

Habilidades del siglo XXI en la educación científica: retos para la enseñanza de la Física

21st-Century Skills in Science Education: The Challenges for Teaching Physics

 Elizabeth Chaluiza – Charro *

Universidad Central del Ecuador, Centro de Física. Quito, Ecuador. E-mail: evchaluiza@uce.edu.ec

Recibido 17 octubre de 2025; aceptado 17 de noviembre de 2025; publicado 05 de diciembre de 2025

Resumen

El presente artículo analiza los desafíos y oportunidades que enfrenta la educación científica en el siglo XXI, con especial énfasis en la enseñanza de la Física como espacio de innovación, pensamiento crítico y sostenibilidad. Se plantea la necesidad de superar los modelos tradicionales centrados en la memorización, promoviendo metodologías activas de aprendizaje que integren las habilidades del siglo XXI. Desde un enfoque constructivista orientado a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo propósito es mejorar la vida de todos y proteger al planeta, se plantea cómo se podrían transformar los laboratorios de Física en entornos de aprendizaje dinámicos donde los estudiantes construyan conocimiento a partir de la experimentación, la reflexión y el trabajo en equipo. Asimismo, se destaca el papel de la tecnología como herramienta clave para fortalecer la formación integral, ética y sostenible.

Palabras clave: educación científica, habilidades del siglo XXI, enseñanza de la Física, sostenibilidad, metodologías activas.

Abstract

This article analyzes the challenges and opportunities faced by science education in the 21st century, with a special focus on the teaching of Physics as a space for innovation, critical thinking, and sustainability. It highlights the need to move beyond traditional memorization-based models by promoting active methodologies that integrate 21st-century skills. From a constructivist approach aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), whose purpose is to improve the lives of all people and protect the planet, it proposes transforming laboratories into dynamic learning environments where students build knowledge through experimentation, reflection, and teamwork. Likewise, it emphasizes the role of technology as a key tool to strengthen comprehensive, ethical, and sustainable education.

Keywords: science education, 21st-century skills, physics teaching, sustainability, active methodologies.

* Autor de correspondencia: evchaluiza@uce.edu.ec





1. INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea enfrenta grandes desafíos al responder a las demandas de un mundo caracterizado por la globalización, digitalización y una acelerada producción de conocimiento (Guadrón et al., 2025). En este escenario, los enfoques tradicionales basados en la memorización y la transmisión pasiva de información resultan insuficientes para formar ciudadanos capaces de afrontar los retos del siglo XXI. La sociedad actual exige profesionales críticos, creativos y colaborativos preparados para desenvolverse en entornos complejos y cambiantes (Bermudez et al., 2025).

En este contexto, la enseñanza de la Física debe evolucionar hacia un modelo que integre distintas competencias, entendidas como el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores esenciales para la vida y el trabajo en la era digital (UNESCO, 2020). Dentro de las competencias, las habilidades conocidas como las 4C (pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación), junto con la alfabetización digital, son fundamentales para la formación de ciudadanos competentes y responsables (UNESCO-OREALC, 2017). Incorporar estas habilidades en la práctica docente mejora el aprendizaje conceptual y potencia la capacidad de los estudiantes para resolver problemas reales, permitiéndoles participar activamente en la construcción de soluciones sostenibles.

En este sentido, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), impulsados por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, constituyen una iniciativa muy importante, ya que garantizan una vida sostenible, pacífica, próspera y justa en la Tierra para todos, ahora y en el futuro, tal como se muestran en la Figura 1.

Las metas interrelacionadas de los ODS buscan superar barreras sistémicas claves para el desarrollo sostenible, tales como la desigualdad, los patrones de consumo insostenible, la debilidad institucional y la degradación del medio ambiente. Su integración en la educación científica

representa una oportunidad para conectar el aprendizaje con la solución de problemas globales, promoviendo responsabilidad social, innovación y sostenibilidad.



Figura 1: Corresponde a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados y establecidos por la Organización de las Naciones Unidas. (Naciones Unidas, 2015), y que actualmente se encuentran vigentes.

La enseñanza de la Física en la educación superior se encuentra estrechamente relacionada con los ODS, al ofrecer herramientas conceptuales y metodológicas de aprendizaje activas para comprender y resolver problemas globales. Desde el ODS 4, que promueve una educación inclusiva y de calidad, hasta el ODS 13, orientado a la acción por el clima, la Física contribuye a formar ciudadanos críticos y responsables mediante el análisis de fenómenos naturales y el desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles. Asimismo, su integración con el ODS 9 impulsa la innovación y la infraestructura mediante proyectos experimentales que emplean tecnologías emergentes, como simuladores y sensores inteligentes, favoreciendo la



creatividad científica.

