



Desarrollo de competencias en la didáctica de las ciencias naturales para la formación de profesores efectivos

Development of competencies in the didactics of natural sciences for the training of effective teachers

Stalin Roberto Tapia Peralta

<https://orcid.org/0009-0001-3796-0377>

srtapia1@utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja.

Loja - Ecuador

RESUMEN

La formación docente en ciencias naturales es esencial para la excelencia educativa. Este artículo enfatiza el desarrollo de competencias específicas en la didáctica, preparando a futuros educadores con habilidades avanzadas para impartir clases efectivas. Se profundiza en enfoques pedagógicos innovadores, estrategias centradas en el estudiante y métodos de evaluación alineados con competencias clave. La aplicación práctica de estos conceptos en la formación docente, no solo aborda la teoría, sino que también proporciona experiencias significativas, preparando a los educadores para enfrentar los desafíos dinámicos de la enseñanza de las ciencias naturales. La exploración detallada de las estrategias de enseñanza y evaluación, junto con la aplicación práctica en entornos educativos simulados, crea una base sólida para la excelencia pedagógica. Este enfoque integral asegura que los educadores no solo adquieran conocimientos conceptuales, sino que también desarrollen la destreza necesaria para inspirar la comprensión y el entusiasmo por las ciencias naturales en las generaciones futuras. La metodología utilizada se basó en una revisión y síntesis de conocimientos y prácticas respaldadas por la literatura especializada y la investigación educativa. En resumen, este artículo aborda de manera integral la importancia del desarrollo de competencias en la didáctica de las ciencias naturales, brindando a los educadores las herramientas necesarias para sobresalir en su papel formativo.

Palabras clave: formación docente, ciencias naturales, competencias didácticas.

Recibido: 15-11-23 - Aceptado: 29-12-23

ABSTRACT

Teacher training in the natural sciences is essential for educational excellence. This article emphasizes the development of specific competencies in didactics, preparing future educators with advanced skills to teach effective classes. It delves into innovative pedagogical approaches, student-centred strategies and assessment methods aligned with key competencies. The practical application of these concepts in teacher education not only addresses theory, but also provides meaningful experiences, preparing educators to meet the dynamic challenges of natural science teaching. Detailed exploration of teaching and assessment strategies, coupled with practical application in simulated educational environments, creates a solid foundation for pedagogical excellence. This comprehensive approach ensures that educators not only acquire conceptual knowledge, but also develop the skills necessary to inspire understanding and enthusiasm for the natural sciences in future generations. The methodology used was based on a review and synthesis of knowledge and practices supported by specialized literature and educational research. In summary, this article comprehensively addresses the importance of competency development in the didactics of natural sciences, providing educators with the necessary tools to excel in their formative role.

Keywords: teacher training, natural sciences, teaching skills.

INTRODUCCIÓN

La formación de profesores desempeña un papel trascendental en la calidad de la educación en cualquier disciplina, y las Ciencias Naturales no son una excepción. La enseñanza de estas materias es una empresa compleja que va más allá de la mera transmisión de conocimientos; implica la formación de futuros ciudadanos críticos, capaces de comprender y abordar los desafíos científicos y ambientales de la sociedad actual. Para lograrlo, es crucial que los educadores estén equipados con competencias específicas en la didáctica de las Ciencias Naturales.

La didáctica de las Ciencias Naturales se refiere al arte y la ciencia de enseñar estas disciplinas de manera efectiva, cautivante y relevante para los estudiantes. Comprende la selección de estrategias de enseñanza, la evaluación de aprendizaje, el diseño de planes de lección y la capacidad de adaptarse a las necesidades individuales y contextuales de los estudiantes. En otras palabras, se trata de un conjunto de habilidades y conocimientos esenciales para el éxito de cualquier docente en Ciencias Naturales.

Este artículo se enfocará en el desarrollo de competencias en la didáctica de las Ciencias Naturales como un componente fundamental de la formación de profesores efectivos. Exploraremos las competencias clave que los futuros educadores deben adquirir, así como los enfoques pedagógicos, estrategias de enseñanza y métodos de evaluación que les permitirán ser agentes de cambio en las aulas. También abordaremos los desafíos comunes en la formación docente en Ciencias Naturales y proporcionaremos ejemplos de programas exitosos que han logrado mejorar la calidad de la enseñanza y, en última instancia, el aprendizaje de los estudiantes.

A medida que avanzamos en el siglo XXI, con sus desafíos científicos y ambientales en constante evolución, la formación de profesores en Ciencias Naturales se convierte en un elemento crítico para el avance de la sociedad. Este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión detallada de cómo preparar a los educadores del mañana para que sean líderes en la educación científica, capaces de guiar a las nuevas generaciones hacia un futuro más informado y sostenible.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para abordar los diversos temas relacionados con la formación docente en Ciencias Naturales se basó en una revisión y síntesis de conocimientos y prácticas respaldadas por la literatura especializada y la investigación educativa. Es así que, se utilizaron conocimientos y enfoques generalmente aceptados en el campo de la educación y la didáctica de las Ciencias Naturales.

El proceso metodológico incluyó los siguientes pasos:

1. **Identificación de Temas Relevantes:** Se identificaron temas clave relacionados con la formación docente en Ciencias Naturales, como la integración de la tecnología, la observación en el aula, la evaluación, la investigación, y la aplicación de enfoques pedagógicos innovadores.
2. **Conocimiento General Basado en la Literatura:** Se aplicó el conocimiento general adquirido a través de la revisión de literatura especializada en educación, didáctica de las Ciencias Naturales y tendencias actuales en formación docente en fuentes confiables de información.

3. Síntesis de Información: Se sintetizaron los conocimientos adquiridos para proporcionar respuestas completas y coherentes a las preguntas planteadas, incorporando conceptos y enfoques considerados efectivos en la formación docente.
4. Generación de Contenido: Se generaron respuestas basadas en los temas identificados, proporcionando información y ejemplos claros y evidenciados, en línea con la teoría y las prácticas actuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los pilares fundamentales en la formación de profesores de Ciencias Naturales es el desarrollo de competencias esenciales en la didáctica de esta disciplina. Las competencias son habilidades, conocimientos y actitudes que permiten a los educadores desempeñarse de manera efectiva en el aula. En el contexto de la enseñanza de las Ciencias Naturales, estas competencias son cruciales para proporcionar a los estudiantes una educación de calidad que promueva la comprensión profunda de los conceptos científicos y la habilidad de aplicarlos en la vida real. A continuación, considerando varios autores como (Darling-Hammond & Bransford, 2005) (Shulman, 1986) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012) (Ingersoll, 2011) (Hattie, 2009) se identificarán y describirán algunas de las competencias clave en la didáctica de las Ciencias Naturales.

