

Impacto de la Metodología "Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea" (COIL) en el Aprendizaje de Capacitación en Estudiantes de Ingeniería

Impact of the "International Online Collaborative Learning" (COIL) Methodology on Capacitance Learning in Engineering Students

Aprobado 20-01-2025

Kim Alejandro Soriano Jiménez

México

Universidad del Noreste

ksoriano@une.edu.mx

<https://0009-0004-7128-3439>

Resumen

El auge de la educación transnacional y los avances tecnológicos han significado un despunte en el intercambio virtual (VE, por sus siglas en inglés) en general y en el aprendizaje colaborativo internacional en línea (COIL, por sus siglas en inglés) en las instituciones de educación superior alrededor del mundo. Sin embargo, en el campo de Physics Education Research (PER), parece existir una brecha en la literatura con relación a la aplicación de VE y COIL. Esta investigación tiene como propósito describir el estado del arte COIL en el campo de PER y a su vez analizar el impacto de COIL en el aprendizaje de un tema de física. Así mismo, al utilizar una metodología de investigación mixta, esta investigación intenta medir cuatro dimensiones de la inteligencia cultural de los participantes en un proyecto COIL.

Palabras clave: Intercambio Virtual (VI), COIL, Investigación en Educación de la Física (PER), Capacitación, Educación Transnacional, Internacionalización

Abstract

The rise of transnational education and technological advancements have led to a surge in virtual exchange (VE) in general and in Collaborative Online International Learning (COIL) within higher education institutions worldwide. However, in the

field of Physics Education Research (PER), there appears to be a gap in the literature regarding the application of VE and COIL. This research aims to describe the state of the art of COIL in the field of PER and to analyze the impact of COIL on learning a physics topic. Furthermore, by employing a mixed-methods research approach, this study seeks to measure four dimensions of cultural intelligence among participants in a COIL project.

Keywords: Virtual Exchange (VE), COIL, Physics Education Research (PER), Capacitance, Transnational Education, Internationalization

Introducción

En el ámbito educativo actual, el desafío de impartir conocimientos en un idioma no nativo es una realidad que afecta significativamente el aprendizaje de los estudiantes (ver Castells, 1996; King de Ramírez, 2021, por ejemplo). Como docente experimentado en la enseñanza del inglés como lengua extranjera, he sido testigo de las complejidades que enfrentan los estudiantes al participar en cursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) en un entorno lingüístico no familiar. En los últimos años, mi enfoque pedagógico ha experimentado una transición significativa al pasar de cursos de lengua y lingüística a la instrucción en STEM, específicamente en métodos de investigación y física, con una atención especial en electricidad y magnetismo. Este cambio en mi carrera no solo ha sido un desafío personal, sino que también ha suscitado una profunda reflexión sobre cómo abordar las barreras lingüísticas y culturales que pueden surgir en la enseñanza de disciplinas técnicas.

La convergencia de mi experiencia en la enseñanza de idiomas y mi interés en STEM me llevó a descubrir la metodología Collaborative Online International Learning (COIL) durante mi actual rol en mi institución. COIL ha emergido como un enfoque innovador que combina elementos de aprendizaje de idiomas y cultura con varios campos de la educación a nivel pregrado (Rubin, 2017). Mi motivación para abordar esta temática radica en la necesidad de comprender de manera más precisa cómo la integración de la metodología COIL, con sus componentes de aprendizaje colaborativo en línea y enfoque internacional, puede influir en los resultados de aprendizaje en estudiantes de ingeniería, especialmente en un entorno donde el idioma de instrucción no es el nativo, lo cual puede contribuir al desarrollo académico de los estudiantes en disciplinas técnicas y científicas, abriendo nuevas perspectivas en la aplicación de enfoques pedagógicos innovadores.

La revisión de literatura destaca una brecha en la investigación sobre la aplicación de COIL en varias disciplinas, incluyendo STEM (Vahed, 2022; Hackett et al, 2023), específicamente en la física educativa y electricidad-magnetismo. A pesar de esfuerzos para obtener información de fuentes especializadas, se evidencia una escasez de resultados relevantes, subrayando la importancia de abordar esta laguna.

En consonancia con la demanda de aprendizaje de ciudadanía global, la literatura destaca la importancia de perspectivas internacionales en la instrucción (Stroupe, 2017; Escobar, Ramírez & Ruiz, 2020). COIL, facilitando la colaboración transfronteriza, se presenta como estrategia para mejorar la educación STEM, alineándose con objetivos educativos contemporáneos y la necesidad de colaboración internacional en STEM (Redish, 2005).

Esta propuesta de investigación busca cuantificar la influencia de COIL en el aprendizaje de estudiantes en cursos STEM, con enfoque en la física, contribuyendo al conocimiento en física educativa y proponiendo una nueva área en el diseño curricular de STEM. Este enfoque integral pretende llenar un vacío en la investigación existente y proporcionar información valiosa para mejorar la enseñanza de disciplinas técnicas en un mundo interconectado.

