

## ELABORACIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS CON ENFOQUE STEAM PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN LA ESCUELA PRIMARIA

DEVELOPMENT OF DIDACTIC MATERIALS WITH A STEAM APPROACH FOR THE TEACHING  
OF EXPERIMENTAL SCIENCES IN PRIMARY SCHOOL

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS COM ABORDAGEM STEAM PARA O  
ENSINO DE CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS NA ESCOLA PRIMÁRIA

Juan Manuel Rudi <sup>1</sup>  
María Silvana Reyes <sup>2</sup>  
Marcelo De Greef <sup>3</sup>

**Manuscrito recibido en:** 22 de setiembre de 2022.

**Aprobado en:** 02 de abril de 2023.

**Publicado en:** 20 de junio de 2023.

### Resumen

La Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte y las Matemáticas se encuentran integradas en un mismo ámbito a través del enfoque Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics (STEAM). Su objetivo es nutrir de recursos humanos creativos a la ciencia y a la tecnología, y permitir a las y los estudiantes, a través del uso de estos recursos, adquirir las habilidades necesarias para enfrentar al mundo actual. Para ello, es fundamental el papel que desempeña la educación científica y tecnológica en la promoción de capacidades relacionadas con la innovación, el aprendizaje continuo y el pensamiento crítico desde edades tempranas. El propósito principal de esta investigación es contribuir a la enseñanza de contenidos estructurantes de Ciencias Naturales para el Nivel Primario, propuestos en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios de Argentina. Para ello, se diseñaron y desarrollaron una serie de dispositivos didácticos con perspectiva STEAM, utilizando una metodología de investigación basada en el diseño. Se espera que la implementación de estos dispositivos como parte de una secuencia didáctica, sean de utilidad para estudiantes y docentes en la enseñanza y en el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. La evaluación de los resultados de este trabajo se encuentra actualmente en desarrollo y permitirá a futuro validar el mismo o realizar modificaciones en función de las observaciones realizadas.

**Palabras clave:** Dispositivos didácticos; Enfoque STEAM; Enseñanza de las Ciencias Experimentales; Investigación basada en el diseño.

---

<sup>1</sup> Doctor en Educación en Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional del Litoral. Profesor en la Universidad Nacional del Litoral.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0728-3766> Contacto: [jmrudi@fbc.unl.edu.ar](mailto:jmrudi@fbc.unl.edu.ar)

<sup>2</sup> Doctora en Educación en Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional del Litoral. Profesora en la Universidad Nacional del Litoral.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1035-2769> Contacto: [mariasilvinareyes@hotmail.com](mailto:mariasilvinareyes@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doctor en Tecnología Química por la Universidad Nacional del Litoral. Profesor en la Universidad Nacional del Litoral.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0476-1306> Contacto: [marcelodegreef@gmail.com](mailto:marcelodegreef@gmail.com)

### Abstract

Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics are integrated in the same field through the STEAM approach. Its objective is to nurture creative human resources for science and technology, and allow students, through the use of these resources, to acquire the necessary skills to face today's world. To this end, the role played by science and technology education in promoting skills related to innovation, continuous learning and critical thinking from an early age is essential. The main purpose of this research is to contribute to the teaching of structuring contents of Natural Sciences for the Primary Level, proposed in the Priority Learning Hubs of Argentina. For this, a series of didactic devices with a STEAM perspective were designed and developed, using a research methodology based on design. The implementation of these devices as part of a didactic sequence is expected to be useful for students and teachers in the teaching and learning of Experimental Sciences. The evaluation of the results of this work is currently under development and will allow it to be validated in the future or to make modifications based on the observations made.

**Keywords:** Teaching devices; STEAM approach; Experimental Science teaching; Design-based research.

### Resumo

Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática estão integrados no mesmo campo através da abordagem STEAM. Seu objetivo é nutrir recursos humanos criativos para a ciência e tecnologia, e permitir que os alunos, através do uso desses recursos, adquiram as habilidades necessárias para enfrentar o mundo de hoje. Para tal, é fundamental o papel desempenhado pela educação científica e tecnológica na promoção de competências relacionadas com a inovação, a aprendizagem contínua e o pensamento crítico desde cedo. O objetivo principal desta pesquisa é contribuir para o ensino de conteúdos estruturantes de Ciências Naturais para o Nível Primário, propostos no Centros de Aprendizagem Prioritários na Argentina. Para isso, uma série de dispositivos didáticos com uma perspectiva STEAM foram projetados e desenvolvidos, utilizando uma metodologia de pesquisa baseada em design. Espera-se que a implementação destes dispositivos como parte de uma sequência didática seja útil para alunos e professores no ensino e aprendizagem das Ciências Experimentais. A avaliação dos resultados deste trabalho está atualmente em desenvolvimento e permitirá validá-lo no futuro ou fazer modificações com base nas observações feitas.

**Palavras-Chave:** Dispositivos de ensino; Perspectiva STEAM; Ensino de Ciências Experimentais; Pesquisa baseada em design.

### Introducción

Es sabido que los y las estudiantes construyen su propio conocimiento mediante la utilización de diferentes procesos que se encuentran favorecidos por las interacciones que se establecen con el profesorado, y también por el trabajo grupal entre los mismos estudiantes cuando interactúan entre sí. Coll, Mauri Majós y Onrubia Goñi (2008) afirman que el desarrollo exitoso de los procesos de enseñanza y de aprendizaje se debe a la adecuada relación que se establece entre tres elementos que conforman el 'triángulo pedagógico' o 'triángulo didáctico'. Dos de estos componentes son la actividad educativa

del profesorado y la actividad de aprendizaje del estudiantado, mientras que el tercero está relacionado a los contenidos, que constituyen el objeto de enseñanza y de aprendizaje, y que se encuentran en el centro de la interacción entre los participantes antes mencionados. Por otra parte, no debemos olvidar que lo anterior siempre se encuentra inserto en un contexto, que es donde ocurre la práctica educativa y condiciona el desarrollo de los procesos cognitivos (LORENZO, 2018). La adecuada interacción entre todos ellos estimula el desarrollo de competencias en el estudiantado para la realización de consignas, propiciando una mayor comprensión de las mismas y de los conceptos que en ellas se pretende transmitir (COLL; ONRUBIA GOÑI; MAURI MAJÓS, 2007).