En este contexto, este artículo analiza los retos y oportunidades que implica integrar dichas competencias en la enseñanza de la Física, considerando dimensiones pedagógicas, tecnológicas y humanas. Se argumenta que la adopción de metodologías de enseñanza activas, el uso de herramientas digitales y la atención a la diversidad son claves para transformar la educación científica en la universidad (Kolb, 1984; Freire, 1997). La pregunta central es: ¿cómo lograr que los estudiantes de Física se conviertan en actores activos del aprendizaje y no simples receptores de información?

2. DESARROLLO

2.1. Educación científica y competencias del siglo XXI

La enseñanza de la Física, considerada un pilar fundamental dentro de la educación científica (Alonso, 2023), debe adaptarse a las demandas y características del estudiante del siglo XXI, promoviendo un aprendizaje activo y orientado al desarrollo de habilidades críticas para enfrentar entornos complejos y cambiantes.

Este perfil demanda que el estudiante sea un sujeto activo (competencia transversal), flexible y reflexivo (competencias actitudinales) (Macedo y Montevideo, 2016), capaces de desenvolverse en contextos cambiantes y complejos. Por lo cual, la educación científica ocupa un lugar privilegiado para fomentar estas competencias, al promover colaboración e indagación constante (Basulto y González, 2021).

Es fundamental que la educación en todas sus áreas trascienda, se adapte y combine los enfoques tradicionales. En este contexto, la enseñanza de la Física debe ir más allá de una simple transmisión de contenidos y orientarse hacia el desarrollo de procesos cognitivos superiores (Riveros, 2017). Esto implica fomentar la metacognición y la autorregulación, competencias esenciales, de manera que cada individuo sea consciente de su propio

aprendizaje y pueda continuar formándose de manera autónoma a lo largo de la vida (Macedo y Montevideo, 2016).

Esta perspectiva se articula con la Agenda 2030 de la UNESCO, que resalta la importancia de la educación científica como herramienta para el desarrollo sostenible. Tal como se ha mencionado, la educación científica está estrechamente relacionada con las habilidades del siglo XXI, indispensables para preparar ciudadanos críticos, creativos y comprometidos con los desafíos globales.

¿Por qué son necesarias las habilidades del siglo XXI?

Las habilidades del siglo XXI, conocidas como las 4C (pensamiento crítico, creatividad, colaboración y comunicación) no son una moda reciente; comenzaron a discutirse a finales del siglo XX y hoy son una necesidad ineludible para la educación contemporánea. Esto debido a que los estudiantes deben generar nuevas competencias como la colaboración, comunicación, productividad, creación de contenidos, personalización del aprendizaje, junto al desarrollo de habilidades blandas y metacognitivas para convertir dificultades en oportunidades, todas esenciales para desenvolverse en un mundo dinámico y complejo (Scott, 2020).

Además, la incorporación de estas competencias permite abordar de manera transversal la interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transdisciplinariedad en los contextos académicos y formativos, favoreciendo la integración de saberes y la colaboración entre disciplinas. Por lo cual, este enfoque resulta indispensable para una participación efectiva y sostenible en los entornos educativos, científicos y profesionales del siglo XXI.

2.2. Educación científica y competencias del siglo XXI

Actualmente, en la práctica docente, especialmente en asignaturas como Física, se entrena a los estudiantes en procesos complejos (Alonso, 2023), pero rara vez se les



prepara para aplicar esos conocimientos a nuevas situaciones. Surge entonces la pregunta: ¿Nuestros estudiantes son pensadores críticos?, ¿Son creativos? Diversos autores como Novoa Seminario y Sandoval Rosas (2023), y Vendrell y Rodríguez Mantilla (2020) coinciden en que, en la mayoría de los casos se encuentra una respuesta negativa. Esto ocurre porque el aprendizaje sigue centrado en la repetición de procedimientos, sin promover la autonomía intelectual ni la capacidad de aplicar lo aprendido en contextos diversos.