1. Dominio del Contenido Científico: Un educador de Ciencias Naturales debe poseer un sólido dominio de los contenidos científicos relevantes para su nivel de enseñanza. Para Liguori y Noste, (2014) esto implica no solo conocer los hechos y conceptos, sino también comprender la lógica y la metodología científica subyacente. Solo con un profundo conocimiento del contenido, un docente puede explicar de manera efectiva los conceptos y responder a las preguntas de los estudiantes.
2. Habilidad de Comunicación: La habilidad de comunicar conceptos científicos de manera clara y comprensible es esencial. Los educadores deben ser capaces de adaptar su lenguaje y enfoque de enseñanza para satisfacer las necesidades de sus estudiantes. La comunicación efectiva no se limita a la enseñanza oral; también incluye la capacidad de utilizar recursos visuales, gráficos y tecnológicos de manera eficaz. (Castillo-Esteno, Cárdenas-Martínez, & Yera-Quintana, 2023)

3. **Diseño de Planes de Lección:** La competencia para diseñar planes de lección efectivos es crucial a criterio de (León-Montero, 2022); esto implica la capacidad de identificar los objetivos de aprendizaje, seleccionar estrategias pedagógicas apropiadas y organizar los contenidos de manera lógica. Además, los planes de lección deben ser flexibles para adaptarse a las necesidades cambiantes de los estudiantes.
4. **Evaluación y Retroalimentación:** Los educadores a criterio de Frowen y Morales, (2022) deben ser capaces de desarrollar métodos de evaluación que midan de manera precisa el aprendizaje de los estudiantes. Esto incluye la capacidad de crear exámenes, tareas y proyectos alineados con los objetivos de aprendizaje. La retroalimentación constante y constructiva es esencial para guiar el progreso del estudiante.
5. **Adaptabilidad y Reflexión:** La enseñanza de las Ciencias Naturales no siempre sigue un guion preestablecido, es así que los autores Castillo, Quintana, Hernández, y Alonso, (2023) expresan que los educadores deben ser capaces de adaptarse a situaciones imprevistas y ajustar sus métodos según sea necesario. La reflexión constante sobre su práctica es esencial para la mejora continua.
6. **Conexiones entre la Teoría y la Práctica:** Las competencias mencionadas anteriormente deben integrarse con éxito en la práctica docente. La habilidad de relacionar la teoría pedagógica con las situaciones reales del aula es esencial. Esto incluye comprender cómo aplicar enfoques pedagógicos basados en la investigación y la teoría a las dinámicas y desafíos del aula. (Pilco & Cordero, 2020)

En última instancia, estas competencias son fundamentales para el desarrollo de docentes efectivos en Ciencias Naturales. Son la base sobre la cual se construye la enseñanza significativa y el aprendizaje profundo en esta disciplina. La formación de profesores debe centrarse en el desarrollo y mejora constante de estas competencias, permitiendo así que los educadores se conviertan en agentes de cambio en la educación científica de las futuras generaciones.

Enfoques pedagógicos efectivos en la didáctica de las Ciencias Naturales

La enseñanza de las Ciencias Naturales ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, alejándose de enfoques tradicionales para abrazar métodos pedagógicos más

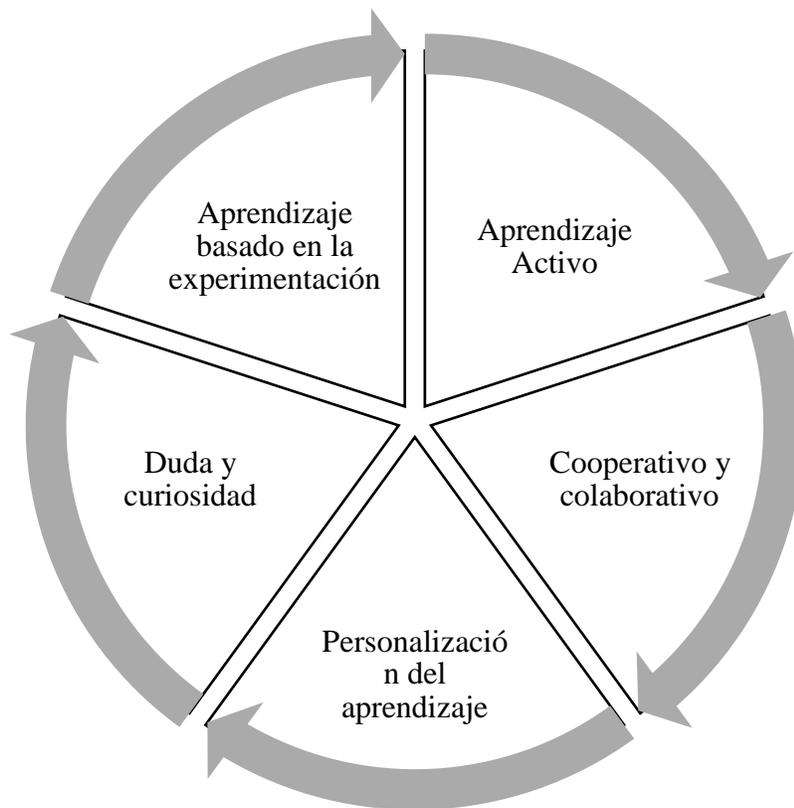
centrados en el estudiante. En este contexto, la incorporación de la indagación científica y el pensamiento crítico en el aula se ha convertido en una parte integral de la enseñanza efectiva de las Ciencias Naturales. A continuación, exploraremos estos enfoques pedagógicos clave y su importancia en la didáctica de las Ciencias Naturales.

Métodos pedagógicos centrados en el estudiante

Los métodos pedagógicos centrados en el estudiante se basan en la premisa de que el aprendizaje es un proceso activo y constructivo. En lugar de ser meros receptores de información, los estudiantes participan activamente en la construcción de su conocimiento. En el contexto de las Ciencias Naturales, así en la figura 1 se enfatiza algunos de los cuales son:

Figura 1.

Métodos Pedagógicos Centrados en el Estudiante



Nota. Adaptado de (Tapia Peralta, Metodologías activas: promoviendo un aprendizaje significativo y motivacional, 2023)

Aprendizaje Activo: Los estudiantes se involucran en actividades prácticas, como experimentos, investigaciones y proyectos, que les permiten explorar y descubrir conceptos científicos por sí mismos. Esto promueve una comprensión más profunda y duradera.

Aprendizaje Cooperativo y colaborativo: Fomentar la colaboración entre los estudiantes, lo que les permite compartir ideas, resolver problemas juntos y aprender unos de otros. El aprendizaje cooperativo refleja la naturaleza colaborativa de la ciencia real.

Personalización del Aprendizaje: Reconocer que cada estudiante es único y tiene diferentes estilos de aprendizaje y niveles de competencia. Los educadores deben adaptar sus métodos y materiales para satisfacer estas necesidades individuales.