Una de las finalidades más importantes del proceso de enseñanza es promover aprendizajes significativos, y es por esto que los y las docentes recurren a un conjunto de recursos y herramientas que pueden estar direccionadas a la revisión y mejora del material educativo, o a la enseñanza de metodologías de estudio para adquirir una mayor autonomía en el proceso de aprendizaje (DÍAZ BARRIGA ARCEO; HERNÁNDEZ ROJAS, 1999). Las habilidades del alumnado para superar con éxito las diferentes etapas del aprendizaje ha evolucionado con el correr de los años, y esto ha obligado al profesorado a generar nuevas estrategias para comunicar los contenidos que se pretenden enseñar. En este sentido, uno de los roles docentes consiste en colocar dichas herramientas a disposición del estudiantado, para que sean utilizadas con independencia y creatividad cuando las necesiten. De esta manera, nuestros estudiantes pueden ser autónomos en relación al aprendizaje, comprenden adecuadamente y relacionan diferentes conceptos y se facilita el camino para que se siga aprendiendo a futuro sobre dicho contenido (FABRO, 2018; MONEREO; POZO; CASTELLO, 2001).

Uno de los mayores desafíos al que se enfrenta la enseñanza actual es la necesidad de desarraigar la idea de que el principal objetivo de la docencia es enseñar, para poder así acercar su finalidad a la de estimular un aprendizaje significativo. Pero para esto es necesario un cambio profundo en la naturaleza de la Didáctica, intentando que ésta pase a estar centrada en el aprendizaje y no en la enseñanza, aunque esto requiera una reconversión de las funciones docentes, que pasarían a ser ‘profesionales del aprendizaje’ y deberían estar estando atentos a cómo los alumnos y las alumnas van incorporando los diferentes conocimientos (ZABALZA, 2000). La conformación de pequeños grupos de trabajo, promoviendo el aprendizaje colaborativo o la incorporación de tecnologías en las

aulas (MALDONADO BEREA; VEGA GEA; 2015; ROSELLI, 2016) resultan ser estrategias adecuadas desde el punto de vista didáctico. En el campo de las Ciencias Experimentales, y más precisamente en el área de la Química, podemos encontrar algunos trabajos realizados que centran su atención en el estudiantado, promoviendo el uso de metodologías activas que aspiren a la formación de personas más críticas y creativas (BUDINI *et al.*, 2019; MARINO *et al.*, 2021; OCHOA *et al.*, 2018; RUDI *et al.*, 2020).

Nuestra vida diaria se encuentra permanentemente atravesada por la ciencia. Sin embargo, su enseñanza en el ámbito escolar suele reducirse a la transmisión de los contenidos disciplinares con fines propedéuticos para aquellos y aquellas estudiantes que decidan optar por una formación académica relacionada a la misma (ACEVEDO DÍAZ, 2004). Existe un desinterés manifiesto en el estudiantado por elegir carreras universitarias relacionadas a las Ciencias Experimentales, y en especial aquellas relacionadas al área de la Química (GALAGOVSKY, 2005). Vázquez Alonso, Acevedo Díaz y Manassero Mas (2005) atribuyen esta realidad a los currículos recargados, aburridos y pocos relevantes, al profesorado poco innovador al momento de aplicar una metodología de enseñanza para explicar los conceptos y al fuerte contraste existente entre los libros de texto y la tecnociencia observada en nuestros días.

El ámbito educativo es consciente de las cuestiones mencionadas anteriormente y en las últimas décadas han surgido corrientes que pretenden enseñar cómo puede desarrollarse tecnología haciendo uso de los conocimientos aportados por la ciencia, y cómo estas innovaciones pueden afectar a la sociedad, recurriendo en muchas ocasiones a problemas muy cuestionados por la población y que se encuentran estrechamente relacionados a la ciencia y a la tecnología. Diferentes organismos internacionales relacionados a política educativa han reconocido en sus informes la necesidad de fomentar en todas las personas una 'alfabetización científica y tecnológica' (ACT), que pretende promover la formación de una ciudadanía crítica y responsable, capaz de tomar decisiones apropiadas en relación a cuestiones que inciden en nuestra sociedad actual, cada vez más impregnada en ciencia y tecnología (PORRO; RONCAGLIA, 2016). Es por esto que se ha convertido en un factor esencial para el desarrollo de una comunidad, y debe exigirse a las políticas educativas la implementación urgente de actividades que permitan estimular el desarrollo de este tipo de conocimiento (MAIZTEGUI *et al.*, 2002).

‘Ciencia, Tecnología y Sociedad’ (CTS) es una propuesta educativa innovadora que, a pesar de que sus orígenes se remontan a un par de décadas (MEMBIELA IGLESIA, 1997), aún hoy genera polémicas en relación a las ventajas e inconvenientes que conlleva su aplicación. En términos generales, la intención primordial de este movimiento es comprender mejor la ciencia y la tecnología en un contexto social, es decir, tratar de explicar claramente de qué manera los desarrollos científicos y tecnológicos se relacionan con los procesos sociales que han surgido a lo largo de la historia (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; GORDILLO; GONZÁLEZ GALBARTE, 2002). Un claro ejemplo de la relación existente entre la tecnología y la sociedad pudo observarse durante la pandemia de coronavirus SARS-CoV-19 que atravesó nuestro planeta a partir del año 2020. Esta situación inédita obligó al profesorado de todos los niveles educativos a implementar herramientas de enseñanza basadas en las tecnologías digitales, debido a la imposibilidad de dictar clases presenciales como consecuencia del aislamiento obligatorio impartido por las autoridades sanitarias en la mayoría de las regiones del mundo.

La docencia tradicional se ha caracterizado por el desarrollo de clases magistrales en donde el profesorado, valiéndose de la bibliografía básica de la asignatura, expone sus conocimientos y el alumnado incorpora los conceptos, para luego ser examinado en una instancia de evaluación (AUSÍN *et al.*, 2016). En esta metodología educativa, no se analiza si los contenidos transmitidos fueron comprendidos e incorporados correctamente o si los mismos son relevantes en relación a los intereses y necesidades actuales. Por otra parte, los contenidos curriculares son abordados de manera individual, sin una integración adecuada de los mismos. Numerosos autores (LEAL; RÉGO; SILVA, 2019; LION; MAGGIO, 2019; DE LONGHI, 2005; MAGGIO, 2020) coinciden en que es muy necesaria una renovación educativa en función de los tiempos que corren. El surgimiento de nuevas metodologías en donde el estudiantado cumple un rol activo, como por ejemplo la ‘investigación basada en el diseño’ (GODTSFRIEDT, 2021), el ‘aprendizaje basado en problemas’ (MARTÍNEZ JIMENEZ; ZARDÓN MOLERO; RODRÍGUEZ BETANCOURT, 2022) o el ‘aprendizaje basado en proyectos’ (MANNI *et al.*, 2020; RAMS SÁNCHEZ; DE PERALTA; ODETTI, 2023), constituyen un paso hacia adelante en esta renovación educativa tan anhelada. Este nuevo contexto ha fomentado la necesidad de revisar las planificaciones y las prácticas educativas vigentes, y como respuesta a este proceso han surgido nuevas metodologías de enseñanza que estimulan la curiosidad, la motivación y la capacidad creativa del estudiantado,