La enseñanza tradicional de la Física, centrada en la memorización de fórmulas, resulta insuficiente para desarrollar competencias del siglo XXI. Se requiere un enfoque basado en el aprendizaje activo y experiencial, donde el estudiante construya conocimiento mediante la experimentación y la reflexión (Kolb, 1984). Mientras la tecnología avanza a pasos agigantados desde el uso de una carreta a los vehículos autónomos, las aulas permanecen prácticamente iguales. Este desfase evidencia la urgencia de transformar la enseñanza para que los estudiantes sean protagonistas del aprendizaje: personas activas, críticas y creativas, frente a docentes que actúan como mediadores y facilitadores del conocimiento.

Adaptar los cursos de Física al paradigma científico contemporáneo no implica simples ajustes, sino una transformación sustantiva que vincule los progresos científicos y tecnológicos orientados a la formación de ciudadanos comprometidos con los desafíos globales. Además, esta transformación debe promover la integración de la Física con otras disciplinas como la Química y la Biología, en coherencia con los esfuerzos de actualización que estas áreas han realizado bajo la influencia del pensamiento científico del siglo XXI (Alonso, 2023).

Es evidente la necesidad de incorporar estrategias de enseñanza innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el modelo de aula invertida (flipped classroom) y la integración de tecnologías emergentes, como

la inteligencia artificial, con el fin de convertir al estudiante en protagonista del aprendizaje, fomentando la creación de proyectos interdisciplinarios y el uso de herramientas digitales. Por ejemplo, los estudiantes pueden diseñar simuladores interactivos para analizar el movimiento de partículas, desarrollar sensores inteligentes con Arduino para medir variables físicas en tiempo real, o implementar modelos predictivos mediante programación en Python para estudiar fenómenos como la propagación del calor o el comportamiento de circuitos eléctricos. Asimismo, se pueden plantear proyectos orientados a la sostenibilidad, como prototipos de sistemas de energía renovable o experimentos sobre eficiencia energética, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Al mismo tiempo, los espacios de laboratorio deben orientarse a la resolución de problemas reales y sostenibles, donde los estudiantes apliquen la ciencia para comprender su entorno, tomar decisiones fundamentadas y contribuir a la construcción de una sociedad más equitativa y ambientalmente responsable (Bybee, 2013).

De esta manera, la enseñanza de la Física se consolida como un escenario de pensamiento crítico, innovación y sostenibilidad, donde el conocimiento científico se conecta con la realidad y el aprendizaje se convierte en una herramienta para la transformación individual y social, que se encuentran relacionados directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente al ODS 4: Educación de calidad, al promover una formación equitativa y significativa; al ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, mediante el impulso de la creatividad científica y tecnológica; y al ODS 13: Acción por el clima, al fomentar la comprensión de los fenómenos naturales y la responsabilidad ambiental (Naciones Unidas, 2015).

En este contexto, resulta estratégico vincular los ODS con el desarrollo de competencias clave para la educación contemporánea, por lo cual la enseñanza de la Física debería integrar las



habilidades del siglo XXI mediante metodologías de aprendizaje activas, enfoques educativos que favorezcan el aprendizaje significativo, la interdisciplinariedad y la alfabetización digital,

como se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Relación entre habilidades del siglo XXI, aplicaciones en la enseñanza de la Física, metodologías y enfoques educativos.

Habilidad del siglo XXI	Aplicación en física	Metodologías recomendadas	Enfoques educativos innovadores
Pensamiento crítico	Resolución de problemas complejos; análisis de datos	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Constructivismo, Aprendizaje significativo
Creatividad	Diseño de experimentos innovadores	Aprendizaje por Proyectos, Design Thinking	STEAM, Educación para la innovación
Colaboración	Trabajo en equipo en laboratorios y proyectos interdisciplinarios	Aprendizaje cooperativo, Laboratorios colaborativos	Enfoque sociocultural
Comunicación	Presentación oral y escrita de resultados científicos	Exposiciones, Peer Review, Gamificación	Aprendizaje dialógico, Comunidades de práctica
Alfabetización digital	Uso de simuladores, sensores y programación (Python, Arduino, IA)	Laboratorios virtuales, Flipped Classroom	Educación digital, Blended Learning
Responsabilidad social y sostenibilidad	Aplicación de la Física en soluciones alineadas con los ODS	Aprendizaje - Servicio, Proyectos interdisciplinarios	Educación para el desarrollo sostenible

Otro reto para los docentes es la evaluación cualitativa que constituye un componente esencial para valorar procesos de aprendizaje más allá de la simple medición de resultados numéricos. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en pruebas estandarizadas y calificaciones cuantitativas, la evaluación cualitativa permite analizar dimensiones vinculadas con las competencias del siglo XXI.