Descripción del tema a investigar, destaque actores, recursos, profundidad, limitaciones

El tema de investigación propuesto se centra en la influencia de la metodología Collaborative Online International Learning (COIL) en el aprendizaje de estudiantes en cursos STEM, con énfasis en la física. Los actores clave en este estudio incluyen docentes especializados en STEM, estudiantes universitarios participantes en cursos COIL, y posiblemente desarrolladores curriculares en física educativa. Los recursos necesarios abarcan plataformas en línea para facilitar la colaboración internacional, materiales de enseñanza adaptados a COIL, y la participación activa de instituciones educativas dispuestas a implementar esta metodología.

La investigación se propone estudiar cómo la integración de COIL puede mejorar el aprendizaje de STEM en un entorno colaborativo en línea. La profundidad del estudio se traduce en analizar la correlación del impacto de COIL en el aprendizaje de capacitancia y tierra en el curso de Física II, además de explorar la experiencia colaborativa y la efectividad de la metodología según la perspectiva de los participantes.

Sin embargo, existen limitaciones a considerar. La implementación exitosa de COIL depende de la disponibilidad de recursos tecnológicos y la disposición de instituciones a adoptar cambios en sus métodos de enseñanza. Además, la variabilidad en la calidad de la conexión a Internet y las diferencias culturales podrían afectar la efectividad de la colaboración en línea. La generalización de los resultados también podría ser limitada, ya que la investigación se centra en un contexto específico de enseñanza de STEM en un entorno no nativo con una población y muestra relativamente pequeñas.

Antecedentes

36

Esta propuesta de investigación se caracteriza por su innovación, ya que busca explorar cómo el aprendizaje colaborativo en línea (COIL) puede influir en el rendimiento académico, el desarrollo de competencias interculturales y la conciencia de ciudadanía global de los estudiantes de ingeniería. Potencialmente puede llenar un vacío evidente en la literatura al no existir, hasta donde pudimos indagar, investigaciones empíricas centradas en la enseñanza de capacitación usando la metodología COIL (Marcillo-Gómez & Desilus, 2016; de Castro et al., 2018; Esche, 2018; Katre, 2020; Mundel, 2020; Rebek et al., 2022; West et al., 2022). Esto concuerda con la aseveración de Hackett et al. de que "La investigación en COIL es un campo en desarrollo" (2023, p. 4). De ahí que ha sido imposible referenciar trabajos que aborden en su conjunto los temas de física educativa y COIL como lo pretende hacer la presente propuesta.

Las fuentes consultadas, como el artículo de Angulo-Vilca (2021) sobre el aprendizaje colaborativo virtual para la enseñanza de las matemáticas en el contexto de América Latina, proporcionan una base relevante para esta investigación. Aunque el artículo se centra en las matemáticas, su enfoque en el aprendizaje colaborativo en línea arroja luz sobre el potencial impacto de COIL en otras disciplinas, como la física. Además, destaca la importancia de la interacción social, el desarrollo afectivo y académico, y la promoción de la responsabilidad en los estudiantes, aspectos que son de interés para este proyecto de investigación. En un contexto nacional, Reyes-Cabrera (2022) aborda el impacto de las estrategias de gamificación en el aprendizaje colaborativo en línea en una universidad mexicana. Aunque el enfoque de su investigación es ligeramente diferente al proyecto propuesto, ambos comparten el interés en el aprendizaje colaborativo en línea y la mejora de las metodologías de enseñanza en un contexto uni-

versitario mexicano. Además, dicha investigación analiza estrategias específicas utilizadas en el aprendizaje en línea, lo que puede ser relevante para el proyecto en Tamaulipas, ya que podría proporcionar información valiosa sobre las estrategias de gamificación que podrían mejorar el aprendizaje colaborativo en línea en el contexto de la física y la metodología COIL. La experiencia de Reyes-Cabrera (2022) también destaca la importancia de seleccionar cuidadosamente las estrategias de gamificación según los objetivos de aprendizaje, lo que podría ser aplicable en la investigación propuesta para optimizar la metodología COIL. Sin embargo, existe una brecha significativa en la literatura en cuanto a la aplicación específica de COIL en la enseñanza de la física educativa en el contexto de Tamaulipas, México (e incluso es posible que en todo el país). De ahí que esta investigación se centrará en llenar este vacío, contribuyendo con conocimientos valiosos sobre cómo esta metodología puede influir en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en una región específica y en un tema particular de la física. Además, se explorarán las percepciones de los estudiantes, lo que permitirá comprender mejor los beneficios y desafíos que puedan surgir en este contexto concreto.