facilitando así los procesos de enseñanza y de aprendizaje (DE LONGHI, 2005). Esto implica la implementación de diseños curriculares dinámicos y flexibles, entendiendo al currículum como un conjunto de contenidos, objetivos y criterios pedagógico-didácticos, siendo una construcción social e histórica atravesada por múltiples factores que marcan el camino de la educación (GIMENO SACRISTÁN, 2010). En consonancia con el pensamiento de este autor, el currículum es un instrumento esencial para hablar, discutir y contrastar nuestras perspectivas sobre la realidad educativa, con la intención de definir qué es lo que pretendemos que el estudiantado aprenda. Y es precisamente sobre este último punto donde se enfoca el movimiento CTS. Sin embargo, autores como Spiegel (2013), plantean las dificultades que existen para incorporar estas nuevas herramientas en un contexto educativo, sugiriendo que existe una distancia importante entre lo que se espera de esto y lo que realmente se observa en el aula. En virtud de esta situación, la implementación de una innovación curricular implica un análisis profundo de la realidad actual de los y las estudiantes y de sus necesidades, como así también de la factibilidad de su aplicación, requiriendo esto un compromiso absoluto por parte de los y las docentes y, fundamentalmente, de las instituciones en el diseño y en la implementación de la misma.

Autores como Herrera, Disca y Martín (2022) sostienen que el trabajo desde un enfoque interdisciplinario genera una instancia enriquecedora de aprendizaje que puede ser provechosa para la enseñanza y que ofrece una construcción colectiva del conocimiento, abordando diferentes aspectos. En su estudio, estos autores destacan que el trabajo interdisciplinario posibilita una mejora en el aprendizaje a partir de una visión integradora de la Ciencia, acercando marcos conceptuales que otorgan sentido a los contenidos. Del mismo modo, Grisolia Cardona (2008) establece que trabajar desde lo interdisciplinario posibilita una visión amplia, unificada y completa de un problema, lo que permite arribar a una solución más adecuada e integral del sistema que se estudia. Si se considera el carácter dinámico del conocimiento científico, desde la concepción actual en la que se asume afectado por factores políticos, económicos y sociales, entre otros, la enseñanza de las Ciencias desde un enfoque interdisciplinario está en concordancia. Los contenidos científicos pueden ser estudiados como aspectos de especial interés e importancia social, considerando a la ciencia como falible, imperfecta y cambiante. Así, no resultan contenidos aislados que se acumulan, sino que tienen aplicaciones reales y no corresponden a una única disciplina. Además, de esta manera se propicia la discusión de

los modelos epistemológicos, permitiendo que se contrasten al abordar diversos contenidos de áreas científicas, promoviendo la creatividad y toma de decisiones por parte de los y las estudiantes. Es por esto que las propuestas de enseñanza interdisciplinaria revalorizan el sentido de los aprendizajes más allá de la acumulación de fragmentos (MAGGIO, 2021). Al respecto, Astolfi (1998) destaca el desarrollo de un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de ciertos aprendizajes. En este sentido, se propone realizar un nuevo recorte curricular que invite a ‘tomar prestados’ conceptos e ideas provenientes de diferentes campos disciplinares, que aparentemente no se relacionan entre sí, para luego amalgamarlos en función de los propósitos de un proyecto educativo específico.

La educación con enfoque STEAM (acrónimo en inglés que hace referencia a la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, el Arte y las Matemáticas) surge como una propuesta que pretende resolver la carencia de cohesión interdisciplinaria. Este enfoque procura enseñar las áreas anteriores de manera integrada, en donde los contenidos disciplinares se comuniquen mediante el desarrollo de actividades didácticas aplicadas al mundo real (GARCÍA CARTAGENA; REYES GONZÁLEZ; BURGOS OVIEDO, 2017), tendientes a resolver conflictos actuales y en donde se demuestre la relación existente entre la escuela, la sociedad y el campo laboral en todos sus ámbitos (ZAMORANO ESCALONA; GARCÍA CARTAGENA; REYES GONZÁLEZ, 2018). Por otra parte, la enseñanza se concibe a través de un tópico central presentado como problema, y cuya resolución se pretende lograr articulando las áreas que conforman la perspectiva STEAM. De esta manera, se permite al estudiantado, a través del uso de recursos especialmente diseñados, alcanzar un desarrollo integral y adquirir habilidades que le permitirán a futuro enfrentar adecuadamente al mundo real (ORTÍZ REVILLA; SANZ CAMARERO; GRECA, 2021). Este abordaje interdisciplinario y transdisciplinario de los contenidos intenta incentivar las vocaciones científicas y tecnológicas, incluyendo a las artes que, para muchos autores, favorece el desarrollo competencial integral, la participación ciudadana y la inclusión social (GRECA, ORTÍZ REVILLA; ARRIASSECQ, 2021). Sin embargo, aún hoy continúa faltando una reflexión teórica profunda sobre la fundamentación de este modelo que permita evaluar correctamente sus implicancias y alcances (AGUILERA; ORTÍZ REVILLA, 2021). Esta situación limita el diseño de nuevas propuestas STEAM por parte del profesorado.

Como afirman García Cartagena, Reyes González y Burgos Oviedo (2017), este enfoque considera al aprendizaje como continuo y variable, y el mismo va cambiando a medida que el individuo interacciona de forma dinámica con el mundo físico, social y cultural en el que se encuentra. En este modelo, los y las estudiantes son participantes activos, críticos y protagonistas de su propio aprendizaje, trabajando de manera colaborativa con sus pares, y recibiendo la ayuda del profesorado, que adquiere un rol de guía y orientador del proceso educativo (ZAMORANO ESCALONA; GARCÍA CARTAGENA; REYES GONZÁLEZ, 2018) y es quien decide las herramientas a utilizar para la comunicación de los contenidos que se pretenden enseñar. En este sentido, la tecnología digital puede ser un recurso valioso, aunque en verdad ésta solo se considera útil si contribuye al cumplimiento del objetivo de la propuesta. Por último, es necesario evaluar la aplicabilidad de este enfoque en diferentes escenarios educativos, y para esto es necesario diseñar, implementar y evaluar secuencias didácticas basadas en este modelo y que cada docente pueda adaptar a sus entornos específicos.

