

PI²C: Programa Internacional de Iniciación Científica en Estudiantes de Ingeniería

PI²C: International Scientific Initiation Program for Engineering Students

Liz Sandra Bernedo Flores¹ , and Sara Betina Sousa Ferreira² 

^{1,2}Liz S. Bernedo-Flores and Sara B. Sousa-Ferreira Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú, lbernedo@ucsp.edu.pe, sbsousa@ucsp.edu.pe

Abstract– El Programa Internacional de Iniciación Científica (PI²C) es una actividad que se implementó en el ámbito de la metodología COIL. Creado y desarrollado por la Universidad Católica San Pablo (UCSP), en Perú se llevó a cabo colaborativamente entre profesores y estudiantes de ingeniería de distintas universidades latinoamericanas y buscó promover el interés de los futuros ingenieros en la investigación de la mano del fomento de competencias interculturales.

Keywords– Iniciación Científica (IC), innovación educativa, Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL), competencias interculturales, internacionalización, ingeniería.

Abstract– The International Scientific Initiation Program (PI²C) is an activity that was implemented within the scope of the COIL methodology. Created and developed by Universidad Católica San Pablo (UCSP), in Peru it was carried out collaboratively between professors and engineering students from different Latin American universities and sought to promote the interest of future engineers in research by fostering intercultural competencies.

Keywords– Scientific Initiation, educational innovation, Collaborative International Online Learning (COIL), intercultural competencies, internationalization, engineering.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la década de 90 se empezaron a trabajar las primeras experiencias educativas similares a COIL (Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea) y conforme las universidades iban incorporando las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), esta metodología se hacía más conocida y popular entre los académicos [7][14]. Ya con la llegada de la pandemia del COVID-19 se incrementó el uso de diversas herramientas digitales tanto para la comunicación, como para la enseñanza-aprendizaje, generando espacios colaborativos que justificaban la implementación de la metodología COIL. Paralelamente, el ya conocido costo económico que implica realizar una movilidad académica presencial impulsó a que la innovación educativa y la utilización de nuevas tecnologías en el aula tuviera mayor protagonismo y permitiera traer el factor internacional al aula.

A partir de la virtualidad “forzada”, que empezó para muchas Instituciones de Educación Superior (IES) en el 2020, se incrementó el uso de diversas herramientas digitales para facilitar la enseñanza a distancia, logrando incluso que las IES exploren más posibilidades para el trabajo colaborativo internacional con el objetivo de intercambiar experiencias y conocimientos a partir de sus áreas de *expertise* [4][12], es decir, “en congruencia con las recomendaciones de los organismos internacionales, las IES van incorporando en su visión la idea de una educación internacional” [11].

Paralelamente a este escenario, se reconoce a la investigación como unos de los pilares de las IES y la Iniciación Científica (IC) está directamente vinculada con el desarrollo de estas. Permite al estudiante universitario despertar el interés por la investigación científica, tecnológica y de innovación, agregando el hecho de poder desarrollar un espíritu ético y profesional. En este sentido, la investigación viene siendo considerada como el motor de las IES por su papel en la búsqueda de soluciones para problemáticas reales, en las cuales profesores y estudiantes tienen que estar involucrados.

Además de la formación académica que se brinda con las actividades COIL, los estudiantes desarrollan competencias interculturales e interpersonales, las cuales han ido tomando un papel sumamente importante en estos últimos años para desenvolverse en el mundo globalizado e interconectado del cual es parte. La pandemia solo dejó constancia que el trabajo en equipo funciona mejor y que las habilidades como la comunicación efectiva, el liderazgo y la adaptabilidad son importantes para afrontar nuevas situaciones y adversidades.

II. ESTADO DEL ARTE

La metodología COIL comenzó a desarrollarse en la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY) con el objetivo de interconectar los programas educativos del sistema estatal de universidades distribuidos en 64 campus con los que cuenta dicha institución (SUNY, 2022). Posteriormente fue adoptada

en diferentes partes del mundo, sin embargo esa no fue la realidad generalizada en Perú.