A nivel regional e internacional, García-Chitiva y Suárez-Guerrero (2019), que analiza el estado de la investigación sobre colaboración en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) desde una perspectiva regional, ofrece valiosos aportes para el proyecto de investigación actual. Su estudio resalta la importancia de estructurar situaciones de enseñanza-aprendizaje basadas en la colaboración para garantizar su efectividad en entornos virtuales. Además, señala que la investigación se ha centrado principalmente en áreas como Ciencias Sociales y Ciencia de la Computación, mientras que la investigación en Ingeniería y Ciencias Básicas es menos común. Esta observación es particularmente relevante para el proyecto en Tamaulipas, ya que se enfoca en la enseñanza de física en un contexto de ingeniería.

El estudio también destaca la necesidad de realizar investigaciones interdisciplinarias en EVA, lo que puede sugerir que el proyecto propuesto, que involucra tanto la física como la metodología COIL, está en línea con esta recomendación. Además, se menciona la utilidad de las redes sociales en el aprendizaje colaborativo, lo que podría ser relevante para la exploración de la metodología COIL y su impacto en la competencia intercultural y la conciencia de ciudadanía global en los estudiantes.

En un contexto más allá de las fronteras de nuestro país y región, la investigación de Hackett y su equipo (2023), que aborda la efectividad del Aprendizaje Internacional Colaborativo en Línea (COIL) en el desarrollo de la competencia intercultural en la educación superior, presenta una metodología sólida y pertinente para los propósitos de la propuesta de investigación actual. Su enfoque cuasiexperimental controlado, que busca confirmar el impacto del COIL en el desarrollo de competencias interculturales, es altamente relevante para la investigación propuesta, ya que utilizaron una combinación de datos cuantitativos y cualitativos, incluyendo escalas de medición de competencia intercultural y entrevistas en línea, lo que respalda la idoneidad de este enfoque metodológico.

El hecho de que esta investigación haya encontrado una relación directa entre el uso de la metodología COIL y el desarrollo de competencias interculturales en los participantes sugiere que la metodología COIL podría ser efectiva para alcanzar los objetivos de la propuesta de investigación en Tamaulipas. Aunque esta investigación se centra en un contexto diferente y no en la enseñanza de las ciencias, proporciona evidencia de la utilidad de la metodología COIL en el ámbito educativo superior. Esto respalda la pertinencia y la innovación de la metodología COIL para la investigación propuesta en México y enfocada en la enseñanza de la física en ingeniería.

38

En conclusión, la presente propuesta de investigación sobre la mejora de la didáctica de la física en una universidad privada en Tamaulipas, México, a través de la implementación de la metodología COIL, se destaca por su innovación y relevancia tanto a nivel nacional como internacional. La investigación se enmarca en un contexto de educación superior y busca explorar el impacto del aprendizaje colaborativo en línea en el rendimiento académico, el desarrollo de competencia intercultural y la conciencia de ciudadanía global de estudiantes de ingeniería. A nivel nacional, la literatura revisada revela una brecha en la investigación sobre la aplicación específica de COIL en la enseñanza de la física, lo que resalta la importancia de esta propuesta para llenar ese vacío y contribuir con conocimientos valiosos sobre su efectividad en el contexto de Tamaulipas, México.

Desde una perspectiva regional, la investigación propuesta busca indagar temas relacionados a la colaboración en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), resaltando la necesidad de estructurar situaciones de enseñanza-aprendizaje basadas en la colaboración, pero a la vez es novedosa al situar la indagatoria en áreas relacionadas con ingeniería y ciencias básicas. Esto respalda la pertinencia y la innovación de la propuesta en el contexto regional.

A nivel internacional, los trabajos citados sobre el efecto del COIL en el desarrollo de competencias interculturales en la educación superior ofrece un sólido respaldo a la metodología COIL utilizada en la propuesta. Su metodología cuasi experimental y los resultados encontrados (Hackett et al., 2023) sugieren que esta metodología puede influir positivamente en los objetivos de la investigación propuesta. En conjunto, esta revisión de la literatura disponible refuerza la relevancia y la innovación de la propuesta de investigación, que busca contribuir al conocimiento sobre la eficacia de la metodología COIL en la enseñanza de la física en un contexto de ingeniería.

Justificación

El problema de investigación abordado en este estudio se relaciona con la mejora de la física educativa en un contexto de ingeniería, particularmente en una universidad privada en Tamaulipas, México. La importancia de la física en la educación de ingeniería, junto con la innovadora metodología de Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL, por sus siglas en inglés), destaca la necesidad de investigación. La metodología fomenta la colaboración en línea entre estudiantes geográficamente dispersos, brindando una plataforma única para la aplicación práctica del conocimiento. La investigación busca llenar un vacío nacional al evaluar empíricamente el impacto de COIL en la física educativa, específicamente en temas de capacitancia y tierra. Además, aborda el desarrollo de competencias interculturales, esenciales para los estudiantes de ingeniería en un mundo globalizado. La perspectiva regional del estudio sobre la colaboración en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en el contexto de la ingeniería contribuye a la comprensión de las dinámicas de aprendizaje. En general, la investigación se alinea con hallazgos internacionales sobre la efectividad de COIL, ofreciendo valiosos conocimientos para la física educativa en Tamaulipas y más allá.