Un valioso aporte que ha hecho la didáctica hace más de 20 años es el concepto de ‘ciencia escolar’ (IZQUIERDO, 1999). La expresión cobra importancia debido a que pone el énfasis en las mediaciones que se llevan a cabo entre la llamada ‘ciencia erudita’, término propuesto por Chevallard (1997) y su enseñanza en el ámbito de las instituciones escolares. El modelo de ciencia escolar, no pretende poner a un estudiante en situación de investigador o científico, sino de concebir la ciencia en la escuela como una actividad que comparte una fundamentación epistemológica con la ciencia erudita, pero que al mismo tiempo tiene características propias que la diferencian (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999). En consonancia con lo expuesto anteriormente, es bien sabido que la ciencia que puede realizarse en una escuela no es coincidente con la ciencia de los científicos, pero, sin embargo, el lenguaje científico escolar debe ser un instrumento que manifieste las relaciones existentes entre la realidad y los modelos teóricos que presenta la ciencia erudita.



Para Aduriz Bravo y Meinardi (2000), lo anterior es posible porque hay una similitud significativa entre los modelos teóricos y los diferentes fenómenos, y esto nos ayuda a pensar y comprender el mundo que nos rodea. En este sentido, es importante caracterizar los modelos y teorías utilizadas en la ciencia, y que se ponen en juego en las aulas. Si bien la ciencia erudita es el referente, durante el proceso de construcción de saberes en el aula, es fundamental pensar en un proceso de ‘transformación’ de los contenidos científicos. En efecto, los contenidos que se enseñan no son los mismos que en la ciencia experta, por lo que la ‘ciencia escolar’ es el resultado de los procesos de ‘transposición didáctica’ según lo expresado por Chevallard (1997). Dichos contenidos deben estar organizados en una secuencia didáctica que, según Sanmartí (2001), debe contemplar las interrelaciones, entre el contenido a enseñar, el profesorado y el estudiantado, a través de negociaciones y concertaciones, según el perfil de la institución escolar y del sistema educativo en cuestión.

Mientras que en una clase magistral se establece una relación lineal entre quien emite la información (docente) y quien la recibe (estudiante), las secuencias didácticas ponen énfasis en las preguntas e interrogantes que el docente propone a sus estudiantes y en la forma en que éstos incorporan esas nuevas nociones, proceso en el cual se encuentran involucradas diferentes operaciones intelectuales como buscar información, establecer relaciones con su entorno, elegir contenidos, saber explicarlos, entre otras. El estudiante aprende por la significancia del trabajo que realiza, por la posibilidad de integrar nueva información con conocimientos previos y por la posibilidad de verbalizar ante otros la reconstrucción de la información (DÍAZ BARRIGA, 2013).

Una secuencia didáctica entiende al aprendizaje como un proceso más que como un producto o resultado final, en donde importa mucho la adquisición de habilidades y competencias. Consiste en diferentes ciclos de enseñanza y de aprendizaje, conformados por diferentes actividades articuladas y orientadas hacia una finalidad (ARAYA RAMÍREZ, 2014) y que pueden organizarse en tres etapas básicas. La primera de ellas es la ‘planificación’ de la tarea y la explicitación por parte de los y las docentes de los objetivos que se pretenden lograr. Una segunda etapa es la ‘producción’, que permite a los y las estudiantes integrar los conocimientos teóricos con aquellos adquiridos durante la realización de las actividades. Por último, una instancia de ‘evaluación’ permite conocer los logros alcanzados para determinar las debilidades y fortalezas del proceso de aprendizaje.

En consonancia con las ideas expresadas en los párrafos anteriores se encuentra el presente trabajo, cuyo propósito principal es contribuir a la enseñanza de contenidos estructurantes de Ciencias Naturales para el nivel primario, propuestos en los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios, mediante el diseño y el desarrollo de dispositivos didácticos con perspectiva STEAM. La intencionalidad de los mismos es actuar como mediadores en la realización de ‘actividades de experimentales simples’ (AES), entendiendo a las mismas como aquellas prácticas fundamentadas por teorías científicamente consensuadas, que no requieren de un laboratorio especializado para su realización y cuyo objetivo es el aprendizaje de un contenido seleccionado intencionalmente o de alguna habilidad o destreza (REVERDITO; LORENZO, 2007).

Esta investigación es realizada en el marco del proyecto CAI+D ‘Estudio exploratorio de las relaciones entre Cultura Estadística y Alfabetización Científica y Tecnológica en dispositivos didácticos basados en el enfoque STEAM’, financiado por la Universidad Nacional del Litoral.

## Metodología

Este trabajo de investigación se encuentra en las primeras etapas de su desarrollo, y en el mismo se han materializado diez dispositivos desarrollados desde una perspectiva STEAM con la intención de facilitar la enseñanza de contenidos estructurantes de Ciencias Naturales. Dichos dispositivos fueron elaborados a partir de ideas propias o como propuestas de mejoras de modelos presentados en diferentes fuentes bibliográficas.

Se recurrió a un tipo de metodología conocida como Investigación Basada en Diseño (IBD) (ROMERO ARIZA, 2014), que contempla el diseño, la implementación y la evaluación de secuencias didácticas como investigaciones de carácter intervencionista, y que permite identificar inconvenientes significativos observados en contextos reales, para poder así generar un nuevo conocimiento didáctico y mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje (GUISASOLA; AMETLLER; ZUZA, 2021; VALVERDE BERROCOSO, 2016).

En una IBD se realiza un estudio de campo en el que un equipo de investigadores, trabajando en forma conjunta con el equipo docente, interviene en un escenario educativo y promueve, mediante el diseño de dispositivos didácticos, el logro de una determinada meta, con la intención de dar respuesta a una situación observada (DE BENITO CROSETTI; SALINAS IBÁÑEZ, 2016). En palabras de Romero Ariza (2014, p. 161), la IBD “vincula el desarrollo de conocimiento científico con el diseño de materiales y la resolución eficaz de problemas en el ámbito educativo”.

El diseño comienza con una primera etapa de investigación preliminar, en donde se relevan junto a personas expertas y posibles destinatarios los problemas y las necesidades en relación a una determinada temática, como así también la ejecución de trabajos previos con propósitos similares. Posteriormente, una vez que se ha delineado el recurso o la estrategia educativa a implementar, es necesario una etapa de desarrollo y realización de pruebas piloto, que luego permitirá la revisión y mejora de los elementos investigados en base a la evaluación de los resultados obtenidos en sucesivos ciclos de prueba. Como último paso, se requiere implementar una etapa de evaluación final, en donde se evalúe si la intervención o el producto diseñado pudieron cumplir con los objetivos propuestos inicialmente en la investigación (GUISASOLA; AMETLLER; ZUZA, 2021; ROMERO ARIZA, 2014). Numerosas investigaciones dan cuenta del uso de esta metodología en el área educativa (GUISASOLA; ZUZA; SAGASTIBELTZA, 2019; SÁEZ LÓPEZ; ROMÁN GONZÁLEZ; VÁZQUEZ CANO, 2016; VERGE; MON, 2019; WANG *et al.*, 2014). En función de lo explicado anteriormente, este trabajo se encuentra en la etapa de desarrollo y realización de pruebas piloto para su posterior evaluación.