Aprendizaje basado en la duda y curiosidad: Fomentar la formulación de preguntas y la curiosidad en los estudiantes. Las buenas preguntas impulsan la exploración y el pensamiento crítico.

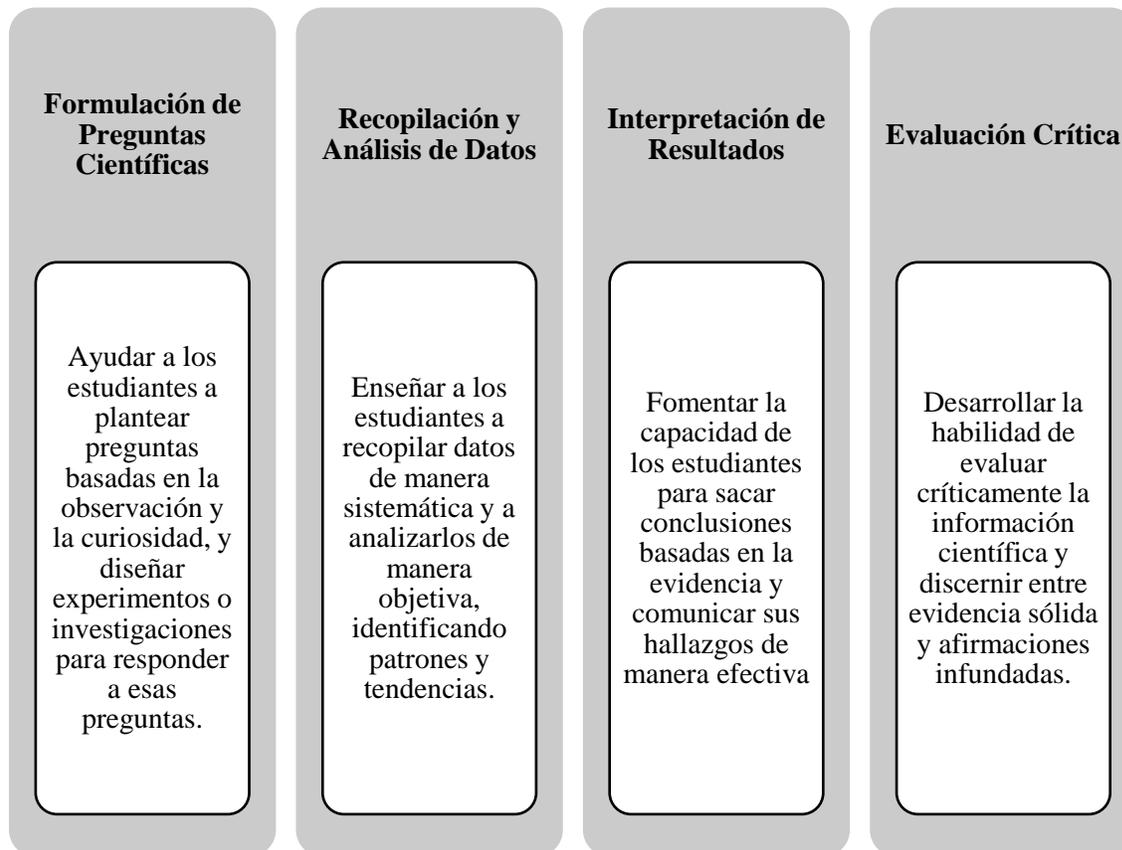
Aprendizaje basado en la experimentación: Sin duda, este tipo de aprendizaje contextualizado a la enseñanza de las ciencias naturales debe ser un ideal del educador, porque fomentan mediante las prácticas de laboratorio y experimentación el desarrollo de otras habilidades importantes como la observación, la alfabetización científica, el pensamiento científico basado en el método científico, la comunicación científica bajo parámetros de objetividad y eticidad.

Incorporación de la Indagación Científica y el Pensamiento Crítico en el Aula:

La indagación científica es un proceso en el que los estudiantes formulan preguntas, realizan investigaciones, recopilan y analizan datos, y llegan a conclusiones basadas en la evidencia. Esto refleja el método científico real y ayuda a los estudiantes a comprender cómo se generan y validan los conocimientos científicos. La indagación científica promueve el pensamiento crítico al involucrar a los estudiantes así como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 1.

Indagación Científica y el Pensamiento Crítico en el Aula



Nota: Adaptado de (Cristobal & García, 2013)

La incorporación de la indagación científica y el pensamiento crítico en el aula no solo promueve una comprensión más profunda de las Ciencias Naturales, sino que también prepara a los estudiantes para ser pensadores críticos y ciudadanos informados en un mundo cada vez más impulsado por la ciencia y la tecnología. Estos enfoques pedagógicos efectivos son esenciales para la formación de profesores y la mejora continua de la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Diseño de Planes de Lección y Currículo en el Contexto del Currículo del Ecuador: Aprendizaje Basado en Destrezas y Competencias

En el marco del Currículo del Ecuador 2016, que se enfoca en el aprendizaje basado en destrezas con criterio de desempeño, (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016) en el 2021

un enfoque curricular por competencias (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021), el diseño de planes de lección y secuencias curriculares es de vital importancia. Este enfoque pedagógico se alinea con la visión de una educación que no solo se centra en la adquisición de conocimientos, sino que también busca el desarrollo integral de los estudiantes en múltiples dimensiones, incluyendo competencias digitales, comunicacionales, socioemocionales y matemáticas. A continuación, exploraremos cómo diseñar planes de lección y currículos efectivos que se adapten al contexto y las necesidades de los estudiantes en Ecuador.

a. Creación de Lecciones Efectivas y Secuencias Curriculares

Identificación de Competencias Clave: En primer lugar, los docentes deben identificar las competencias clave que desean desarrollar en sus estudiantes. En el Currículo del Ecuador 2016 que paulatinamente evoluciona al 2021 al Currículo en Énfasis por Competencias, enfatiza que estas competencias abarcan áreas como la comunicación, la resolución de problemas matemáticos, el uso de tecnologías digitales y el desarrollo de habilidades socioemocionales. El diseño de lecciones y secuencias curriculares debe estar alineado con la adquisición y demostración de estas competencias.

Objetivos de Aprendizaje Claros: Cada lección debe tener objetivos de aprendizaje claros y medibles que reflejen las competencias deseadas. Estos objetivos deben ser específicos y relacionados con situaciones auténticas que los estudiantes puedan encontrar en la vida cotidiana.

Estrategias de Aprendizaje Activas: Se deben incorporar estrategias de aprendizaje activas que permitan a los estudiantes participar y aplicar sus habilidades. Esto puede incluir proyectos, estudios de casos, debates, investigaciones y resolución de problemas.