39

Planteamiento del Problema y/o Hipótesis de investigación

De acuerdo con el marco teórico presentado, el problema de investigación se centra en determinar el impacto de la metodología de Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL) en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería en una universidad privada en Tamaulipas, México. La pregunta de investigación principal indaga sobre el impacto de COIL en el rendimiento académico en el tema de capacitancia y tierra (Física II: electricidad y magnetismo), el desarrollo de competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global, y las percepciones de los estudiantes sobre los beneficios y desafíos de esta metodología.

Las variables clave en el estudio incluyen la implementación de la metodología COIL como variable dependiente, con el rendimiento académico, competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global como variables independientes. El rendimiento académico se evaluará específicamente en el curso de electricidad y magnetismo, abordando el impacto directo de COIL en este aspecto. La participación en el curso COIL se considera la variable independiente para analizar el desarrollo de competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global. Además, se explorarán las percepciones de los estudiantes sobre los beneficios y desafíos de la experiencia COIL.

En resumen, este estudio busca comprender cómo la metodología COIL influye en la física educativa para estudiantes de ingeniería, proporcionando información valiosa sobre su efectividad y contribuyendo al desarrollo de la competencia intercultural en un contexto universitario en Tamaulipas, México.

Objetivo general

Analizar el impacto integral de la metodología COIL (Collaborative Online International Learning) en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería de pregrado en un contexto universitario en Tamaulipas, México.

40

Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto de la metodología COIL en el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería de pregrado en el contexto de un curso de física, centrándose específicamente en electricidad y magnetismo (Física II).
2. Medir el desarrollo de la competencia intercultural y la conciencia de ciudadanía global en los estudiantes que participan en un curso STEM mejorado por COIL.
3. Explorar las percepciones de los estudiantes sobre la experiencia COIL, incluyendo sus beneficios y desafíos.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto del aprendizaje colaborativo en línea, a través de la metodología COIL en el rendimiento académico en el tema de capacitancia y tierra en un curso de electricidad y magnetismo (nivel pregrado), en el desarrollo de competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global, y en las percepciones de los estudiantes acerca de los beneficios y desafíos de la metodología COIL?

Marco teórico

La enseñanza de la física, especialmente en el contexto de la ingeniería, es esencial para el desarrollo académico y profesional de los estudiantes (Fernández y Duarte, 2013; Acevedo, Torres & Tirado, 2015). Este marco teórico tiene como objetivo describir el contexto en el que se desarrolla la metodología de Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL, por sus siglas en inglés), y considerar su aplicación en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería de licenciatura (pregrado) en un contexto universitario considerando la pregunta de investigación y las variables que de esta resultan: ¿Cuál es el impacto del aprendizaje colaborativo en línea, a través de la metodología COIL en el rendimiento académico en alumnos de ingeniería en el tema de capacitancia y tierra (Física II: electricidad y magnetismo), en el desarrollo de competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global, y en las percepciones de los estudiantes acerca de los beneficios y desafíos de la metodología COIL?

Variables Clave en la Investigación

De la pregunta de investigación, se pueden distinguir las siguientes variables que el presente estudio busca entender:

Metodología COIL:

- Variable Independiente: Implementación de la metodología COIL.
- Variable Dependiente: Rendimiento académico en electricidad y magnetismo (tema de capacitancia y tierra), competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global.

Estas variables examinan el impacto de la metodología COIL como enfoque pedagógico en la enseñanza de física.

Rendimiento Académico:

- Variable Independiente: Desempeño académico en el curso de electricidad y magnetismo (tema de capacitancia y tierra).
- Variable Dependiente: Impacto de la metodología COIL en el rendimiento académico.

Evaluar cómo la metodología COIL afecta directamente el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en un tema específico (capacitancia y tierra) en un curso de física (Física II: electricidad y magnetismo).

Competencia Intercultural y Conciencia de Ciudadanía Global:

- Variable Independiente: Participación en el curso COIL.
- Variable Dependiente: Desarrollo de competencia intercultural y conciencia de ciudadanía global.

Analizar cómo la metodología COIL contribuye al desarrollo de habilidades interculturales y conciencia de ciudadanía global en estudiantes de ingeniería.

Percepciones de los Estudiantes:

- Variable Independiente: Experiencia COIL.
- Variable Dependiente: Percepciones de los estudiantes sobre beneficios y desafíos.