Los dispositivos didácticos aquí presentados fueron diseñados cuidadosamente pensando en las posibles personas destinatarias. Por esta razón, se intentó generar un producto seguro, en donde los materiales elegidos para su construcción minimicen los peligros potenciales (esto es, evitar elementos que puedan producir astillas al romperse, no incluir materiales contundentes ni tóxicos, entre otras precauciones). Por otra parte, se pretendió elaborar un producto que sea visualmente atractivo para las primeras infancias, dando importancia a la estética de los mismos y entendiendo que es indispensable que estas herramientas que se ponen a disposición de los niños y de las niñas tienen que despertar su curiosidad para generar interés en la actividad que estén desarrollando.

Se asignó un nombre metafórico a cada actividad ideada, dando cuenta de un uso connotativo del lenguaje. Junto a cada dispositivo, se diseñaron cartillas explicativas para el profesorado que, además de ser una guía orientadora para el desarrollo de la clase, aportan a la formación de los y las docentes en una temática específica. Por otra parte, es destacable el sistema de guardado producido, ya que facilita el uso, la disponibilidad y traslado de los materiales, como así también su conservación a futuro. Esta etapa del proyecto se realizó trabajando colaborativamente con profesionales en los campos del diseño gráfico y del diseño industrial, como así también se recurrió a la colaboración de especialistas en comunicación de contenidos.

Una vez materializadas las propuestas, se realizó el contacto con diferentes instituciones educativas de Santa Fe y zona de influencia, entre ellas la Escuela N° 391 'Agustín Zapata Gollán', la Escuela N° 6 'Mariano Moreno' y la Escuela N° 137 'José de Aménabar'. Es deseable destacar que, una vez entregado el material en los establecimientos, se realizaron capacitaciones docentes para la implementación de secuencias didácticas que involucren el desarrollo de AES mediadas por estos dispositivos. Esta etapa se encuentra actualmente en ejecución y permitirá la validación o posible modificación de los materiales entregados, cumpliendo de este modo las etapas sugeridas en la IBD.

### Resultados obtenidos

Los dispositivos diseñados, junto con sus cartillas orientadoras, se idearon en torno a tres ejes temáticos que articulan los contenidos estructurantes de Ciencias Naturales para el primer y segundo ciclo de la Escuela Primaria (niños y niñas entre 6 y 12 años de edad), según lo establecido por el Ministerio de Educación de la República Argentina a través de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. Estos ejes son los siguientes: 'Los materiales y sus cambios', 'Los seres vivos y sus adaptaciones', y 'El cuidado de la salud y el ambiente'.

El dispositivo 'Inflador químico' permite trabajar contenidos relacionados a los cambios químicos que se producen en las sustancias, las reacciones químicas, los estados de agregación de la materia y sus propiedades, todos ellos pertenecientes al eje 'Los materiales y sus cambios'.

Con esta AES se explica que cuando una sustancia química como el bicarbonato de sodio entra en contacto con una solución ácida de jugo de naranja, se produce una reacción química en la que se genera un gas llamado dióxido de carbono, cuya fórmula química es  $\text{CO}_2$ . La producción de este gas permite que el globo del dispositivo diseñado se infle (Figura 1). Por otra parte, en esta reacción también se obtienen agua y otro compuesto, denominado citrato de sodio de sodio, que quedan en la solución, dentro del Erlenmeyer utilizado.

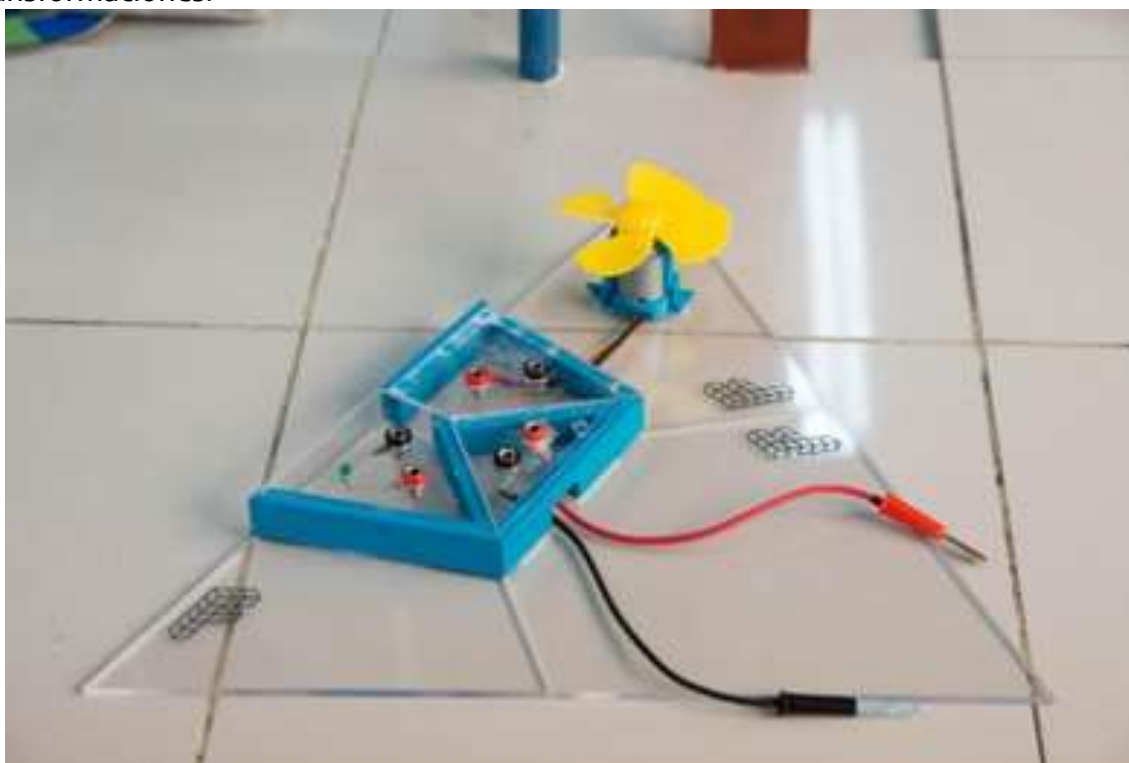
**Figura 1** - Dispositivo 'Inflador químico', diseñado para el abordaje de contenidos asociados a los cambios químicos que se producen en las sustancias.



Fuente: elaboración propia (2022).