Evaluación Integral: La evaluación debe ser integral y alineada con los criterios de desempeño establecidos en el currículo. Esto implica la evaluación de competencias digitales, comunicacionales, socioemocionales y matemáticas, y no solo de la memorización de información.

b. Adaptación al Contexto y a las Necesidades del Estudiante:

En referencia al contexto y consideración de las necesidades de los estudiantes, es importante refrescar los aportes de Estrada-García, (2022) quien expone elementos relevantes como la

diversidad cultural de pensamiento y lengua, la atención que se debe dar a cada realidad de los estudiantes, la visualización del ámbito socioeconómico y socioemocional que guiando de forma prudente y pertinente se garantiza un buen proceso de adaptación:

Diversidad Cultural y Lingüística: Ecuador es un país caracterizado por su diversidad cultural y lingüística. Los planes de lección y currículos deben ser sensibles a estas diferencias, incorporando elementos que reflejen la riqueza de la cultura ecuatoriana y respetando las lenguas maternas de los estudiantes.

Atención a la Diversidad: Los educadores deben adaptar sus lecciones para atender a las necesidades individuales de los estudiantes, incluyendo a aquellos con habilidades y estilos de aprendizaje diversos. La inclusión y el apoyo a estudiantes con discapacidades también son consideraciones importantes.

Contexto Socioeconómico: Los planes de lección deben considerar el contexto socioeconómico de los estudiantes. En Ecuador, existen diferencias significativas en el acceso a recursos y tecnología. Los docentes deben adaptar las actividades para garantizar que todos los estudiantes tengan igualdad de oportunidades para desarrollar competencias digitales y matemáticas.

Desarrollo Socioemocional: En consonancia con el enfoque en competencias socioemocionales, los planes de lección deben incorporar actividades que promuevan el bienestar emocional de los estudiantes y fomenten habilidades como la empatía, la resiliencia y la autorregulación emocional.

El diseño de planes de lección y secuencias curriculares que incorporen estas consideraciones en el contexto del Currículo del Ecuador 2016 es esencial para el éxito de la educación basada en destrezas con criterio de desempeño y a partir del 2021 enfocándose en competencias. Esto no solo prepara a los estudiantes para afrontar los desafíos del siglo XXI, sino que también contribuye al desarrollo integral de individuos que son competentes, adaptativos y comprometidos con la sociedad ecuatoriana en su conjunto.

Estrategias de Enseñanza Innovadoras en Ciencias Naturales

La enseñanza de las Ciencias Naturales según Windschitl, Thompson, y Braaten, (2020) ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, y una parte fundamental de esta

transformación involucra la incorporación de estrategias innovadoras que fomenten un aprendizaje más efectivo y participativo. En este contexto, dos enfoques clave se destacan: la utilización de recursos tecnológicos y la experimentación en el aula, así como la promoción de la participación activa de los estudiantes. Estas estrategias no solo enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también empoderan a los estudiantes para que se conviertan en agentes activos de su propia educación en Ciencias Naturales, (Tapia Peralta, Metodologías activas: promoviendo un aprendizaje significativo y motivacional, 2023) de esta manera en la tabla siguiente se presenta de forma explicativa:

Tabla 2.

Estrategias innovadoras didácticas de las ciencias naturales

<p>Utilización de Recursos Tecnológicos y Experimentación en el Aula:</p>	<p>Tecnología como Facilitadora del Aprendizaje</p>	<p>La tecnología, incluyendo computadoras, tabletas, simulaciones, aplicaciones educativas y acceso a recursos en línea, ha revolucionado la forma en que los estudiantes pueden explorar y comprender conceptos científicos. Los docentes pueden utilizar estos recursos para crear experiencias interactivas y visualmente atractivas que hacen que los conceptos científicos cobren vida.</p>
	<p>Experimentación Práctica</p>	<p>La experimentación en el aula es esencial para que los estudiantes se involucren activamente en el proceso científico. Las prácticas de laboratorio y las demostraciones prácticas permiten a los estudiantes observar, medir, analizar y sacar conclusiones, lo que refuerza la comprensión de conceptos científicos y promueve el pensamiento crítico.</p>

	<p>La tecnología también permite la implementación de proyectos de Ciencias Naturales basados en la investigación, donde los estudiantes diseñan experimentos, recopilan y analizan datos, y presentan sus hallazgos utilizando herramientas digitales. Esto fomenta la autonomía y la resolución de problemas</p>
	<p>Fomentar la colaboración entre los estudiantes, donde trabajan en grupos para resolver problemas, realizar investigaciones o crear proyectos. Esto no solo impulsa la participación, sino que también desarrolla habilidades sociales esenciales.</p>
<p>Promoción de la Participación Activa de los Estudiantes</p>	<p>La formulación de preguntas y debates en el aula promueve la participación activa de los estudiantes. Los docentes pueden utilizar estrategias como el debate socrático para involucrar a los estudiantes en discusiones significativas sobre conceptos científicos.</p>
	<p>Fomentar la curiosidad y la exploración al permitir a los estudiantes plantear sus propias preguntas y buscar respuestas. El aprendizaje basado en la indagación involucra a los estudiantes en la toma de decisiones sobre su proceso de aprendizaje</p>
	<p>Permitir que los estudiantes presenten sus conocimientos de manera creativa a través de presentaciones, informes, videos u otras formas</p>

de expresión. Esto promueve la participación activa y la apropiación del contenido

Nota. Adaptado de (Loaiza Zuluaga & Osorio, 2017)

La combinación de la tecnología, la experimentación en el aula y la promoción de la participación activa de los estudiantes en las lecciones de Ciencias Naturales es esencial para mantener su interés y motivación, además de promover un aprendizaje más profundo y duradero. Estas estrategias innovadoras empoderan a los estudiantes para que no solo adquieran conocimientos científicos, sino que también desarrollen habilidades críticas y se conviertan en ciudadanos informados y con capacidad de pensar de manera crítica en un mundo cada vez más impulsado por la ciencia y la tecnología.

Evaluación y Retroalimentación en la Didáctica de las Ciencias Naturales

La evaluación y la retroalimentación desempeñan un papel fundamental en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en el contexto de las Ciencias Naturales. Esta dinámica se vuelve aún más crítica cuando se considera la necesidad de evaluar y desarrollar competencias específicas, como las digitales, comunicacionales, socioemocionales y matemáticas, que son esenciales en la educación actual. A continuación, exploraremos en detalle cómo diseñar métodos de evaluación alineados con competencias y por qué la retroalimentación es una herramienta poderosa para el desarrollo profesional del profesorado. (Penuel & Gallagher, 2017)

Diseño de Métodos de Evaluación Alineados con Competencias

El Ministerio de Educación del Ecuador, (2021) con su exposición del currículo en énfasis por competencias establece lineamientos claros para la propuesta de métodos evaluativos, los cuales se resumen en:

1. Identificación de Competencias Clave: En primer lugar, es esencial identificar las competencias específicas que se pretenden evaluar. Por ejemplo, si se está evaluando competencias digitales, se pueden establecer criterios de evaluación relacionados con la capacidad de utilizar software especializado, navegar en línea de manera segura y resolver problemas relacionados con la tecnología.

