de la Tabla 2. Para acceder a otros ejemplos se puede consultar: Pedreira et al. (2019) y Mateo González et al. (2023).

Diseño de las propuestas en relación con el objetivo

El docente debe tener claro qué idea o fenómeno científico espera movilizar en cada propuesta, pero a la vez es importante que la propuesta permita la libre iniciativa de niños y niñas, y que la educadora tenga la mente abierta para observar y valorar sus aportaciones. En otras palabras, la intencionalidad didáctica es el esqueleto que articula y sostiene el diseño de propuestas de libre elección, y por ello las definimos como enfocadas; pero a la vez abiertas. Es decir, suficientemente enfocadas como para que la acción de niños y niñas movilice ideas sobre un fenómeno de manera autónoma, sin necesidad de la intervención directa de una persona adulta; pero suficientemente abiertas para permitir iniciativas diversas, de manera que las criaturas tengan libertad de explorar sus propias ideas (Pedreira y Márquez, 2017) y puedan surgir acciones inesperadas que promuevan el aprendizaje (Pedreira y Márquez, 2016; Sáez-Bondía et al., 2023).

Finalmente, y con el objetivo de promover la comunicación, las propuestas deben diseñarse de manera que las acciones produzcan resultados visibles, que puedan ser relatados a otros, facilitándose así el intercambio de experiencias entre los niños y niñas.

Comentarios finales

Promover el aprendizaje de la ciencia en libre elección es de gran interés en contextos escolares, pero existe el riesgo de no tener claro qué se quiere conseguir y cómo, y de no aprovechar las evidencias obtenidas de la investigación en el campo. En algunos casos, se están descuidando aspectos de importancia radical, tales como las condiciones necesarias para generar un entorno verdaderamente inclusivo, capaz de promover el aprendizaje de todos los aprendices sin barreras ni sesgos de ningún tipo.

Este trabajo ha tratado de integrar dos dimensiones: la perspectiva cognitiva y didáctica que aporta la investigación junto con el “saber hacer” más práctico, fruto de las experiencias reales en contexto, con niños y niñas, maestros y maestras, para ofrecer al lector una sistematización de buenas prácticas para el diseño de un ECILE. De este modo, los tres espacios que han inspirado este trabajo Lab 0_6, Espacio Natura y ALICYA pueden constituir un referente para el docente o escuela que esté interesado en introducir la libre elección en el aula de ciencias. Así, el trabajo subraya ciertos principios, condiciones clave e implicaciones a considerar. La atención a estos aspectos debería facilitar la construcción de espacios inclusivos, que enriquezcan los procesos de enseñanza-aprendizaje y posibiliten avances hacia una educación científica eficaz que verdaderamente atienda la diversidad de todos los aprendices, desde edades tempranas.

El trabajo también ha incidido en la importancia de la intervención activa y reflexiva de maestros y maestras, puesto que no solo implementan el diseño de un ECILE y sus propuestas, sino que lo enriquecen con su conocimiento pedagógico y su experiencia práctica, con su intuición, creatividad y comprensión de las dinámicas individuales y de grupo, adaptando y personalizando estrategias. El verdadero valor de un diseño educativo inclusivo como un ECILE se manifiesta en este proceso de adaptación, en el intercambio constante entre el diseño y la práctica, que constituye el camino para garantizar que todos los niños, independientemente de sus habilidades, intereses o antecedentes, encuentren su lugar y prosperen en sus aprendizajes científicos.

En esta línea, el camino que se abre a futuro habrá de transitar a través del establecimiento de criterios, instrumentos o estrategias que permitan una evaluación continua de estos espacios en términos de los aprendizajes que promueven y su impacto en el rendimiento académico y el bienestar estudiantil como mecanismo, asimismo, para refinar y mejorar estas prácticas. En esta senda, se vislumbra también la necesidad de detenerse a abordar cómo articular la integración de los ECILES en el marco educativo actual, incrementando las sinergias con el contexto formal de la escuela.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2022-139472OA-I00, financiado por el MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE; de los proyectos PID2021-123615OA-I00 y PID-2024-156735NA-I00, financiados por la Agencia Estatal de Investigación (AEI); y del proyecto PID "Huertos EcoDidácticos" de la Universidad de Valladolid, en su X edición (curso 24-25, PID Núm. 62).