El dispositivo 'Todo se transforma', vinculado al mismo eje del apartado anterior, está compuesto por un tablero eléctrico, asociado a una hélice y a un foco led, y tiene por objetivo experimentar con diferentes fuentes de energía y comprobar las transformaciones de la misma mediante diferentes elementos que el mismo contiene (Figura 2).

**Figura 2** - Tablero diseñado para trabajar contenidos relacionados a la energía y sus transformaciones.

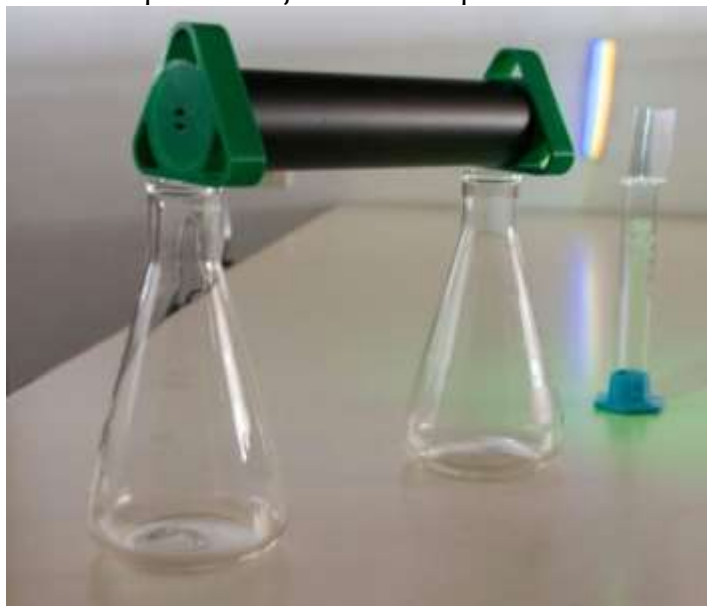


Fuente: elaboración propia (2022)

A modo de ejemplo, la pila es una fuente de energía química y cuando ésta se conecta a los cables para que circule la electricidad, se produce una transformación de energía química a energía eléctrica. Posteriormente, éste último tipo de energía puede transformarse en energía lumínica si se conecta a una fuente led, o en energía mecánica si se conecta a un motor para hacerlo girar. El limón también se puede transformar en una fuente de energía al hacer reaccionar el ácido cítrico que contiene en su interior con distintos metales, como el zinc o el cobre. Un fluido en movimiento, como el aire o el agua, también son fuentes de energía, y pueden generar energía mecánica al pasar por una hélice y hacerla girar, que a su vez se puede transformar en energía eléctrica a través de un motor.

La descomposición de la luz puede visualizarse mediante el dispositivo ‘Arco iris con linterna’ diseñado para este proyecto. El prisma de Newton (Figura 3) y la luz como onda electromagnética son los contenidos trabajados en esta AES, también enmarcada dentro del eje ‘Los materiales y sus cambios’.

**Figura 3** - Prisma de Newton para trabajar la descomposición de la luz blanca.



**Fuente:** elaboración propia (2022)

La luz es una onda electromagnética, al igual que las ondas de radio, las ondas de comunicación de los teléfonos celulares, el horno microondas, entre otros ejemplos. Todas estas ondas se diferencian entre sí porque cada una tiene una frecuencia distinta a las demás. El ojo humano tiene la capacidad de percibir ondas electromagnéticas de determinada frecuencia, que es la luz que vemos. El rango de frecuencias que podemos ver se denomina 'espectro visible' y está compuesto por los colores rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul y violeta. La luz blanca, a su vez, es la superposición de todos estos colores. En esta AES propuesta, se puede observar cómo la luz blanca se descompone en los colores restantes cuando pasa a través de un prisma de vidrio, por la ocurrencia de un fenómeno conocido como refracción.

El dispositivo '¿Hacia dónde van?' se utiliza para comprobar taxismos en animales invertebrados y permite trabajar contenidos pertenecientes al eje 'Los seres vivos y sus adaptaciones' (Figura 4). El taxismo es el movimiento o desplazamiento orientado de un organismo como respuesta a un estímulo. Este puede ser 'negativo', cuando el ser vivo se aleja de la fuente del estímulo, o 'positivo', cuando ocurre lo contrario. En el caso de los animales que pueden utilizarse en esta AES, como por ejemplo las lombrices o 'bichos bolita', se comprueba un taxismo negativo hacia la luz, ya que la mayoría de ellas se moverán hacia los cuadrados negros del damero.

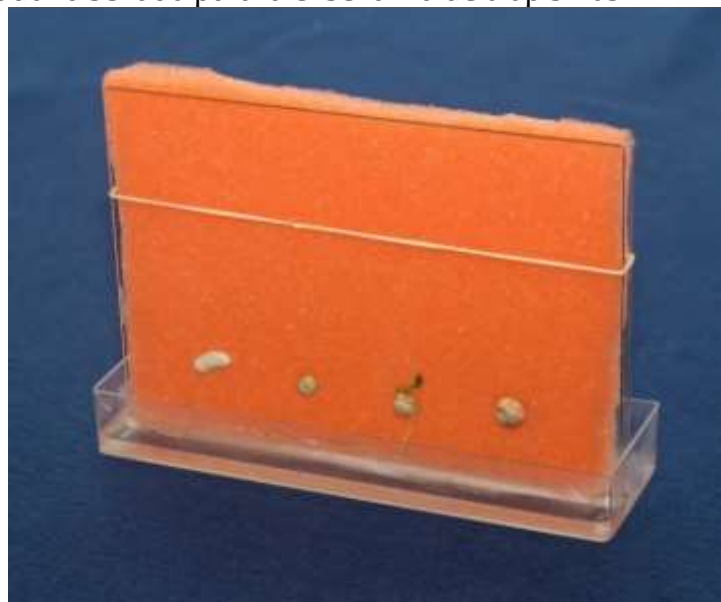
**Figura 4** - Tablero para trabajar AES asociadas a taxismos en animales.



Fuente: elaboración propia (2022)

Un germinador (Figura 5) es otro de los dispositivos diseñados y que se denomina ‘Crece crecerá’. Esta AES, pensada para el estudio de contenidos pertenecientes al eje relacionado a los seres vivos, permitirá enseñar el concepto de tropismo aplicado al crecimiento de seres vivos vegetales.

**Figura 5** - Germinador diseñado para la enseñanza de tropismos.



Fuente: elaboración propia (2022)



La germinación es un proceso por el cual un embrión se desarrolla para formar una planta, y esto ocurre cuando la semilla encuentra las condiciones óptimas de luz, humedad, oxígeno y temperatura. Al crecer el embrión, rompe la cubierta de la semilla y comienza a emerger la radícula, que luego dará origen a la raíz que crecerá en dirección a la tierra (fototropismo negativo). Por el contrario, el tallo y las hojas que crecerán a continuación, lo harán hacia arriba (fototropismo positivo), buscando la luz del sol.