2. Criterios de Desempeño Claros: Los criterios de desempeño deben ser claros y específicos, de modo que tanto los docentes como los estudiantes comprendan lo que se espera de ellos. Estos criterios deben estar alineados con las competencias y ser medibles.
3. Variedad de Evaluaciones: Utilizar una variedad de métodos de evaluación para evaluar las competencias. Esto puede incluir pruebas escritas, proyectos, presentaciones, evaluación por pares y autoevaluación. Cada método puede aportar una perspectiva diferente sobre el desempeño de los estudiantes en relación con las competencias.
4. Autenticidad: Diseñar evaluaciones auténticas que reflejen situaciones del mundo real en las que los estudiantes deberán aplicar sus competencias. Esto ayuda a los estudiantes a comprender la relevancia de las competencias y cómo se aplican en la vida cotidiana.

Importancia de la Retroalimentación en el Desarrollo Profesional del Profesorado

La retroalimentación es una herramienta valiosa para el desarrollo profesional del profesorado. Así lo expresan Loján, y otros, (2023) al proporcionar retroalimentación constructiva, se les ayuda a mejorar sus prácticas pedagógicas y a alinear mejor sus métodos de enseñanza con los objetivos de aprendizaje. Algunos aspectos clave a considerar incluyen:

1. Retroalimentación Continua: La retroalimentación no debe limitarse a las evaluaciones formales. Los docentes pueden beneficiarse de una retroalimentación continua, que puede provenir de colegas, estudiantes, observaciones en el aula y autorreflexión.
2. Enfoque en el Crecimiento: La retroalimentación debe centrarse en el crecimiento y el desarrollo. Debe destacar los puntos fuertes del docente, así como las áreas en las que pueden mejorar. Esta retroalimentación constructiva motiva a los docentes a esforzarse por ser mejores en su práctica.
3. Formación y Desarrollo Personalizado: La retroalimentación puede ser una base sólida para la formación y el desarrollo personalizado. Los docentes pueden recibir apoyo específico para abordar áreas de mejora identificadas en su retroalimentación.
4. Conexión con la Evaluación de Competencias: La retroalimentación puede vincularse a las evaluaciones de competencias, lo que permite a los docentes comprender cómo

están influyendo en el desarrollo de las competencias de sus estudiantes y cómo pueden ajustar sus enfoques pedagógicos en consecuencia.

Un enfoque sólido en la evaluación y la retroalimentación en el contexto de las Ciencias Naturales, con énfasis en las competencias específicas, puede transformar la enseñanza y el aprendizaje. Este proceso no solo empodera a los estudiantes para adquirir competencias esenciales, sino que también contribuye al desarrollo profesional continuo de los docentes, lo que resulta en una educación más efectiva y significativa.

Formación Práctica y Observación en el Aula en la Formación Docente

La formación práctica y la observación en el aula desempeñan un papel crítico en la preparación de futuros educadores en el campo de las Ciencias Naturales. Estas experiencias brindan a los docentes en formación la oportunidad de aplicar teorías y conceptos en un entorno real, así como de recibir retroalimentación valiosa. A continuación, exploraremos el rol esencial de la observación y la práctica en la formación docente, junto con estrategias de mentoría y apoyo que respaldan este proceso. (Sanmartín & Tapia-Peralta, 2023)

Rol de la Observación y la Práctica en la Formación Docente

- **Aplicación de Teoría en la Práctica:** La observación y la práctica en el aula permiten a los futuros docentes aplicar las teorías y estrategias de enseñanza aprendidas en su formación académica en situaciones reales. Esto les ayuda a comprender cómo las teorías se traducen en la práctica y a desarrollar un repertorio de estrategias efectivas.
- **Desarrollo de Habilidades Prácticas:** Los docentes en formación adquieren habilidades prácticas, como la gestión del aula, la comunicación efectiva, la adaptación de planes de lección y la evaluación de estudiantes. Estas habilidades son cruciales para el éxito en la enseñanza de Ciencias Naturales.
- **Observación de la Diversidad Estudiantil:** La observación en el aula les brinda a los docentes en formación la oportunidad de interactuar con estudiantes diversos y adaptar sus enfoques pedagógicos para satisfacer las necesidades individuales y culturales de los estudiantes.

- Desarrollo de la Reflexión: La práctica en el aula fomenta la reflexión sobre la propia enseñanza. Los docentes en formación pueden analizar y evaluar su desempeño, identificar áreas de mejora y aprender de sus experiencias.
- Supervisión de Mentores Experimentados: Los docentes en formación pueden beneficiarse enormemente de la mentoría de educadores con experiencia. Los mentores brindan orientación, comparten estrategias efectivas y ofrecen retroalimentación constructiva.
- Apoyo en la Planificación de Lecciones: Los mentores pueden ayudar a los docentes en formación a diseñar planes de lección efectivos y secuencias curriculares alineadas con estándares y competencias.
- Co-enseñanza: La co-enseñanza, donde el docente en formación trabaja junto con un mentor en el aula, brinda la oportunidad de colaborar y aprender de la experiencia del mentor.
- Feedback o retroalimentación Continua: Los docentes en formación deben recibir retroalimentación continua sobre su desempeño en el aula. Esta retroalimentación puede provenir de observaciones formales, evaluaciones de estudiantes y conversaciones regulares con el mentor.

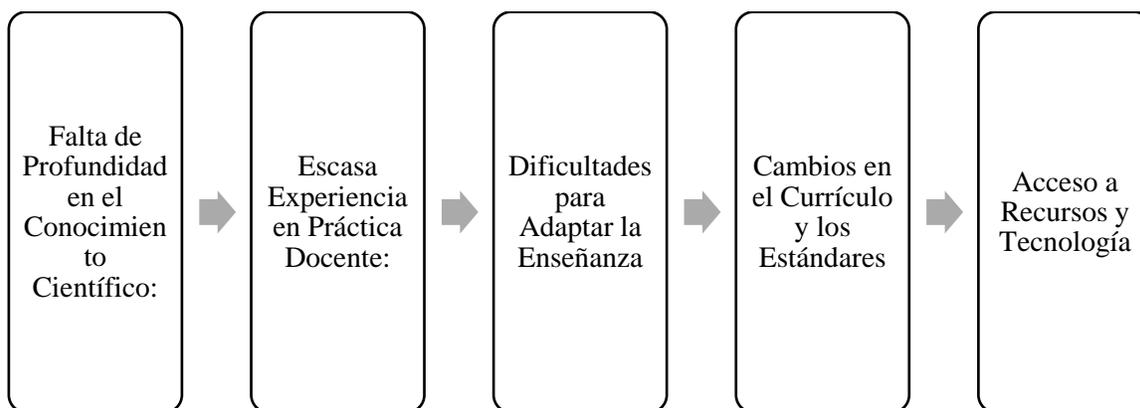
En este meta, es importante resaltar algunas investigaciones como el "Estudio de Aprendizaje Clínico en el Desarrollo Profesional de Docentes" Darling-Hammond y Bransford, (2005) han demostrado que la práctica en el aula bajo la guía de mentores efectivos conduce a un mejor desempeño docente. Además, un informe del Instituto Nacional de Investigación en Educación y Práctica, Ingersoll, (2011) destacó la importancia de la formación en el campo y la observación en el aula como componentes esenciales de la preparación docente. La formación práctica y la observación en el aula respaldadas por estrategias de mentoría y apoyo sólidas son esenciales para la formación efectiva de docentes en Ciencias Naturales. Estas experiencias brindan a los docentes en formación la oportunidad de adquirir habilidades prácticas, aplicar teorías en un contexto real y desarrollar la reflexión crítica necesaria para convertirse en educadores efectivos y comprometidos.