Explorar las opiniones de los estudiantes sobre la metodología COIL, identificando sus percepciones sobre los aspectos positivos y los desafíos asociados.

A fin de dar sentido y orden a la investigación, se consideran las siguientes definiciones de términos recurrentes en el presente trabajo.

42

Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL)

Rubin acuñó el término "COIL" en 2006 al implementar esta metodología en un curso de artes visuales que impartía en la Universidad Estatal de Nueva York (2017). Las características fundamentales de la metodología COIL son la colaboración entre profesores para la planeación y el diseño de un curso de estudio y la subsecuente colaboración de los estudiantes en la discusión de los temas a abordar y en la implementación de proyectos de aprendizaje, todo esto llevado a cabo de manera remota en línea (Rubin, 2017; SUNY 2020; Rubin y Guth, 2022). De esta manera, un grupo de estudiantes en el estado de Nueva York puede colaborar en la resolución de problemas de agua potable junto con un grupo de alumnos en Cambodia, por ejemplo. O bien, un grupo de estudiantes en Tampico, Tamaulipas, México, se puede conectar con un grupo de alumnos en Fort Collins, Colorado, EE.UU., para resolver problemas concretos de capacitancia y tierra en electricidad y magnetismo.

COIL se sitúa bajo el término general de Intercambio Virtual (IV), según lo describe O'Dowd (2018), cubriendo varias aproximaciones en línea a la enseñanza y el aprendizaje que enfatizan las interacciones interculturales y la colaboración en línea. En este estudio, sin embargo, se utiliza específicamente el término COIL

por incluir una metodología específica que puede ser fácilmente descrita y replicable en contextos diversos. De esta manera, podemos confinar para propósitos de este estudio el término COIL como se describe a continuación.

COIL se distingue por varias características que lo diferencian de otras iniciativas de IV. El término en sí mismo es transparente, transmitiendo explícitamente la esencia del enfoque: aprendizaje colaborativo. COIL promueve el aprendizaje colaborativo tanto para educadores como para estudiantes, involucrando a educadores geográficamente separados en el diseño de un plan de estudios compartido con tareas grupales en línea conjuntas y resultados de aprendizaje co-creados. Además, COIL enfatiza el conocimiento del tema y el desarrollo de la competencia intercultural, haciéndolo aplicable a una amplia gama de disciplinas. Un curso típico de COIL, que puede durar desde cuatro semanas hasta un semestre completo, implica la creación de equipos multiculturales compuestos por estudiantes de diferentes instituciones que trabajan juntos en línea en tareas grupales. Los educadores diseñan intencionalmente asignaciones con el aprendizaje intercultural en mente, fomentando el aprendizaje intercultural colaborativo a lo largo del curso de COIL. La colaboración tiene como objetivo ampliar la comprensión de los estudiantes sobre el contenido del curso y ayudar a desarrollar competencias interculturales, ofreciendo una experiencia auténtica de aprendizaje internacional en su institución de origen.

El Aprendizaje Colaborativo en Línea Internacional (COIL), que utiliza tecnología en línea como video llamada o plataformas LMS (learning management systems), ha ganado popularidad a nivel mundial como una herramienta para internacionalizar el currículo, proporcionando una vía para fomentar el desarrollo de la competencia intercultural de los estudiantes dentro de sus instituciones de educación superior (IES) (King de Ramírez, 2021; Hackett et al, 2023). Esto amplía las oportunidades para que más estudiantes mejoren sus competencias interculturales, no solo aquellos que participan en intercambios o pasantías en el extranjero. En línea con el enfoque educativo socioconstructivista del aprendizaje colaborativo, COIL enfatiza el aprendizaje a través de la interacción social, un aspecto fundamental en el desarrollo de la competencia intercultural (Guth y Rubin, 2015). Debido a que es una metodología relativamente nueva, la literatura e investigación sobre COIL se encuentra en etapa de desarrollo, con estudios experimentales limitados que evalúan su efectividad. Hasta donde pudimos indagar, no hay estudios que hayan incorporado un grupo de control para evaluar el impacto de COIL en el desarrollo de la competencia intercultural y que de

manera empírica evalué el aprendizaje de los alumnos en temas de física como capacitancia y tierra (electricidad y magnetismo, temas que en el contexto de esta investigación corresponde a la materia de Física II). En consecuencia, este estudio tiene como objetivo probar empíricamente la efectividad de COIL en el desarrollo de la competencia intercultural y el aprendizaje de los estudiantes mediante un diseño cuasiexperimental y a la vez deja la puerta abierta para un componente cualitativo para entender las percepciones de los estudiantes sobre la metodología COIL.