El reconocimiento de la existencia de seres vivos que pueden afectar nuestra salud, y que muchas veces son imperceptibles a nuestros ojos, puede realizarse utilizando materiales de la vida cotidiana que puedan sufrir descomposición. Estos contenidos pertenecen al último eje 'El cuidado de la salud y el ambiente' y para su estudio se diseñó el dispositivo 'A lavarse las manos'

Las superficies con las que tenemos contacto cotidianamente alojan un gran número de hongos, bacterias y otros seres vivos que pueden afectar nuestra salud. A modo de ejemplo, los trozos de frutas que pueden ser tocados con las manos sucias contendrán muchos de estos microorganismos, mientras que, si la manipulación se realiza en condiciones asépticas, la presencia de estos seres vivos será considerablemente menor. Esta diferencia es la que se intenta evidenciar con esta AES: con el transcurrir de los días, en las muestras manipuladas con las manos sucias, depositadas en los dispositivos aquí diseñados, aparecerán colonias de hongos y bacterias que darán un aspecto desagradable a las muestras (Figura 6), mientras que en las demás, este fenómeno no ocurrirá o se manifestará en menor medida.

**Figura 6** - Proliferación de hongos y bacterias en muestras manipuladas en condiciones no asépticas.



Fuente: elaboración propia (2022)

## Conclusiones

Según se cita en los documentos ministeriales de la Provincia de Santa Fe (Argentina), la inclusión socio-educativa, la escuela como institución social y la calidad educativa, son los tres pilares de la política educativa gubernamental. En relación al último punto, estamos convencidos que enseñar a pensar científicamente posibilita a los niños y las niñas a acceder a modos de razonamiento basados en la evidencia. Esto permite flexibilidad en el pensamiento y fundamentalmente, promueve en ellos el deseo y la curiosidad para seguir aprendiendo. Por otra parte, y con la intención de fortalecer lo anterior, el profesorado debe presentar el material de las diferentes disciplinas de forma clara y visibilizando la interrelación existente entre los diferentes contenidos. Para ello, debe recurrir a diversas estrategias de enseñanza que estimulen el desarrollo de habilidades cognitivas para la resolución eficaz de problemáticas variadas. Una alternativa conveniente es partir de una situación real o creada por los y las docentes, que necesariamente debe ser vivenciada por el alumnado, para luego fomentar discusiones en pequeños grupos de trabajo que permitirán responder interrogantes que pudieran surgir en relación a un determinado fenómeno.

Los dispositivos didácticos pretenden hacer más eficiente la tarea docente, reduciendo tiempos de planificación y facilitando el abordaje de contenidos que, en general, resultan difíciles por falta de recursos elaborados para tal fin. A su vez, el material didáctico aporta a la formación del docente en temáticas específicas, adquiriendo mayor seguridad para desarrollar la clase. Sin embargo, la realidad demuestra que los materiales que actualmente se utilizan en las aulas para la realización de las actividades, suelen ser provistos por los progenitores o por el profesorado, y no suelen ser pensados y diseñados con un fin educativo. Por otra parte carecen de características lúdicas y de atractivo visual, y pueden presentar potenciales riesgos al no estar concebidos para el trabajo específico en el nivel.

El conjunto de actividades aquí presentadas intenta abarcar los contenidos disciplinares que más se enseñan en el área de las Ciencias Naturales para el Nivel Primario, convirtiendo la enseñanza y el aprendizaje de los mismos en una tarea agradable y

gratificante. Desde el equipo de investigación, y luego de una futura evaluación de los resultados, se espera que la implementación de estos dispositivos como parte de una secuencia didáctica, sean de utilidad para estudiantes y docentes, como así también brinden al equipo de investigadores nuevos conocimientos didáctico-pedagógicos para la mejora continua de la enseñanza de las Ciencias Experimentales.

## Referencias

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias**, v.1, n.1, p.3-16, 2004.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. **Pensamiento educativo**, v.30, n.1, p.15-34, 2002.

ADURIZ BRAVO, A.; MEINARDI, E. Dos debates actuales en la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, n.14, p.69-85, 2000.

AGUILERA, D.; ORTÍZ REVILLA, J. STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review. **Education Sciences**, v.11, n.7, 2021.

ARAYA RAMÍREZ, J. El uso de la secuencia didáctica en la Educación Superior. **Educación**, v.38, n.1, p.69-84, 2014.

ASTOLFI, J. P. Desarrollar un currículum multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.16, n.3, p.375-38, 1998.

AUSÍN, V. et al. Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. **Formación universitaria**, v.9, n.3, p.31-38, 2016.

DE BENITO CROSETTI, B.; SALINAS IBÁÑEZ, J. M. La investigación basada en diseño en tecnología educativa. **Revista interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa**, n.0, p.44-59, 2016.

BUDINI, N. et al. Perceptions of students after implementing peer instruction in an introductory physics course. **Smart Learning Environments**, n.1, p.6-20, 2019.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1997.

COLL, C.; MAURI MAJÓS, M. T.; ONRUBIA GOÑI, J. Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. **Revista electrónica de Investigación Educativa**, v.10, n.1, p.1-18, 2008.

COLL, C.; ONRUBIA GOÑI, J.; MAURI MAJÓS, M. T. Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. **Anuario de Psicología**, v.38, n.3, p.377-400, 2007.

DÍAZ BARRIGA ARCEO, F.; HERNÁNDEZ ROJAS, G. **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo**. Una interpretación constructivista. México DF: McGraw Hill, 1999.

DÍAZ BARRIGA, A. **Guía para la elaboración de una secuencia didáctica**. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

FABRO, A.P. Desafíos actuales de la educación: navegando entre la incertidumbre y las certezas. **Aula universitaria**, n.19, 2018.

GALAGOVSKY, L.R. La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? **Química viva**, v.4, n.1, p.8-22, 2005.

GARCÍA CARTAGENA, Y.; REYES GONZÁLEZ, D.; BURGOS OVIEDO, F. Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. **Diálogos Educativos**, v.18, n.33, p.37-48, 2017.

GIMENO SACRISTÁN, J. **Saberes e incertidumbres sobre el currículum**. Madrid: Morata. 2010.

GODTSFRIEDT, J. Design de jogos para exergames orientados para educação. **Cenas Educacionais**, v.4, p.e11170, 2021.

GORDILLO, M. M.; GONZÁLEZ GALBARTE, J. C. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista iberoamericana de Educación**, v.28, p.17-59, 2002.