2.3. Innovación tecnológica en el laboratorio alineada con los ODS

El laboratorio de Física constituye un espacio privilegiado para integrar la ciencia, la tecnología y la experimentación, favoreciendo el aprendizaje activo y la comprensión de los fenómenos naturales. La incorporación de herramientas digitales como simuladores interactivos, sensores inteligentes, plataformas de adquisición de datos y lenguajes de programación científica (por ejemplo, IA, Python o Arduino) permite realizar mediciones más

precisas, representar fenómenos complejos y analizar datos en tiempo real (Cabrera y Sanchez, 2018).

Además, la tecnología favorece el desarrollo de competencias digitales, analíticas y colaborativas, alineadas con las demandas del siglo XXI y con los principios del ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al fomentar la creatividad científica y la apropiación crítica del conocimiento (Naciones Unidas, 2015).

Asimismo, la integración tecnológica impulsa un modelo de laboratorio sostenible, donde se pueden aprovechar recursos virtuales y simulaciones para reducir el consumo de materiales y energía, contribuyendo así al ODS 12 (Producción y consumo responsables). De este modo, la innovación tecnológica moderniza la enseñanza de la Física y potencia su dimensión pedagógica, ética y ambiental, fortaleciendo la formación integral del estudiante.



2.4. Dimensión humana y habilidades blandas en el laboratorio

La enseñanza de la Física y especialmente los espacios de experimentación deben fortalecer las habilidades blandas que permitan a los estudiantes desenvolverse con éxito en entornos académicos, científicos y profesionales. Estas habilidades deben ser entendidas como aquellas capacidades socioemocionales y comunicativas que permiten interactuar, colaborar y liderar de manera efectiva en contextos académicos y profesionales (Zambrano-Chamba et al., 2023).

Los laboratorios son lugares propicios para desarrollar de forma natural estas habilidades. Los estudiantes deben trabajar en equipo para diseñar experimentos, repartir responsabilidades, interpretar resultados y argumentar conclusiones de manera colectiva. Este proceso fomenta la escucha activa, la tolerancia frente a distintas perspectivas y la capacidad de adaptación ante la incertidumbre experimental, elementos esenciales tanto para la ciencia como para la vida profesional.

La comunicación asertiva, la empatía, la adaptabilidad y el trabajo en equipo son pilares para la colaboración interdisciplinaria y la construcción de soluciones sostenibles a los desafíos contemporáneos.

Desde la perspectiva sociocultural de Vygotsky (1978), el aprendizaje se produce a través de la interacción social y el diálogo, por lo que estas habilidades resultan esenciales para el desarrollo cognitivo y la construcción colectiva del conocimiento. En el contexto del laboratorio de Física, fomentarlas permite que los estudiantes aprendan a escuchar, argumentar, consensuar y reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento, fortaleciendo así la autonomía y la responsabilidad compartida.

El desarrollo de estas habilidades contribuye directamente al ODS 4 (Educación de calidad) y al ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos), al promover una formación integral que combine conocimientos científicos con valores

humanos, orientada hacia la cooperación, la sostenibilidad y el compromiso social (Naciones Unidas, 2015).

2.5. Competencias digitales y sostenibilidad

En la actualidad, las competencias digitales (entendidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para utilizar de manera crítica y ética las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito personal como en el profesional), junto con la sostenibilidad, constituyen pilares esenciales para la educación científica contemporánea (UNESCO, 2020). Integrar ambas dimensiones en la enseñanza de la Física permitiría desarrollar una conciencia ambiental y fortalecer la alfabetización digital, preparando a los estudiantes para enfrentar los retos del siglo XXI.

Tanto las competencias digitales como la sostenibilidad se pueden considerar transversales y constituyen pilares esenciales para la educación científica contemporánea. Integrar prácticas sostenibles en los laboratorios, junto con el uso responsable de tecnologías digitales, contribuye a desarrollar una conciencia ambiental y una ética profesional sólida (UNESCO, 2020).

3. CONCLUSIÓN

Se considera que la integración de las habilidades del siglo XXI en la enseñanza de la Física es una necesidad urgente para responder a los retos de la sociedad actual.

La Física, más allá de ser una disciplina que explica fenómenos naturales, debe convertirse en un espacio para desarrollar pensamiento crítico, creatividad y responsabilidad social. Aunque los laboratorios son escenarios privilegiados para este cambio, el verdadero desafío se centra en transformar la mentalidad docente: pasar de ser transmisores de información a facilitadores del aprendizaje activo y significativo, como mencionan Riveros (2017) y Zambrano-Chamba et al (2023).