Evaluación de la Competencia Intercultural

Existen diversas definiciones y modelos para describir y explicar la competencia intercultural, con herramientas desarrolladas para su evaluación. En este estudio, la competencia intercultural se define como "la capacidad de comunicarse de manera efectiva y apropiada en situaciones interculturales basada en el conocimiento, las habilidades y actitudes interculturales de uno mismo" (Deardorff, 2006, p. 247). El modelo de Inteligencia Cultural (IC) desarrollado por Earley y Ang (2003) se seleccionó para explorar y evaluar las condiciones de la intervención.

44

Capacitancia

La capacitancia es una propiedad eléctrica que se refiere a la capacidad de un objeto o sistema para almacenar carga eléctrica (Tippens, 2007). Se mide en faradios (F) en el Sistema Internacional de Unidades. La capacitancia es una característica fundamental de los condensadores, que son dispositivos diseñados específicamente para almacenar carga eléctrica.

La capacitancia (C) se relaciona con la carga almacenada (Q) y la diferencia de potencial (V) entre las placas del condensador mediante la ecuación:

$$C=Q/V$$

donde C es la capacitancia de un capacitor V es la diferencia de potencial y Q se refiere a la carga.

La capacitancia tiene importantes aplicaciones en circuitos eléctricos, ya que afecta la respuesta de un circuito a cambios en el voltaje y la frecuencia. Los condensadores se utilizan en una variedad de dispositivos electrónicos para funciones como filtrado, acoplamiento de señales y almacenamiento temporal de energía eléctrica.

Tierra

Hay dos conceptos principales relacionados con la "tierra" en electricidad (Tippens, 2007):

Tierra como referencia de voltaje

En muchos sistemas eléctricos, se utiliza la tierra como referencia de voltaje. El potencial eléctrico en la tierra se toma como cero voltios, y los otros voltajes en el sistema se miden con respecto a esta referencia. Por ejemplo, en un enchufe eléctrico convencional, el conductor de tierra se conecta a la tierra física y sirve como referencia de voltaje para los otros conductores (fase y neutro).

Tierra como punto de seguridad

La conexión a tierra también se utiliza como medida de seguridad. En sistemas eléctricos, la conexión a tierra ayuda a disipar la corriente no deseada al suelo en lugar de permitir que se acumule en dispositivos o estructuras. Esto es especialmente importante en casos de fallas eléctricas, ya que la conexión a tierra puede ayudar a prevenir descargas eléctricas y daños a equipos.

Es importante señalar que la "tierra" en el contexto eléctrico no siempre se refiere al suelo en el sentido literal. En muchos casos, puede haber sistemas de conexión a tierra sin una conexión física al suelo, como en sistemas flotantes o en entornos industriales específicos. La elección del método de conexión a tierra depende de varios factores, incluida la aplicación específica y los requisitos de seguridad.

Por último, estas definiciones y conceptos darán orden y sentido a la investigación propuesta, permitiendo acotar los resultados de la intervención, así como su posible replica en estudios futuros.

Metodología

La metodología COIL es reciente (Rubin, 2017) y carece de estudios empíricos sobre sus efectos en el aprendizaje (Hackett et al., 2023). Esta investigación busca correlacionar el impacto de COIL en el aprendizaje de capacitancia y tierra en el curso de Física II, abordando este vacío en la literatura.

La investigación adoptará un enfoque mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos para abordar la pregunta de investigación. En la fase cuantitativa, se utilizará un diseño cuasi experimental con pre/post test, centrándose en medir

el aprendizaje en el tema de capacitancia y tierra en el curso de Física II. Para la fase cualitativa, se empleará un protocolo de entrevista y encuesta (survey) (abordando la segunda parte de la pregunta de investigación), realizadas de manera individual en línea. Este diseño secuencial permitirá una comprensión profunda y contextualizada de los resultados cuantitativos. Referentes como Creswell (2014) respaldan la efectividad de enfoques mixtos para abordar preguntas de investigación complejas, combinando la rigurosidad cuantitativa con la riqueza cualitativa.

Considerando una población de 120 personas, la calculadora de tamaño de muestra de SurveyMonkey (2023, Noviembre 15) indica que se necesita una muestra de alrededor de 91 personas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del +/-5%. La fórmula utilizada es $N = (Z^2 * P * (1-P)) / E^2$, respaldada por la metodología de Creswell (2014) para asegurar validez y representatividad en la investigación.