Fue con la pandemia, en el 2020 que se verificó una aceleración y adopción de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje debido a que las universidades, motivadas principalmente por las oficinas de relaciones internacionales y de innovación, se vieron compelidas a adoptar nuevas estrategias para no desacelerar el camino recorrido en internacionalización. Es importante resaltar que las acciones más visibles en la gran mayoría de las IES, hasta ese entonces, eran la movilidad estudiantil presencial que, con la nueva coyuntura, ya no se podría realizar, lo que generó nuevos retos a superar [12]. Era necesario revertir la nueva realidad para seguir brindando oportunidades internacionales e interculturales a la comunidad académica y principalmente a los estudiantes “cada día más conscientes de ser ciudadanos del mundo. Saben del impacto que esto tiene en sus vidas debido a la interconexión entre las diferentes regiones en los ámbitos social, económico, político y profesional. Se sienten verdaderos miembros de la humanidad.” [9].

Fue en ese contexto que se empieza a prestar más atención y a valorar todas las dinámicas virtuales que acercaban profesores de diferentes países y regiones. Este escenario, además de permitir continuar con las actividades de internacionalización, también democratiza la Educación Superior porque en esta nueva realidad no solamente los alumnos que tenían mejor posibilidad económica podían participar de estas actividades; ahora todos podían tener acceso a experiencias internacionales, con un solo clic.

El aprendizaje internacional proporciona competencias interpersonales e interculturales [13][14] que permiten a las universidades formar ciudadanos al servicio de la sociedad: “el futuro de la educación superior es global, y es nuestro trabajo ayudar a preparar al mundo de la educación superior para ello. Así que lo que necesitamos son personas que entiendan y definan su papel dentro de una comunidad global, trascendiendo las fronteras nacionales, abrazando los conceptos de sostenibilidad -equidad de derechos y acceso, avance de la educación y la investigación, y mucho más. Pero, esencialmente, necesitamos reafirmar el papel fundamental de las universidades: ayudarnos a comprender este mundo y a mejorar nuestras relaciones con él” [3].

Al mismo tiempo que los profesores se abrían a estas nuevas dinámicas virtuales, invitaban sus pares internacionales a sus clases, se animaban a probar Clases Espejo [2][5] y a dar los primeros pasos en la metodología COIL, seguían reconociendo también que la investigación es una actividad inherente a la vida universitaria. Hacer docencia e investigación en la universidad son actividades interdependientes y complementarias. Ya desde algunas décadas atrás el concepto de Iniciación Científica (IC) surgió

en las universidades brasileñas como una actividad en pregrado, en el cual los estudiantes son iniciados en la experiencia de investigación [15], Brasil ha ido obteniendo buenos resultados y ganando experiencia, esto generó que otros países como Panamá lo tomaran como modelo para fomentar en sus estudiantes de pregrado la participación en actividades de investigación [6].

Los estudiantes de hoy en día deberán desempeñarse en un contexto cambiante y que va evolucionando rápidamente en todas en todas las disciplinas. El problema no consiste en competir a nivel de investigación con universidades de larga trayectoria, sino de asumir la responsabilidad de preparar profesionales que sean realmente capaces de resolver los problemas del futuro [16], brindándoles las herramientas, guía y espacios adecuados para que ellos generen nuevos conocimientos que aporten a su comunidad, ciudad y país. El compromiso no solo debe de ser de las IES sino del Estado que impulse al desarrollo intelectual del país.

III. PROGRAMA INTERNACIONAL DE INICIACIÓN CIENTÍFICA PI²C

Ante la percepción de la importancia de desarrollar actividades académicas internacionales utilizando las nuevas tecnologías, al mismo tiempo que se promueve actividades de investigación en estudiantes de ingeniería, los cuales deben ser capaces de desenvolverse y poner en práctica sus conocimientos al servicio de la sociedad.

Es por ello que el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en conjunto con el Centro de Investigación e Innovación en Electrónica y Telecomunicaciones (CIET) de la Universidad Católica San Pablo de Perú diseñaron una estrategia con varias acciones concretas y una de ellas fue el Programa Internacional de Iniciación Científica (PI²C), con el objetivo de fomentar e incentivar el interés por la investigación científica y tecnológica en estudiantes de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones (IET) en un entorno colaborativo internacional para iniciar a los estudiantes de pregrado en el proceso de investigación científica, poniendo en práctica sus conocimientos académicos y desarrollar la interacción intercultural entre estudiantes y profesores de instituciones educativas de países latinoamericanos. Como secuela el estudiante tiene la oportunidad de ampliar su perspectiva sobre nuevas oportunidades de estudios que se les pueda presentar tanto local como internacionalmente.