Declaración de autoría

MPA: Conceptualización, Redacción – Borrador Original, Redacción – Revisión y Edición – Supervisión; GLT: Conceptualización, Redacción – Borrador Original, Redacción – Revisión y Edición; MEG: Conceptualización, Redacción – Borrador Original, Redacción – Revisión y Edición; JMG: Conceptualización, Redacción – Borrador Original, Redacción – Revisión y Edición

Declaración responsable de uso de herramientas de Inteligencia Artificial

Los autores y autoras del manuscrito declaran no haber empleado herramientas de Inteligencia Artificial (IA), para la obtención, la curación o el análisis de los datos, ni para la redacción y revisión del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Abels, S. (2014). Inquiry-Based Science Education and Special Needs – Teachers’ Reflections on an Inclusive Setting. *Sisyphus – Journal of Education*, 2, 124-154.
<https://doi.org/10.25749/sis.4069>

- Bamberger, Y. y Tal, T. (2007). Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), 75-95. <https://doi.org/10.1002/sce.20174>
- Barrable, A. (2020). Shaping space and practice to support autonomy: Lessons from natural settings in Scotland. *Learning Environments Research*, 23(3), 291-305. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09305-x>
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W. y Feder, M. A. (Eds.). (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. The National Academies Press.
- Booth, T. y Ainscow, M. (2002) *Index for Inclusion: Developing Learning and Participation in Schools*. Centre for Studies on Inclusive Education, United Kingdom. <https://index-for-inclusion.org/en/>
- Brauns S. y Abels S. (2020). *The Framework for Inclusive Science Education*. Working Paper, n. 1/2020, Leuphana University Luneburg, Science Education, Inclusive Science Education.
- Bruner, J. (1996). What we have learned about early learning. *European Early Childhood Education Research Journal*, 4(1), 5-16.
- Bullock, M. y Ziegler, A. (1999). Scientific reasoning: Developmental and individual differences. En Weinert, F. E. y Schneider W. (Eds.), *Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich Longitudinal study* (pp. 38-54). Cambridge University Press.
- Bulunuz, M. (2013). Teaching science through play in kindergarten: Does integrated play and science instruction build understanding? *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(2), 226-249. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2013.789195>
- C4S (2022). D4.1 – Report on literature review. http://www.communities-for-sciences.eu/wp-content/uploads/2022/09/Attachment_0-5.pdf
- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, 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*. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n3-canto-de-pro-solbes>
- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, 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*, 34(3), 25–50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Chawla, L. (2009). Growing Up Green: Becoming an Agent of Care for the Natural World. *The Journal of Developmental Processes*, 4, 6-23.
- Dahlberg, Gunilla., Moss, Peter. y Pence, Alan. (2005). *Más allá de la calidad en educación infantil: Perspectivas posmodernas*. Graó.
- Doménech Casal, J. D. (2022). *Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá*. Grao.
- Dunlop, L., Clarke, L. y McKelvey-Martin, V. (2019). Free-choice learning in school science: A model for collaboration between formal and informal science educators. *International Journal of Science Education, Part B*, 9(1), 13-28.

- Erikson, F. (1993). El discurso en el aula como improvisación: las relaciones entre la estructura de la tarea académica y la estructura de la participación social en clase. En: Velasco, H., García, F.J., Díaz de Rada, A. (Eds.), *Lecturas de antropología para educadores – El ámbito de la antropología de la educación y de la etnografía escolar*. Trotta.
- Eshach, H. y Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336.
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos Truchero, G. y Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: Dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 111-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Evans, G. W., Otto, S. y Kaiser, F. G. (2018). Childhood Origins of Young Adult Environmental Behavior. *Psychological Science*, 29(5), 679-687.
- Falk, J. H. (2005). Free-choice environmental learning: Framing the discussion. *Environmental Education Research*, 11(3), 265-280.
- Frejd, J. (2021). When Children Do Science: Collaborative Interactions in Preschoolers' Discussions About Animal Diversity. *Research in Science Education*, 51(S1), 21-42. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9822-3>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. y Cañal, P. (2014). 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.
- Glockengiesser, I., Lemkow-Tovias, G., Lefterov, P., Rosiers, M., Scheer, S., Piovano, C., Krulis, A.-M., Wildenberg, M., Sort-Garcia, M. L., Orban, K. y Mateeva, A. (2024). *Whitebook on Inclusive Science Education*. C4S.
- Goldschmied, E. (2002). *Educación en la escuela infantil*. Rosa Sensat.
- Gómez-Moliné, M. y Sanmartí, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11 (2), 266-273.
- Haldón, J., Lemkow-Tovías, G. y Pedreira, M. (2022). Propuesta de análisis de la intervención de la persona adulta en un espacio de ciencia de libre elección. *Enseñanza de las ciencias*, 3(40), 109-123.
- Harlen, W. (2010). *Aprendizaje y enseñanza de las ciencias basado en la indagación*. <https://doi.org/10.1080/03004430.2017.1359583>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2020). ¿Cómo sabemos lo que sabemos? Mediante la argumentación y el uso de pruebas, herramientas para aprender y desarrollar el pensamiento crítico. En *Enseñando ciencia con ciencia. FECYT & Fundación Lilly*. (pp. 75-86). Penguin Random House.
- Kamii, C. y DeVries, R. (1978). *Physical knowledge in preschool education: Implications of piaget's theory*. Prentice-Hall.
- Keeley, P. (2013). *Uncovering Student Ideas in Primary Science, Volume 1: 25 New Formative Assessment Probes for Grades K–2*.
- Klahr, D y Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15, 661-667.