Para la parte cuantitativa, dado la falta de un pre/post test existente, se creará un instrumento de evaluación sobre el avance en el aprendizaje de tierra y capacitancia en Física II, siguiendo principios de validez y confiabilidad, con revisión por pares y adaptación de preguntas de referencia (Creswell, 2014). En cuanto a la parte cualitativa, se utilizarán instrumentos existentes: el Cultural Intelligence Scale (CQS, un cuestionario auto evaluativo de 20 ítems el cual usa una escala de Likert de siete puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 7 = totalmente de acuerdo) y el Multicultural Personality Questionnaire (MPQ, encuesta de 40 ítems, que utiliza una escala Likert de cinco puntos que va desde 1 "totalmente no aplicable" hasta 5 "completamente aplicable"), ambos validados, reconocidos por su eficacia en evaluar la competencia intercultural (Earley y Ang, 2003; van der Zee y van Oudenhoven, 2000). Esta elección se basa en el respaldo de Leung et al. (2014) y Matsumoto y Hwang (2013) de los instrumentos CQS y MPQ. Los datos se levantarán antes y después de la intervención para el grupo de investigación y de control para la parte cuantitativa y en el grupo de investigación la parte cualitativa.

Los datos se recogerán mediante encuestas pre/post intervención para el grupo de investigación y de control en la parte cuantitativa. En la parte cualitativa, se realizarán entrevistas individuales. Para garantizar la validez y confiabilidad, se implementarán controles de sesgo y se seguirán los principios de diseño de investigación de Creswell (2014), mitigando posibles interferencias en la recolección de datos.

En el análisis cuantitativo, se utilizará un diseño cuasi experimental con pre/post test. Se empleará un modelo de regresión lineal, donde la variable dependiente

el uso de la metodología COIL para la enseñanza del tema de tierra y capacitancia, y la variable independiente será el rendimiento de los alumnos en dicho tema después de la intervención. El estadístico de prueba será el coeficiente de regresión β_1 . Las hipótesis son:

- **H₀: $\beta_1 > 0.5$** establece que no hay relación lineal significativa entre la variable independiente (rendimiento de los alumnos después de la intervención) y la variable dependiente (uso de la metodología COIL para la enseñanza del tema de tierra y capacitancia).
- **H₁: $\beta_1 < 0.5$** establece que hay una relación lineal significativa entre la variable independiente y la variable dependiente (uso de la metodología COIL para la enseñanza del tema de tierra y capacitancia).

Este modelo se justifica por su capacidad para analizar la relación entre variables (Creswell, 2014). En la investigación cualitativa, se utilizará un enfoque temático para analizar las entrevistas, respaldado por un marco teórico que guiará la identificación de patrones y temas emergentes (Braun & Clarke, 2006). En la fase mixta, se integrarán los hallazgos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión holística (Creswell & Plano Clark, 2011).

Conclusiones preliminares

La literatura sobre investigaciones empíricas en el campo de PER utilizando la metodología COIL parecen ser escasas, lo que supone una oportunidad de estudiar el efecto potencial que esta puede tener en el aprendizaje de temas de física. Más aún, este vacío en la literatura también parece estar presente en otras ciencias exactas. Adicionalmente, en un mundo globalizado donde los equipos de trabajo frecuentemente incluyen nacionales de diferentes partes del mundo, conviene revisar hasta qué punto han desarrollado los estudiantes de ingeniería en México sus competencias interculturales, considerando que los hallazgos de esta investigación pueden informar la discusión sobre la formación intercultural que reciben los estudiantes. Finalmente, si la hipótesis alternativa es aceptada, y las investigaciones sucesivas tienen a corroborar lo planteado, la metodología COIL podría ser adaptada más ampliamente como parte de la didáctica de la física.

Referencias

- Acevedo, D., Torres, J. D., & Tirado, D. F. (2015). Análisis de los hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje a distancia en alumnos de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Colombia). *Formación Universitaria*, 8(5), 59-66.

- Ang, S., van Dyne, L., Koh, C., Ng, K. Y., Templer, K. J., Tay, C., & Chandrasekar, N. A. (2007). Cultural intelligence: Its measurement and effects on cultural judgment and decision making, cultural adaptation and task performance. *Management and Organization Review*, 3, 335-371. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8784.2007.00082.x>
- Angulo-Vilca, P. E. (2021). El aprendizaje colaborativo virtual para la enseñanza de la matemática. *Dominio De Las Ciencias*, 7(1), 253-267. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1703>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Castells, M. (1996). *The rise of the network society: The information age: Economy, society, and culture (Vol. I)*. Blackwell Publishers.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research (2nd ed.)*. Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (4th ed.)*. Sage.
- De Castro, A. B., Dyba, N., Cortez, E. D., & Pe Benito, G. G. (2018). Collaborative online international learning to prepare students for multicultural work environments. *Nurse Educator*, 44(4), E1-E5. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000609>
- Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 241-266. <https://doi.org/10.1177/1028315306287002>
- Earley, P. C., & Ang, S. (2003). *Cultural intelligence: Individual interactions across cultures*. Stanford University Press.
- Esche, M. (2018). Incorporating collaborative online international learning (COIL) into study abroad courses: A training design. <https://digitalcollections.sit.edu/capstones/3096>
- Escobar Moreno, F., Ramírez Díaz, M. H., & Ruiz Mendoza, J. C. (2020, octubre-diciembre). Evaluando dinámica de fluidos vinculando un proceso. *Educación Química*, 31(4). <https://doi.org/10.22201/>
- Fernández, F. H., & Duarte, J. E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación Universitaria*, 6(5), 29-38.
- García-Chitiva, M. P., & Suárez Guerrero, C. (2019). Estado de la investigación so-