El PI²C tuvo su primera versión en el año 2021, sumándose la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC) de Chile y la Universidad Don Bosco (UDB) de El Salvador. Estudiantes y profesores de tres universidades trabajaron de manera colaborativa en formato virtual por un espacio de 10 semanas. Durante el desarrollo del programa se dividió a todos los participantes en equipos de investigación según la línea de conocimiento, de esa forma

pudieron interrelacionarse con personas de otros países paralelamente a los conocimientos académicos que ponían en práctica e intercambiaban con sus pares. En total, se desarrollaron cinco proyectos de investigación, por tanto se formaron cinco equipos [1].

El éxito e interés de estudiantes y profesores involucrados en el proyecto justificó que, un año después, en el 2022, se desarrolle la segunda versión del PI²C. En esta ocasión participó nuevamente la UCSC, se unió la Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Brasil y se decidió incrementar la duración del programa para 12 semanas, así como conformar siete equipos de trabajo. Esto se debió a que se tomó en consideración la retroalimentación de los participantes de la primera edición del programa cuando afirmaron que la experiencia se enriquecería si hubiera más tiempo para trabajar conjuntamente. Además un componente de suma consideración fue el idioma, ya que tanto los profesores y estudiantes tuvieron la oportunidad de afrontar el reto de comunicarse en español y portugués.

El primer paso del PI²C consistía en contactar y ejercer comunicación entre universidades a través de las oficinas de relaciones internacionales; después de haberse gestionado y acordado los procedimientos se pasaba a la convocatoria de profesores en las tres universidades, etapa en la que se creó un documento compartido en drive en el cual los profesores proponían temáticas, cabe resaltar su utilidad al momento de organizar los grupos y definir a los asesores; una vez definidos los temas se pasaba a la convocatoria de estudiantes con la lista de temáticas a las que podían postular; como cuarta etapa, se definieron espacios para las actividades interculturales y dar paso al desarrollo propio de investigación, donde se consideraron reuniones generales de exposición de avances con el objetivo que cada equipo mostrará el avance realizado; como última etapa el PI²C finalizaba con la presentación final de trabajos en una clausura (ver Fig. 1).



Fig. 1 Etapas del PI²C

La Fig. 2 muestra el porcentaje tanto de profesores como de estudiantes de las diferentes universidades que participaron en el PI²C.

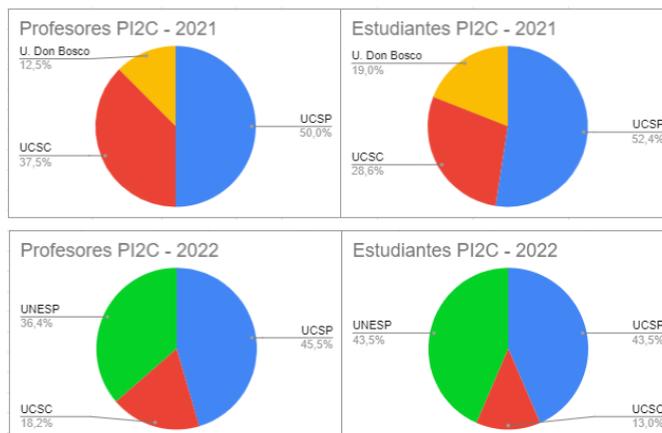


Fig. 2 Participación de profesores y estudiantes en el PI²C - 2021 y PI²C - 2022

Un dato curioso que se detectó, fue que la presencia de mujeres en el programa era menor que la de los hombres y esto se replicaba en todas las universidades colaboradoras. La Tabla 1 muestra el conteo de participación de ambos sexos, evidenciando que la presencia femenina en la educación superior es diferente por área de conocimiento, en este caso una carrera que implicaba ingeniería y tecnología.