- Koivula, M., Gregoriadis, A., Rautamies, E. y Grammatikopoulos, V. (2019). Finnish and Greek early childhood teachers' perspectives and practices in supporting children's autonomy. *Early Child Development and Care*, 189(6), 990-1003.
- Kokko, A. K. y Hirsto, L. (2021). From physical spaces to learning environments: Processes in which physical spaces are transformed into learning environments. *Learning Environments Research*, 24(1), 71-85. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09315-0>
- Larimore, R. A. (2020). Preschool Science Education: A vision for the future. *Early Childhood Education Journal*, 48, 703-714. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01033-9>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Bloomsbury Academic.
- Lladós, L. (2019). *Ser maestr@ en el 0-3*. Graó.
- Loughlin, C. E. y Suina, J. H. (1987). *El ambiente de Aprendizaje. Diseño y Organización*. Madrid:Morata
- Malaguzzi, L. (2001). *La educación infantil en Reggio Emilia*. Octaedro/Rosa Sensat.
- Martin, D. J., Jean-Sigur, R. y Schimdt, E. (2005). Process-oriented Inquiry-A constructivist approach to Early Science Childhood Education: Teaching Teachers to do science. *Journal of elementary science education*, 17(2), 13-26.
- Mateo González, E., Martín-García, J., Sáez-Bondía, M. J., Hervás, A. y Muñoz, A. (2024). Espacios generadores de preguntas. Jugando con el agua: ¿flota o se hunde? *Aula de Innovación Educativa*, 123, 16-20.
- Mateo González, E., Sáez Bondía, M. J., Martín-García, J. y Fernández López del Moral, S. (2023). Algunos principios de diseño de espacios de ciencias de libre elección monotemáticos. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 45, 35-52. <https://doi.org/10.7203/DCES.45.27360>
- Mellado, V., 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., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Bartolomé-Vázquez, R. J. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-mellado-borrachero-brigido-melo-et-al>
- Montessori, M. (1972). *The discovery of the child*. Ballantine.
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza.
- Mosquera Bargiela, I., Puig, B. y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 7-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>
- Nasri, N., Rahimi, N. M., Nasri, N. M. y Talib, M. A. A. (2021). A Comparison Study between Universal Design for Learning-Multiple Intelligence (UDL-MI) Oriented STEM Program and Traditional STEM Program for Inclusive Education. *Sustainability*, 13(2), 554. <https://doi.org/10.3390/su13020554>
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.

- Newman, I. (2019). When saying ‘go read it again’ won't work: Multisensory ideas for more: Inclusive teaching & learning. *Nurse Education in Practice*, 34, 12–16.
<https://doi.org/10.1016/j.nepr.2018.10.007>
- Orozco, M. M. A., Franco-Mariscal, A. J. y Blanco-López, Á. (2022). Ayudando a maestros en formación inicial a desarrollar indagaciones en la Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1601.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1601
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2). <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pedreira M., Brugarolas I., Cantons J., García D., Garriga M., Lemkow G., Llebaria M., Llenas P., Mampel S., Montiel C., Mur B., Torreguitart L., Vázquez L., Vilaseca N. (2019). *Ciencia en la primera infancia, 49+1 propuestas de libre elección*. Graó
- Pedreira, M. (2016). «Puc tocar?» Anàlisi d'una proposta educativa del Museu de Ciències Naturals de Barcelona per a infants de 2 a 6 anys. <http://www.tdx.cat/handle/10803/386493>
- Pedreira, M. (2022). Escutar a realidade, dialogar com o meio. En *Remando contra a maré* (pp. 227-242). Phorte editora.
- Pedreira, M. y Fagundo, B. (2022). *Diàlegs entre educació i neurociència*. Eumo.
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2016). Espacios generadores de conocimiento. *Cuadernos de pedagogía*, 466, 46-49.
- Pedreira, M. y Márquez, C. (2017). *Espacios de ciencia de libre elección: Posibilidades y límites*. PUC.
- Pérez Gómez, Á. I. (2012). *Educarse en la era digital: La escuela educativa*. Morata.
- Pérez-Martín, J. M., Salvadó, Z., Sánchez-Ferrezuelo, L., Gairal-Casadó, R. y Novo, M. (2022). Entrando por la otra puerta: La indagación para promover el razonamiento científico en educación infantil. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 30, 61-82.
<https://doi.org/10.18172/con.5333>
- Piaget, J. (1935). *El juicio moral en el niño*. Francisco Beltrán.
- Piaget, J. (1964). Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176-186.
- Piekny, J., Grube, D. y Maehler, C. (2014). The Development of Experimentation and Evidence Evaluation Skills at Preschool Age. *International Journal of Science Education*, 36(2), 334-354. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.776192>
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Síntesis.
- Raven, S. y Wenner, J. A. (2023). Science at the center: Meaningful science learning in a preschool classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(3), 484-514.
<https://doi.org/10.1002/tea.21807>
- Riera, M. A., Ferrer, M. y Ribas, C. (2014). La organización del espacio por ambientes de aprendizaje en la E. Infantil. *RELAdEI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 3(2), 19-39.

- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento: El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Ediciones Paidós.
- Rudsberg, K., Östman, L. y Aaro Östman, E. (2017). Students' meaning making in classroom discussions: The importance of peer interaction. *Cultural Studies of Science Education*, 12(3), 709-738. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9721-5>
- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 11.
- Saçkes, M. (2014). Parents who want their PreK children to have science learning experiences are outliers. *Early Childhood Research Quarterly*, 29, 132-143.
- Sáez-Bondía, M. J., Mateo, E. y Martín-García, J. (2023). Science learning in 3- and 5-year-old children in the same free-choice learning environment on plant diversity. *Learning Environments Research*, 27(1), 199–215. <https://doi.org/10.1007/s10984-023-09475-9>
- Sanmartí, N. (2006). *Aprendre ciències: Connectar l'experiència, el pensament i la parla a través de models. Curs d'actualització de l'ensenyament-aprenentatge de les ciències a l'educació infantil i primària*. <https://docplayer.es/63500278-Aprendre-ciencies-connectar-l-experiencia-el-pensament-i-la-parla-a-traves-de-models-neus-sanmarti-universitat-autonoma-de-barcelona.html>
- Sanmartí, N. (2010). *¿Qué comporta un enfocament competencial del currículum?* (pp. 11-26). ICE de la UAB.
- Sliogeris, M. y Almeida, S. C. (2017). Young Children's Development of Scientific Knowledge Through the Combination of Teacher-Guided Play and Child-Guided Play. *Research in Science Education*, 49(6), 1569-1593. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9667-6>
- Soto, P. (2021). *Crece y aprende, mientras tanto – El dominio teórico y etnográfico de una Antropología Sociocultural de la Educación*. Bellaterra Edicions.
- Strand-Cary, M. y Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23(4), 488-511. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.09.005>
- Tenenbaum, H. R., Winstone, N. E., Leman, P. J. y Avery, R. E. (2020). How effective is peer interaction in facilitating learning? A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 112(7), 1303-1319. <https://doi.org/10.1037/edu0000436>
- Thurston, A., Keere, K. V. de, Topping, K. J., Kosack, W., Gatt, S., Marchal, J., Mestdagh, N., Schmeinck, D., Sidor, W. y Donnert, K. (2017). Aprendizaje entre iguales en Ciencias Naturales de Educación Primaria: Perspectivas teóricas y sus implicaciones para la práctica en el aula. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 5(13). <https://doi.org/10.25115/ejrep.v5i13.1242>
- Tullos, A. y Woolley, J. D. (2009). The Development of Children's Ability to Use Evidence to Infer Reality Status. *Child Development*, 80(1), 101-114.
- UNESCO. (2006). *UNESCO guidelines on intercultural education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000147878>
- United Nations (1995). *Beijing Declaration and Platform for Action*. The Fourth World Conference on Women. Beijing:UN.

- Vartiainen, J. y Kumpulainen, K. (2020). Playing with science: Manifestation of scientific play in early science inquiry. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(4), 490-503. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1783924>
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and its role in the mental development of the child. *Soviet Psychology*, 5, 6-18.
- Wade, C. B., Koc, M., Searcy, A., Coogle, C. y Walter, H. (2023). STEAM Activities in the Inclusive Classroom: Intentional Planning and Practice. *Education Sciences*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/educsci13111161>
- Wertsch, J. V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Paidós.
- Willis, P. (1993). Producción cultural no es lo mismo que reproducción cultural, que a su vez no es lo mismo que reproducción social, que tampoco es lo mismo que reproducción. En Velasco, H., Garcia, F. J., Díaz de Rada, A. (Eds.), *Lecturas de antropología para educadores – El ámbito de la antropología de la educación y de la etnografía escolar*. Trotta.