- bre la colaboración en entornos virtuales de aprendizaje. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, 56, 169-191. <http://hdl.handle.net/11162/190553>
- Griffiths, D. J. (2013). *Introduction to electrodynamics*. Pearson.
- Guth, S., & Rubin, J. (2015). How to get started with COIL. En A. Moore & S. Simon (Eds.), *Globally networked teaching in the humanities: Theories and practices* (pp. 15-27). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hackett, S., Janssen, J., Beach, P., Perreault, M., Beelen, J., & van Tartwijk, J. (2023). The effectiveness of Collaborative Online International Learning (COIL) on intercultural competence development in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 5-21.
- Katre, A. (2020). Creative economy teaching and learning—A collaborative online international learning case. *International Education Studies*. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n7p145>
- King de Ramírez, C. (2021). Global citizenship education through collaborative online international learning in the borderlands: A case of the Arizona–Sonora megaregion. *Journal of Studies in International Education*, 25(1), 83-99. <https://doi.org/10.1177/1028315319888886>
- Leung, K., Ang, S., & Tan, M. L. (2014). Intercultural competence. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1, 489-519. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-031413-091229>
- Marcillo-Gómez, M., & Desilus, B. (2016). Collaborative online international learning experience in practice: Opportunities and challenges. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(1), 30-35. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000100005>
- Matsumoto, D., & Hwang, H. C. (2013). Assessing cross-cultural competence. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 44(6), 849-873. <https://doi.org/10.1177/0022022113492891>
- Mundel, J. (2020). International virtual collaboration in advertising courses: Building international and intercultural skills from home. *Journal of Advertising Education*. <https://doi.org/10.1177/1098048220948522>
- O'Dowd, R. (2018). From telecollaboration to virtual exchange: State-of-the-art and the role of UNICollaboration in moving forward. *Journal of Virtual Exchange*, 1, 1-23. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2018.jve.1>
- Purcell, E. M. (1965). *Electricity and magnetism*. McGraw-Hill.

- Rebek, J. L., del-Corte-Lora, V., & Riauka, E. (2022). Collaborative Online International Learning (COIL) Case Study: Canadian and Spanish Classes Develop Intercultural Competencies. En *Handbook of Research on Teaching Strategies for Culturally and Linguistically Diverse International Students* (pp. 345-360). IGI Global.
- Redish, E. F. (2005). Changing student ways of knowing: What should our students learn in a physics class. *Proceedings of World View on Physics Education*, 1-13.
- Reyes-Cabrera, W. (2022). Gamificación y aprendizaje colaborativo en línea: un análisis de estrategias en una universidad mexicana. *Alteridad*, 17(1), 24-35. <https://doi.org/10.17163/alt.v17n1.2022.02>
- Rubin, J. (2017). Embedding Collaborative Online International Learning (COIL) at Higher Education Institutions: An evolutionary overview with exemplars. <https://studyabroad.uic.edu/wp-content/uploads/sites/256/2020/08/Rubin-Embedding-Collaborative-Online-International-Learning-at-Higher-Education-Institutions.pdf>
- Rubin, J., & Guth, S. (2022). *The guide to COIL virtual exchange*. Stylus Publishing.
- Stroupe, R. (2017). The language educator and globalization: How do we best prepare our learners? En *Asian-Focused ELT Research and Practice: Voices from the Far Edge* (pp. 33).
- SUNY COIL Center. (2020). What is COIL? <https://online.suny.edu/introtocoil/suny-coil-what-is/>
- SurveyMonkey. (2023, Noviembre 15). Calculadora del tamaño de muestra. SurveyMonkey®. <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>
- Tippens, P. E. (2007). *Física: conceptos y aplicaciones*. McGraw-Hill.
- Vahed, A. (2022). Factors enabling and constraining students' collaborative online international learning experiences. *Learning Environments Research*, 25, 895-915. <https://doi.org/10.1007/s10984-021-09390-x>
- Van der Zee, K. I., & van Oudenhoven, J. P. (2000). The multicultural personality questionnaire: A multidimensional instrument of multicultural effectiveness. *European Journal of Personality*, 14(4), 291-309. [https://doi.org/10.1002/1099-0984\(200007/08\)14:4%3c291::AID-PER377%3e3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1099-0984(200007/08)14:4%3c291::AID-PER377%3e3.0.CO;2-6)
- West, H., Goto, K., Borja, S., Trechter, S., & Klobodu, S.