| Institución | 2021 | | | | 2022 | | | |
|---|------------|---|-------------|---|------------|---|-------------|---|
| | Profesores | | Estudiantes | | Profesores | | Estudiantes | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M |
| Universidad Católica San Pablo | 3 | 1 | 8 | 3 | 4 | 1 | 7 | 3 |
| Universidad Católica de la Santísima Concepción | 2 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 |
| Universidad Don Bosco | 1 | 0 | 3 | 1 | - | - | - | - |
| Universidade Estadual Paulista | - | - | - | - | 3 | 1 | 5 | 4 |
| | 6 | 2 | 17 | 4 | 9 | 2 | 15 | 7 |

Tabla 1

Presencia M = Mujeres y H = Hombres en el PI²C

El proyecto valoró la postulación y participación de alumnas y profesoras considerando la suma importancia de reconocer el conocimiento, aprendizaje y contribución que ellas aportan a la ciencia en las últimas décadas. Y de alguna manera contribuir y fomentar la participación de mujeres en disciplinas que antes eran consideradas solo para hombres.

A. Espacios para la investigación

Para la selección de proyectos se pidió a los profesores que propusieran temas que no fueran muy complejos, factibles de realizarse de forma virtual y que pudiesen ser culminados dentro de la duración del programa, ya que la propuesta implicaba que los estudiantes pudiesen poner en práctica sus conocimientos universitarios y cumplir con los objetivos trazados.

Para la primera versión del PI²C (2021), gracias a la acción rápida que se tuvo por parte de las Oficinas de Relaciones Internacionales es que se pudo contactar rápidamente con las universidades colaboradoras y convocar a profesores que propusieran temas a desarrollar, fue así que se consolidaron cinco proyectos, los cuales se enumeran a continuación:

1. Análisis de imágenes satelitales en radio observatorios
2. Implementación sensor con publicación mediante python de mediciones en broker MQTT en la nube
3. Plataforma Robótica para la detección de personas en un ambiente indoor basado en la concentración de CO₂
4. Machine Learning en la Industria
5. Industria 5.0

Para la segunda versión del PI²C (2022), se desarrollaron siete proyectos. Cabe resaltar que a diferencia de la primera experiencia, durante el desarrollo de los proyectos 1, 2 y 3, los estudiantes se toparon con diferencias tecnológicas que se viven día a día en sus respectivos países y ciudades, ya que tenían que realizar mediciones o evaluar características propias de su entorno. Esto generó una concientización y mira a nuevas perspectivas y realidades que se viven en latinoamérica.

1. Mediciones de velocidad en redes 3G, 4G y 5G de Brasil, Perú y Chile
2. Mediciones de tiempo en redes 3G, 4G y 5G de Brasil, Perú y Chile
3. Tecnologías del Internet de las Cosas aplicadas al desarrollo de paradas de autobús inteligentes
4. Tecnologías del Internet de las cosas con aplicación a invernaderos urbanos
5. Escáner e impresión 3D para el desarrollo de prótesis
6. Modelado de filtros de microondas utilizando redes neuronales artificiales
7. Planificación de redes de comunicaciones ópticas en entornos con obstáculos

Las reuniones de cada equipo de trabajo eran libres para poder organizarse entre ellos, así como de seleccionar las herramientas que veían por conveniente para comunicarse y organizar sus proyectos. Sin embargo, con el objetivo de hacer un seguimiento y brindar un *feedback* entre los participantes,

se agendaron reuniones generales, convocando a todos los equipos para exponer sus avances de manera sincrónica.

En cuanto a los profesores que cumplían el rol de asesores, se generaron espacios de comunicación para poder intercambiar conocimientos y experiencias con colegas de las otras universidades participantes que trabajaban en su misma línea de investigación.

B. Espacios interculturales

Desde el momento en que la idea sobre el PI²C empezó a nacer se consideró que, además de desarrollar los conocimientos académicos, el proyecto debería avanzar de la mano con espacios interculturales que permitieran a los participantes conocerse mejor, involucrarse en la cultura de los compañeros, es decir, buscaba ser un programa completo del punto de vista académico y cultural. Esto debido a que se viene verificando cada vez más la necesidad de promover una Educación Superior en la cual los estudiantes se desempeñen “de forma eficiente”, es decir, que “desarrollen competencias cognitivas para analizar y resolver problemas y competencias sociales para entender patrones culturales e interactuar en un mundo multicultural” [11].