Además, es importante la integración de tecnologías emergentes y metodologías activas que, en consonancia con los ODS, promuevan una educación inclusiva, equitativa y orientada a la innovación (Naciones Unidas, 2015; Cabrera & Sanchez, 2018).

La educación científica debe orientarse hacia la sostenibilidad y la innovación tecnológica, sin perder de vista la dimensión humana. Solo así se logrará formar profesionales capaces de aplicar el conocimiento para resolver problemas reales y contribuir a un futuro más equitativo y sostenible.

Reflexión

Estimados lectores, ¿Estamos preparados para transformar la educación científica y construir un futuro sostenible? El cambio comienza en el aula, y la Física puede ser el motor de esa transformación. La pregunta no es si debemos hacerlo, sino cuándo empezamos. Cada experimento, cada proyecto y cada interacción en el laboratorio representa una oportunidad para formar líderes científicos que comprendan las leyes del universo y las empleen responsablemente para impulsar mejoras en la vida y garantizar un futuro sostenible.

La Física no solo explica el universo, también nos reta a transformarlo. ¿Estamos listos para descubrir cómo convertir el conocimiento en acción?

4. REFERENCIAS

- Alonso Marcelo. (2023). Reflexión sobre la enseñanza de la Física en el Siglo XXI.
- Basulto-González, G. (2021). Enseñanza de las ciencias en el siglo XXI. Retos y perspectivas. EduSol. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912021000300221&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-80912021000300221&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Bermudez Moreno, F. P., Agualimpia Palacios, J., & Chacón Bambagüe, S. Y. (2025). Desafíos y Competencias Docentes para la Implementación del Currículo Transcomplejo en el Siglo XXI. Ciencia y Reflexión, 4(2), 489-506. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i2.279>
- Bybee Roger. (2013). " Developing Criteria for Quality STEM Education in Nevada " Workshop Briefing Book Nevada Department of Education Newmont Mines and NV Energy. 1-40. https://books.google.com/books/about/The_Case_for_STEM_Education.html?hl=es&id=gfn4AAAAQBAJ
- Cabrera, J., & Sanchez, I. (2018). Vista de Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web | Memorias de Congresos UTP. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1296/html>
- Freire, P. 1997. Pedagogía de la Autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa. 11ª Edición. Madrid: Siglo XXI.
- Guadrón, S., Vergara, J., & Corrales, E. (2025). Preparando a las nuevas generaciones para una sociedad globalizada. <https://scienceadvanced.org/sa/index.php/Revista/article/view/24/31>
- Kolb, D. (1984a), Experiential learning experiences as the source of learning development.
- Macedo, B., & De Montevideo, O. (2016). FORO CILAC 2016-EJE TEMÁTICO: CULTIVANDO CIENCIAS Y CIUDADANÍA Educación científica Apoya. <http://creativecommons.org>.
- Naciones Unidas. (2015). TRANSFORMAR NUESTRO MUNDO: LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE.
- Novoa Seminario, M., & Sandoval Rosas, M. L. (2023). Estrategias para fortalecer el pensamiento crítico en estudiantes de educación superior: Un estudio de revisión.
- Riveros, H. (2017). Investigación en enseñanza de la física experimental en el siglo XXI. Revista Mexicana de Física, 63, 68-75. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35422017000100068
- Scott, C. L. (2020). INVESTIGACIÓN Y PROSPECTIVA EN EDUCACIÓN EL FUTURO DEL APRENDIZAJE 2 ¿QUÉ TIPO DE APRENDIZAJE SE NECESITA EN EL SIGLO XXI?
- UNESCO. (2020). La educación para todos es la base de la inclusión en la educación (Vol. 1). <https://doi.org/10.54676/WWUU8391>
- UNESCO-OREALC. (2017). E2030: EDUCACIÓN Y HABILIDADES PARA EL SIGLO XXI. www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp
- Vendrell i Morancho, M., & Rodríguez Mantilla, J. (2020). Pensamiento crítico: Conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes.
- Zambrano-Chamba, M., Vallejo-Piza, G., & Tafur-Méndez, F. (2023). Investigación: Habilidades blandas como complemento para la formación profesional de los estudiantes. 593 Digital Publisher CEIT, 8(3), 257-267. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1627>