GRECA, I. M.; ORTÍZ REVILLA, J.; ARRIASSECQ, I. Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.18, n.1, 2021.

GRISOLÍA CARDONA, M. La interdisciplinariedad en la enseñanza de las Ciencias. **Ciência & Educação**, v.1, p.1-11, 2008.

GUISASOLA, J.; AMETLLER, J.; ZUZA, K. Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en enseñanza de las Ciencias. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias**, v.18, n.1, 2021.

GUISASOLA, J.; ZUZA, K.; SAGASTIBELTZA, M. Una propuesta de diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física: el caso de las leyes de Newton. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.31, n.2, p.57-69, 2019.

HERRERA, S.; DISCA, A.; MARTÍN, R. Potencialidades de la enseñanza en las Ciencias Naturales desde un abordaje interdisciplinario en el contexto de pandemia. **Revista de Educación en Biología**, v.25, n.1, p.58-72, 2022.

IZQUIERDO, M. Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, n.extra, p.3-4, 1999.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.1, p.45-59, 1999.

LEAL, T. L. M. de C.; RÊGO, B. M. N. do; SILVA, V. N. Determinação das preferências de aprendizagem dos alunos de engenharia de uma instituição de ensino de superior do sudoeste baiano como base para novas estratégias de ensino. **Cenas Educacionais**, v.2, n.2, p.214-225, 2019.

DE LONGHI, A. L. Propuestas para un proceso de formación continua de docentes innovadores en educación en ciencias. En: de LONGHI, AL (Org.), **Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela**. Córdoba: Universitat. 2005. p.8-19.

LION, C.; MAGGIO, M. Desafíos para la enseñanza universitaria en los escenarios digitales contemporáneos. Aportes desde la investigación. **Cuadernos de investigación educativa**, v.10, n.1, p.13-25, 2019.

LORENZO, M. G. Los contenidos de Ciencias Naturales en la enseñanza universitaria: especificidad, abstracción y orientación profesional. **Aula universitaria**, n.19, 2018.

MAGGIO, M. Las prácticas de la enseñanza universitarias en la pandemia: de la conmoción a la mutación. **Campus virtuales**, v.9, n.2, p.113-122, 2020.

MAGGIO, M. **Educación en pandemia**. Buenos Aires: Paidós, 2021.

MAIZTEGUI, A. et al. Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. **Revista iberoamericana de Educación**, n.28, p.129-155, 2002.

MALDONADO VERA, G. A.; VEGA, G. E. A. E. Actitud de los estudiantes universitarios ante la plataforma Moodle. **Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación**, n.47, p.105-117, 2015.

MANNI, D. et al. Enseñanza de ANOVA a través de un proyecto de investigación. **Cenas Educacionais**, v.3, p.e8619, 2020.

MARINO, L. A. et al. El equilibrio químico: su enseñanza desde la pedagogía de la comprensión. **P.P.D.Q. Boletín**, n.62, 2021.

MARTÍNEZ JIMENEZ, G.; ZARDÓN MOLERO, O.; RODRÍGUEZ BETANCOURT, L. Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de la Química II en Ingeniería en Procesos Agroindustriales. **Didasc@lia: Didáctica y Educación**, v.13, n.3, p.163-177, 2022.

MEMBIELA IGLESIA, P. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v.15, n.1, p.51-57, 1997.

MONEREO, C.; POZO, J. I.; CASTELLÓ, M. La enseñanza de estrategias de aprendizaje en el contexto escolar. En: COLL, C; PALACIOS, J; MARCHESI, A. (Org.), **Psicología de la educación escolar**. Madrid: Alianza, 2001. p.211-258.

OCHOA, L. A. et al. **La indagación como estrategia para la educación STEAM**. Guía práctica. Columbia: Organización de Estados Americanos, 2018.

ORTÍZ REVILLA, J.; SANZ CAMARERO, R.; GRECA, I. M. Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. **Revista iberoamericana de Educación**, v.87, n.2, p.13-33, 2021.

PORRO, S.; RONCAGLIA, D. I. La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones. **Indagatio Didactica**, v.8, n.1, p.61-73, 2016.

RAMS SÁNCHEZ, S.; DE PERALTA, M. S. P.; ODETTI, H. Análisis de opiniones de estudiantes universitarios sobre proyectos de educación ambiental: un estudio de caso a través del método documental. **Cenas Educativas**, v.6, p.e14820, 2023.

REVERDITO, A. M.; LORENZO, M. G. Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. **Educación en la Química**, v.13, n.2, p.108-121, 2007.

ROMERO ARIZA, M. Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. **Magis, Revista internacional de Investigación en Educación**, v.7, n.14, p.159-176, 2014.

ROSELLI, N. D. El aprendizaje colaborativo: bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. **Propósitos y Representaciones**, v.4, n.1, p.219-280, 2016.

RUDI, J. M. et al. Desarrollo y validación de una aplicación tecnológica para la enseñanza de la nomenclatura orgánica desde una perspectiva CTS. **Indagatio Didactica**, v.12, n.4, p.141-156, 2020.

SÁEZ LÓPEZ, J. M.; ROMÁN GONZÁLEZ, M.; VÁZQUEZ CANO, E. Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: a two year case study using “Scratch” in five schools. **Computers & Education**, v.97, p.129-41, 2016.

SANMARTÍ, N. El diseño de unidades didácticas. En: PERALES PALACIOS, F. J.; CAÑAL DE LEÓN, P. (Org.), **Didáctica de las ciencias experimentales**. Madrid: Alcoa, 2001. p.239-266.

SPIEGEL, A. **Ni tan genios ni tan idiotas**. Tecnologías: qué enseñar a las nuevas generaciones (que no sepan). Rosario: Homo Sapiens, 2013.

VALVERDE BERROCOSO, J. La investigación en Tecnología Educativa y las nuevas ecologías del aprendizaje: Design-Based Research (DBR) como enfoque metodológico. **Revista interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa**, n.0, p.60-73, 2016.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A. Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.2, 2005.

VERGE, M. B.; MON, F. E. Robótica y pensamiento computacional en el aula de Infantil: diseño y desarrollo de una intervención educativa. **Quaderns digitals**, n.88, p.74-89, 2019.

WANG, S. K. et al. Professional development to enhance teachers' practices in using information and communication technologies (ICTs) as cognitive tools: lessons learned from a design-based research study. **Computers & Education**, v.79, p.101-115, 2014.

ZABALZA, M. A. Estrategias didácticas orientadas al aprendizaje. **Revista española de Pedagogía**, v.58, n.217, p.459-490, 2000.

ZAMORANO ESCALONA, T.; GARCÍA CARTAGENA, Y.; REYES GONZÁLEZ, D. Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. **Contextos: estudios de Humanidades y Ciencias Sociales**, n.41, 2018.