En ese sentido, en ambas ediciones, después de la selección de alumnos, se realizó una sesión virtual en la cual las diferentes dinámicas realizadas permitieron que cada uno de los participantes se presentará, compartiera un poco sobre su país y las expectativas referente al proyecto que ese día oficialmente iniciaba. Además, fueron realizadas también actividades utilizando herramientas digitales, como, por ejemplo, el Kahoot! o el Mentimeter. A través de estrategias simples, los participantes pudieron conocer más sobre las personas que los iban a acompañar en las siguientes semanas y con los cuales debían colaborar para finalizar el programa exitosamente.

Las actividades interculturales fueron impulsadas por los departamentos de relaciones internacionales de las universidades involucradas. Hubo una comunicación constante con las áreas académicas para encontrar espacios de encuentro intercultural que ocurrieron durante las semanas de desarrollo del proyecto. En ese sentido, está claro que las oficinas de relaciones internacionales fueron pieza clave para el contacto, impulso, coordinación y apoyo en una actividad COIL, cuyo aprendizaje académico no es completo si no va acompañado de un aprendizaje intercultural. Es clave entender que “educar involucra transformar, modificar y desarrollar. Educar interculturalmente es desarrollar la construcción de una realidad común de convivencia, donde nadie se sienta en posesión de la verdad, en depositario o receptáculo único y universal de la verdad” [14].



Fig. 3 Rol de las Oficinas de Relaciones Internacionales en la Pandemia

C. Clausura y cierre

La importancia brindada a la innovación que ameritaba el programa se verificó también en la clausura y cierre del PI²C. Se realizó la exposición de trabajos finales plasmados en un póster, los cuales fueron evaluados a través de una rúbrica de evaluación para seleccionar y premiar a los mejores trabajos. Sin embargo, a todos se entregó un certificado de participación dejando evidencia de su esfuerzo y colaboración.

Para la primera versión del PI²C se utilizó una plataforma innovadora, interactiva y personalizada 3D llamada AvataX, muy diferente a las ya conocidas herramientas para la interacción virtual (ver fig. 4) [1]. Con el motivo de brindar un diferencial más a un programa que se implementaba por primera vez, que tenía un carácter novedoso para las tres universidades involucradas que no habían experimentado una colaboración similar y que se desarrollaba con un público que está muy conectado a las innovaciones y que naturalmente está muy pendiente de los últimos sucesos tecnológicos.



Fig. 4 Plataforma virtual AvataX <https://avatax.pro/>

En cuanto a la segunda versión, se optó por una modalidad diferente, esta consistía en que cada universidad pudiese reunir de manera presencial a sus integrantes y conectarse a una plataforma virtual. Esto generó también un espacio adicional de interacción entre los alumnos de la misma institución que no necesariamente eran del mismo semestre o clase. Se proporcionó un nuevo espacio de interacción y apoyo durante la presentación de sus posters y finalizó con la entrega de un trofeo a los tres primeros puestos. Con el objetivo de estrechar las relaciones con las universidades que aceptaron el reto de ser parte de este proyecto, la UCSP envió réplicas de estos trofeos a las universidades participantes, UCSC y UNESP. De esta forma, y considerando que los equipos estaban conformados por alumnos y profesores de las 3 instituciones, todos los ganadores tienen el trofeo en sus instituciones en representación del compromiso, esfuerzo y dedicación a una experiencia de aprendizaje académica, intercultural e internacional, es decir, significativa.

D. Retos

Los retos más resaltantes a lo largo de las dos versiones del PI²C fueron el horario académico y geográfico, agregando el idioma en la segunda edición. Sin embargo, no fueron razones para que el proyecto no se terminara o que no se alcanzaran los objetivos inicialmente trazados. Finalizando las actividades, los alumnos consiguieron tener la percepción de la importancia de vencer diferentes desafíos en pro de alcanzar una meta de forma exitosa. Se buscó encontrar un horario que fuera factible para todos y hubo un esfuerzo colectivo, no solamente de entender al compañero que no hablaba el mismo idioma, también se verificó el empeño de aprender un poco del nuevo idioma, principalmente los términos técnicos que involucraban los proyectos que se estaban desarrollando.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los estudiantes quedaron con la experiencia de tener asesores de otro país y universidad, ampliando su perspectiva

internacional y el deseo de realizar estudios de maestría en el extranjero cuando acaben sus estudios de pregrado, así como de participar en más actividades que involucren la investigación y el ingrediente intercultural. Además de poner en práctica sus conocimientos en ingeniería para desarrollar sus proyectos, también pusieron en práctica sus habilidades blandas para trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva e incluso adaptarse a los horarios de trabajo e idioma. Concientizar y evidenciar que las actividades académicas y aquellas que requieren de trabajar en equipo, debe ir de la mano con la formación humanística para formar agentes de cambio que puedan obrar en bienestar de la sociedad y afrontar los problemas del futuro.