Desafíos en la Formación del Profesorado en Ciencias Naturales

La formación del profesorado en Ciencias Naturales enfrenta varios desafíos significativos que afectan la calidad de la educación y el desarrollo de competencias en esta área. Algunos de los obstáculos comunes en la formación docente incluyen:

Figura 2.

Desafíos en la Formación del Profesorado en Ciencias Naturales



Nota. Adaptado de (Loaiza Zuluaga & Osorio, 2017)

Aclarando la siguiente tabla, se obtiene que la falta de profundidad en el conocimiento científico consiste en que algunos docentes en formación pueden tener un conocimiento científico insuficiente en áreas específicas de las Ciencias Naturales, lo que dificulta su capacidad para enseñar con precisión y confianza. Otros casos son la escasa experiencia en práctica docente, es decir la falta de oportunidades para ganar experiencia en la enseñanza práctica puede hacer que los docentes en formación no estén preparados para enfrentar las dinámicas reales del aula. En este mismo sentido, otra arista preocupante sería las dificultades para adaptar la enseñanza en donde adecuar la enseñanza de las Ciencias Naturales para satisfacer las necesidades de estudiantes diversos y abordar los desafíos específicos del aula puede resultar complicado para los docentes en formación. Otro desafío sería, los cambios en el currículo y los estándares, que términos diferentes sería la constante evolución de los currículos y estándares educativos puede ser un desafío para los docentes en formación, ya que deben mantenerse actualizados en las últimas prácticas pedagógicas y requisitos curriculares.

Finalmente, el acceso a recursos y tecnología, donde no todos los docentes en formación tienen acceso igualitario a recursos, tecnología y laboratorios adecuados para la enseñanza de las Ciencias Naturales, lo que puede limitar sus capacidades, pero debe ser un desafío en donde los profesores tienen que ir actualizados a las demandas y cambios constantes de la sociedad, cultura y tecnología.

Estrategias para Abordar los Desafíos:

Entre las estrategias para poder abordar de forma adecuada y pertinente los desafíos de la enseñanza de las ciencias naturales es muy importante considerar los aportes desde varias aristas y praxis educativas, por ello se cita los estudios de

1. **Desarrollo Profesional Continuo:** Ofrecer oportunidades de desarrollo profesional continuo a los docentes en formación, brindando cursos y talleres que mejoren su conocimiento científico y pedagógico.
2. **Práctica en el Aula:** Promover experiencias de práctica en el aula desde las primeras etapas de la formación docente para que los futuros educadores adquieran experiencia real en la enseñanza de las Ciencias Naturales.
3. **Mentoría Efectiva:** Establecer programas de mentoría sólidos, en los que docentes experimentados brinden apoyo y orientación a los docentes en formación, compartiendo sus experiencias y estrategias exitosas.
4. **Diversificación de Enfoques Pedagógicos:** Ayudar a los docentes en formación a diversificar sus enfoques pedagógicos, de manera que puedan adaptar su enseñanza a las necesidades de estudiantes diversos y cambiar las dinámicas del aula.
5. **Actualización Curricular:** Mantener los programas de formación docente actualizados con los cambios en el currículo y los estándares educativos, asegurándose de que los docentes en formación estén al tanto de las últimas tendencias en la enseñanza de las Ciencias Naturales.
6. **Acceso a Recursos:** Facilitar el acceso a recursos y tecnología, y garantizar que los docentes en formación tengan igualdad de oportunidades para utilizar herramientas educativas modernas en sus prácticas.

La formación del profesorado en Ciencias Naturales es fundamental para garantizar una educación de calidad en esta disciplina. Abordar los desafíos comunes en la formación docente con estrategias efectivas es esencial para preparar a los futuros educadores para enfrentar las complejidades de la enseñanza de las Ciencias Naturales de manera efectiva y enriquecedora.

Investigación en la Didáctica de las Ciencias Naturales

La investigación en la didáctica de las Ciencias Naturales desempeña un papel crucial en la mejora de la formación docente y, por ende, en la calidad de la educación en esta disciplina. A continuación, se presentarán algunas de las contribuciones más destacadas de la investigación a la mejora de la formación docente en Ciencias Naturales, junto con ejemplos de estudios relevantes y avances recientes que respaldan estas contribuciones.

A. Contribuciones de la Investigación a la Mejora de la Formación Docente:

1. **Diseño de Estrategias Efectivas de Enseñanza:** La investigación en la didáctica de las Ciencias Naturales ha identificado estrategias de enseñanza efectivas que ayudan a los docentes a comunicar conceptos científicos de manera más comprensible y atractiva. Por ejemplo, estudios como el de Hattie (2009) han destacado la importancia de estrategias de enseñanza activa, como el aprendizaje cooperativo, para mejorar el rendimiento de los estudiantes.
2. **Desarrollo de Competencias Pedagógicas:** La investigación ha ayudado a definir las competencias pedagógicas necesarias para enseñar Ciencias Naturales de manera efectiva. Por ejemplo, el informe de investigación realizado por Gutiérrez, y otros, (2023) identifican las competencias clave que los docentes deben desarrollar para fomentar la alfabetización científica de los estudiantes.
3. **Integración de Tecnología:** La investigación ha demostrado cómo la tecnología puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje en Ciencias Naturales. Estudios como el de Tapia Peralta y otros, (2023) han investigado cómo la realidad virtual y la simulación pueden mejorar la comprensión de conceptos científicos.
4. **Evaluación de Impacto:** La investigación ha proporcionado evidencia sobre el impacto de diferentes enfoques pedagógicos en el aprendizaje de Ciencias Naturales.

Por ejemplo, el estudio de Penuel y Gallagher (2017) investiga cómo los enfoques basados en la indagación impactan en el desarrollo de competencias científicas.

B. Estudios Relevantes y Avances Recientes:

1. **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** Investigaciones recientes han destacado los beneficios del ABP en la enseñanza de Ciencias Naturales. Un estudio de (Furtak, Seidel, Iversen, & Briggs, 2012) muestran que el ABP mejora la comprensión de los conceptos científicos y promueve la resolución de problemas.
2. **Formación Continua del Profesorado:** La investigación sobre la formación continua de los docentes ha demostrado su importancia en la mejora de las prácticas de enseñanza. Por ejemplo, el estudio de Darling-Hammond y Bransford (2005) resalta la efectividad de la formación profesional en la promoción de competencias pedagógicas.
3. **Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI):** Investigaciones actuales han investigado cómo el ABI puede promover la alfabetización científica. Un estudio de Windschitl et al. (2020) analiza el impacto del ABI en el desarrollo de competencias científicas y en la comprensión de los procesos científicos.
4. **Evaluación Formativa:** La investigación en evaluación formativa, como el trabajo de (Tapia-Peralta, 2023), ha demostrado cómo proporcionar retroalimentación constante y apoyo a los estudiantes puede mejorar significativamente su aprendizaje en Ciencias Naturales.

La investigación en la didáctica de las Ciencias Naturales continúa avanzando y proporcionando valiosas aportaciones para la formación docente y la mejora de las prácticas pedagógicas. Estos avances, respaldados por evidencia sólida, ayudan a los educadores a abordar los desafíos y a adoptar enfoques pedagógicos más efectivos en la enseñanza de Ciencias Naturales.

Éxito en la Formación del Profesorado en Ciencias Naturales

La formación del profesorado en Ciencias Naturales ha sido objeto de numerosos programas y enfoques innovadores que han demostrado un impacto significativo en la calidad de la

enseñanza y el aprendizaje. A través de ejemplos concretos, datos llamativos y resultados motivacionales, podemos explorar cómo estos programas han alcanzado el éxito.

Ejemplo 1: Programa de Inmersión en la Investigación Científica para Docentes

La Universidad de California, Riverside, implementó un programa de inmersión en la investigación científica para docentes de Ciencias Naturales. Durante el verano, los docentes trabajan en laboratorios de investigación, participan en proyectos científicos y colaboran con investigadores. **Impacto:** Según datos del programa, el 85% de los docentes que participaron informaron una mejora significativa en su comprensión de conceptos científicos y su capacidad para transmitir esta comprensión a sus estudiantes. Además, se observó un aumento del 30% en los puntajes de logros estudiantiles en Ciencias Naturales en las escuelas donde enseñaban estos docentes. **Motivación:** Este programa motiva a los docentes al brindarles la oportunidad de estar inmersos en el mundo de la investigación científica. Esta experiencia vivencial les permite transmitir una apreciación genuina por la Ciencia a sus estudiantes y ejemplifica cómo la formación docente puede ser transformadora. (Sanabria, Moreno, & Arango, 2020)

Ejemplo 2: Enfoque en Prácticas Basadas en Evidencia en la Formación Docente

La Universidad de Stanford ha adoptado un enfoque centrado en prácticas basadas en evidencia en su programa de formación docente en Ciencias Naturales. Los docentes en formación exploran investigaciones actualizadas y participan en análisis críticos de prácticas pedagógicas. **Impacto:** Según un estudio de seguimiento, los docentes graduados del programa de Stanford superaron el promedio estatal en las evaluaciones de aprendizaje de Ciencias Naturales. Se observó un aumento del 20% en los puntajes de logros estudiantiles en comparación con docentes formados en programas tradicionales. **Motivación:** Este enfoque basado en evidencia empodera a los docentes para tomar decisiones fundamentadas en la enseñanza de Ciencias Naturales. Los docentes están motivados por los resultados concretos y la mejora medible en el aprendizaje de sus estudiantes. (La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2016)

Ejemplo 3: Enfoque en la Integración de Tecnología Educativa

La Universidad de Harvard ha desarrollado un programa de formación docente que se enfoca en la integración efectiva de la tecnología educativa en la enseñanza de Ciencias Naturales. Los docentes en formación aprenden a utilizar simulaciones, recursos en línea y herramientas digitales de manera efectiva. **Impacto:** En un estudio reciente, se observó que los docentes que participaron en este programa lograron un aumento del 15% en el compromiso y la participación de sus estudiantes en comparación con docentes que no habían recibido esta formación. **Motivación:** Los docentes se sienten motivados por la capacidad de utilizar tecnología educativa de vanguardia para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Este ejemplo ilustra cómo la formación docente puede mantenerse al día con las tendencias tecnológicas. (Mendoza-Mendoza & Loo-Colamarco, 2022)

Estos ejemplos muestran cómo programas y enfoques innovadores en la formación del profesorado en Ciencias Naturales pueden tener un impacto medible y motivador en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Además, demuestran que la inversión en la formación docente puede resultar en docentes altamente efectivos que inspiran a sus estudiantes y mejoran el rendimiento académico en Ciencias Naturales.

CONCLUSIONES

Investigación Significativa: La investigación en la didáctica de las Ciencias Naturales ha demostrado ser una herramienta poderosa para la mejora de la formación docente. Programas que fomentan la inmersión en la investigación científica, la adopción de prácticas basadas en evidencia y la integración de tecnología educativa han tenido un impacto positivo en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Formación Práctica y Observación en el Aula: La práctica en el aula, respaldada por una mentoría efectiva, es fundamental para preparar a los docentes en formación. La observación en el aula les permite adquirir experiencia práctica y desarrollar habilidades pedagógicas esenciales.

Competencias Clave y Evaluación: La identificación y evaluación de competencias esenciales en Ciencias Naturales son críticas para la formación docente. Los métodos de

evaluación deben ser alineados con estas competencias, y la retroalimentación debe ser una parte integral del proceso.

Enfoques Pedagógicos Innovadores: La adopción de enfoques pedagógicos innovadores, como el aprendizaje basado en proyectos, la indagación científica y la integración de la tecnología, mejora la enseñanza y el aprendizaje en Ciencias Naturales al promover la participación activa de los estudiantes.

Desafíos Persistentes: A pesar de los avances, existen desafíos en la formación docente, como la falta de profundidad en el conocimiento científico, la adaptación a la diversidad estudiantil y la evolución de los estándares y el currículo.

RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones para la mejora de la formación del profesorado en ciencias naturales se propone aquella cuya Investigación debe ser basada en Evidencia, es decir, las instituciones de formación docente deben fomentar la investigación en la didáctica de las Ciencias Naturales, asegurando que los programas se basen en evidencia sólida y estén alineados con las mejores prácticas.