Dejar huella e impacto antes los jóvenes universitarios que se involucren por la investigación a fin de que su trayectoria pueda ser inspiradora para otros compañeros, así como mejorar su desempeño académico y profesional presente y futuro con una mejor visión, convirtiéndose en entes de cambio y mejora para la sociedad.

Se recopiló información sobre las buenas prácticas de lo que fue la primera versión para mejorarlas en la segunda colaboración, indudablemente ante la experiencia de estas dos, se pretende seguir mejorando para la tercera edición del PI²C - 2023. Cada versión no hubiera sido posible sin el apoyo de las oficinas de relaciones internacionales de cada universidad, agregando además la buena disposición y compromiso de todos los participantes.

REFERENCES

[1] Adrián, M. A. M., Betina, S., Ferreira, S., & Flores, L. S. B. (2022) 14. Colaboración Internacional en Línea como herramienta para la promoción de la investigación científica en alumnos universitarios de Perú, Chile y El Salvador. En Enseñanza Innovadora en la Educación Superior-Actas de la Conferencia.

[2] Barroso-Tanoira, F. G., & Ruiz-Lozano, D. La metodología COIL como alternativa global para el desarrollo de competencias interculturales y digitales. *AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA EDUCACIÓN Y EL APRENDIZAJE*, 54.

[3] Brandenburg, U. y de Wit. H. (2011). The End of Internationalization. *International Higher Education*, 62(62), 15-17. DOI: 10.6017/ihe.2011.62.8533.

[4] Bustos-Aguirre, M. L., & Cano, R. V. (2021). Los cambios en las estrategias de internacionalización en las instituciones mexicanas de educación superior a partir de la pandemia por COVID-19. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 33(2), 269-297.

[5] Colín, P. C. T. (2022). Educación digital en Instituciones de Educación Superior (IES): Clase Espejo. *UPGTO Management Review*, 7(1), 19-30.

[6] Córdoba, V. E. C. (2022). Iniciación científica: Un programa estratégico que transforma a los estudiantes universitarios en investigadores. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 11(1):209-228.

[7] Martinell, A. R., & Casillas, M. Los saberes digitales de los universitarios: una perspectiva internacional comparada en tiempos de pandemia. *Háblame de TIC*, pag 39.

[8] Mayorga, R. (1999). Los desafíos a la universidad latinoamericana en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de educación*.

[9] Meza Morón, O. P. (2018). Proyecto de docencia colaborativa basada en el modelo COIL.

[10] Peers, S. (2018). Statistics on women in engineering. *Women's Engineering Society*, 2018-01.

[11] Quiroz, E. (2013). Internacionalización e interculturalidad; un reto para la educación superior. *Reencuentro*, núm. 67, 57-63. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

[12] Ramírez, A. R., & Bustos-Aguirre, M. L. (2022). Beneficios, inconvenientes y retos de los cursos COIL: las experiencias de los académicos. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 34(2), 328-352.

[13] Ruiz, L. P. Á., Echeverría-King, L. F., Lafont-Castillo, T. I., & Chamorro, M. H. (2022). Experiencias de la Internacionalización en las Instituciones de Educación Superior (IES) en Latinoamérica.

[14] Sáez Alonso, R. (2006). La educación intercultural. *Revista de educación*.

[15] Simão, L. M. et al. (1996). El papel de la iniciación científica para la formación en investigación en el postgrado. En: Simpósio de Investigación e Intercambio Científico de la Asociación Nacional de Investigación y Postgrado en Psicología, 6. Río de Janeiro, Brasil: Anppep.

[16] Uribe, J. D., Cañas, M. I. C., & Navas, M. A. I. (2022). Clases espejo. Internacionalización e inclusión en el aula. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.