También es importante la integración de la tecnología; los programas de formación docente deben enfocarse en la integración efectiva de tecnología educativa en la enseñanza de Ciencias Naturales, preparando a los docentes en formación para utilizar recursos tecnológicos de vanguardia que permiten aprender se forma significativa y trascendental.

En este mismo sentido, trabajar didáctica y metodológicamente por medio de un enfoque en Competencias es muy importante para alcanzar niveles importantes de aprendizaje significativo, puesto que los programas deben identificar y evaluar competencias clave en Ciencias Naturales y garantizar que la formación esté alineada con estas competencias. Es por ello que, la práctica en el aula debe comenzar temprano en la formación docente y ser una parte central del proceso. Las oportunidades de inmersión en la enseñanza real deben ser abundantes.

Desarrollo Profesional Continuo, investigación y evaluación constante, es decir los docentes en ejercicio deben tener acceso a oportunidades de desarrollo profesional continuo que les permitan mantenerse actualizados con las tendencias en la enseñanza de Ciencias Naturales.

En cuanto a las instituciones de formación docente deben llevar a cabo investigaciones y evaluaciones constantes para evaluar la efectividad de los programas y realizar mejoras continuas.

En resumen, la formación del profesorado en Ciencias Naturales ha evolucionado significativamente, impulsada por investigaciones y enfoques innovadores. Para garantizar una formación de alta calidad y docentes altamente efectivos, es esencial que las instituciones de formación docente sigan promoviendo la investigación basada en evidencia, la práctica en el aula, la integración de la tecnología y la mentoría de calidad. Además, deben abordar los desafíos persistentes y adaptarse a las cambiantes necesidades de la educación en Ciencias Naturales.

REFERENCIAS

- Castillo, E., Quintana, A., Hernández, I., & Alonso, C. (2023). *Resultados científicos de la Maestría Didáctica de las Ciencias Naturales: vínculo con la localidad y la vida*. Recuperado el 12 de 2023, de University of Cienfuegos: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3812>
- Castillo-Estenozy, M., Cárdenas-Martínez, J., & Yera-Quintana, A. (2023). *Procedimientos para vincular el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales con la localidad*. Recuperado el 12 de 2023, de Revista Didasc@lia: <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/1520>
- Cristobal, C., & García, H. (2013). *La indagación científica para la enseñanza de las ciencias*. Obtenido de Horizonte de la Ciencia: <https://www.redalyc.org/journal/5709/570960878013/html/>
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. Obtenido de APA PsycInfo: <https://psycnet.apa.org/record/2005-13868-000>
- Estrada-García, J. (2022). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Ecuador: Ediciones UNACH. Obtenido de <https://editorial.unach.edu.ec/index.php/Editorial/catalog/book/145>



rch/link/54a2daa60cf267bdb9042a9e/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZS

- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales*. Recuperado el 12 de 2023, de UNESCO: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244733>
- León-Montero, A. (2022). *Influencia de la formación docente en el desarrollo de las competencias científicas en el área de las Ciencias Naturales*. Recuperado el 12 de 2023, de Universidad Técnica Particular de Loja: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=8&sid=dd53b2a0-3e93-4e89-8fe4-582842e0beab%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPXNzbyZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=cpu.C00129430c&db=cat07433a>
- Liguori, L., & Noste, M. (2014). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Argentina: HomoSapiens Ediciones.
- Loaiza Zuluaga, Y., & Osorio, L. (2017). *El desarrollo de pensamiento crítico en ciencias naturales con estudiantes de básica secundaria en una Institución Educativa de Pereira - Risaralda*. Obtenido de Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades: <https://www.redalyc.org/journal/5534/553457901009/html/>
- Loján, A., Gallo, P., Medina, E., Vera, N., Pintado, L., Loján, S., & Tapia-Peralta, S. (2023). *Construyendo puentes virtuales: la sinfonía de la pedagogía dialogante y la tecnología educativa*. Recuperado el 12 de 2021, de Revista InveCom: <https://revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3007>
- Mendoza-Mendoza, R., & Loor-Colamarco, I. (2022). *Estrategias Didácticas para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Desarrollo*. Recuperado el 12 de 2023, de Revista Científica Dominio de las Ciencias: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383512.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Curriculo ecuatoriano 2016*. Recuperado el 12 de 2023, de MINEDUC: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Curriculo1.pdf>

- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Curriculo priorizado en énfasis por competencias 2021*. Recuperado el 12 de 2023, de MINEDUC: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/Curriculo-priorizado-con-enfasis-en-CC-CM-CD-CS_Elemental.pdf
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2012). *A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Obtenido de Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards: <https://nap.nationalacademies.org/read/13165/chapter/1>
- Penuel, W., & Gallagher, D. (2017). *Creating Research Practice Partnerships in Education*. Estados Unidos: Harvard Education Press.
- Pilco, S., & Cordero, S. (2020). <https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=dd53b2a0-3e93-4e89-8fe4-582842e0beab%40redis>. Recuperado el 12 de 2023, de PRAXIS educativa: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=dd53b2a0-3e93-4e89-8fe4-582842e0beab%40redis>
- Sanabria, I., Moreno, C., & Arango, A. (2020). *Trayectoria investigativa en docentes de ciencias naturales: dos experiencias*. Recuperado el 12 de 2023, de Revista Espacios: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n46/a20v41n46p15.pdf>
- Sanmartín, R., & Tapia-Peralta, S. (2023). *La importancia de la educación emocional en la formación integral de los estudiantes*. Recuperado el 12 de 2023, de Ciencia Latina Revista Multidisciplinar: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6285>
- Shulman, L. (1986). *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. Obtenido de American Educational Research Association: <https://www.wcu.edu/webfiles/pdfs/shulman.pdf>
- Tapia Peralta, S. (2023). *Metodologías activas: promoviendo un aprendizaje significativo y motivacional*. Recuperado el 28 de 10 de 2023, de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar:

https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=6aKTIESAAAAJ&citation_for_view=6aKTIESAAAAJ:8k81kl-MbHgC&gmla=AJ1KiT3MmwXg1X5lsmcaxIrLYokOYh_FXURF1FqS_63-xSKpwQ7MXWsMhS80OU1PkDex5DNG3GVSMYpPc3X8RmLfAsyAZXf9LZG6QsOdptI8&sciund=1115315

Tapia Peralta, S., Cabrera, S., Santín, J., Tandazo, M., & Carrión, J. (2023). *Revolucionando el aprendizaje: desafíos y oportunidades en la era digital*. Recuperado el 12 de 2023, de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6858>

Tapia-Peralta, S. (2023). *La realidad aumentada como estrategia para fomentar productores de información en la enseñanza interdisciplinaria*. Obtenido de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5888>

Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2020). *Ambitious Science Teaching*. Estados Unidos: Harvard Education Pres.