

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Internacionalización en Casa: desarrollo de competencias en la Ingeniería

Eloiza **Gomes**

Instituto Mauá de Tecnologia

Brasil

eloiza@maua.br

Gabriel Loureiro de **Lima**

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Brasil

gllima@pucsp.br

Mariano **Ferreiro**

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Argentina

ferreyromariano@gmail.com

Marys Margarita **Arlettaz**

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones

Argentina

marysarlettaz@gmail.com

Sergio Iván **Sedoff**

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones

Argentina

sergiosedoff@gmail.com

Resumen

En este artículo se analizan las competencias que pudieron ser desarrolladas o movilizadas por un grupo de 20 estudiantes de Ingeniería al participar en actividades insertas en una experiencia de Internacionalización en Casa conducida por ocho profesores de cuatro instituciones de educación superior diferentes, dos brasileñas y dos argentinas. Se analizaron las transcripciones de las reuniones virtuales celebradas con los estudiantes y las respuestas que estos dieron a un cuestionario sobre sus percepciones de la experiencia. Se han podido desarrollar y/o movilizar competencias matemáticas, competencias globales y competencias interculturales, siendo estas últimas las que se exigen a los profesionales con perfil internacional.

Palabras clave: Internacionalización en Casa; Ingeniería; Competencias matemáticas; Competencias globales; Competencias interculturales.

Introducción

Este artículo es el resultado de un proyecto de investigación, titulado *La internacionalización en casa: una posibilidad en la nueva normalidad* que se desarrolla en el contexto del Programa de Incentivos a la Internacionalización (PIPRINT) de la Pontificia Universidad Católica de São Paulo¹. Participan cuatro profesores investigadores de las instituciones brasileñas Pontificia Universidade Católica de São Paulo e Instituto Mauá de Tecnologia y otros cuatro profesores investigadores de las instituciones argentinas Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones y Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

El proyecto se propuso con el objetivo de brindar a los estudiantes de Ingeniería, desde el momento en que se incorporan a la carrera, la oportunidad de formar ingenieros con perfil internacional mediante la realización de actividades de internacionalización en línea vinculadas a temas relacionados con las Matemáticas, construidas conjuntamente por docentes brasileños y argentinos, en las que grupos de estudiantes, cada uno de ellos con al menos un representante de cada institución involucrada, trabajan en conjunto para resolver problemas directamente vinculados a la Ingeniería o a la movilización de formas de pensamiento propias de esta área. En este proyecto se asume que el término Internacionalización en Casa (IeC) se refiere a: “actividades y experiencias de enseñanza e investigación desarrolladas en las unidades curriculares [...] a través del establecimiento de espacios formativos auxiliados por las TIC” (Lima et al., 2021, p. 115). A través de ellas, se pretende el “desarrollo, por parte de los estudiantes, de competencias globales e interculturales, dándoles la oportunidad de interactuar con personas de culturas extranjeras sin tener que estudiar en el extranjero y [...] sin necesidad siquiera de salir de sus casas” (Lima et al., 2021, p. 115).

La primera situación en la que se trabajó estuvo relacionada con un tema de interés social: la propagación del Covid-19. La elección de este tema puede ser respaldada por las palabras de Cantoral y sus colaboradores, quienes afirman que es “imprescindible desarrollar entre la población un pensamiento matemático que, basado en prácticas socialmente compartidas, permita lograr una mejor comprensión comunitaria del fenómeno y orientar una buena toma de decisiones” (Cantoral et al., 2020, p. 2).

Las preguntas² preparadas por el grupo de profesores participantes, inspirado por Rebollo-Perdomo (2020), fueron resueltas de forma colaborativa por veinte alumnos voluntarios del primer curso de Ingeniería, cinco de cada una de las cuatro instituciones implicadas en el proyecto en reuniones sincrónicas de dos horas cada una, cuatro que reúnen a estudiantes de ambos países y otras que se celebran por separado en Argentina y Brasil. En este artículo, el foco de análisis estará en las percepciones de los profesores argentinos y brasileños involucrados en

¹ PIPRINT Edital 11915/2022

² Disponibles en: https://drive.google.com/file/d/1n3boMLAsyOYNTIY4U5EAy_4E23IOLArZ/view?usp=sharing

este proyecto sobre sus experiencias en esta primera actividad de IeC. En este artículo, el análisis se centrará en las competencias que podrían desarrollar y/o movilizar los estudiantes argentinos y brasileños que participan del proyecto.

Aportes a la movilización de competencias observados en la experiencia

En la profesión que nos ocupa, la de formar ingenieros competentes es una meta a la que están abocados los países latinoamericanos. El gran desafío, es crear espacios de trabajo interdisciplinario entre los diferentes ciclos que caracterizan a estas carreras en sus diseños curriculares, condición necesaria para la formación de un profesional competente. Esta meta lleva consigo la oportunidad, muchas veces postergada, de la interacción entre las disciplinas del ciclo básico, que en general contiene a la Matemática, y los ciclos intermedio y superior.

En la experiencia que realizamos referida específicamente a la enseñanza de la Matemática nos centramos especialmente en las competencias matemáticas, pero también se movilizan otras competencias de distinta naturaleza, como se explicará a lo largo de este artículo.

La noción de *competencia matemática* tiene referentes que tratan el concepto en los distintos niveles educativos. Se observa que más allá de las diferentes acepciones se encuentran puntos en común que aportan al tema coincidiendo en una perspectiva de la Matemática como disciplina formativa y de soporte para el desarrollo de conocimientos en distintas profesiones, para el accionar laboral y en la vida misma de las personas. Merece especial mención la definición dada por el matemático danés Mogen Niss, según la cual: “la competencia matemática es la habilidad de entender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de situaciones y contextos extra matemáticos, en los que estas juegan o podrían jugar un papel” (Niss, 2002, p.6).

Niss (2002) define ocho competencias matemáticas, organizadas en dos grupos. El primer grupo se relaciona con *la capacidad de hacer y responder preguntas, en y con las matemáticas*: (C1) pensar matemáticamente; (C2) plantear y resolver problemas matemáticos; (C3) modelar matemáticamente; y (C4) razonar matemáticamente. El otro grupo de competencias tiene que ver con *la capacidad de manejar y administrar el lenguaje matemático y las herramientas*: (C5) representar entidades matemáticas; (C6) manipular los símbolos y el formalismo matemático; (C7) comunicarse en, con, y sobre la matemática; y (C8) hacer uso de ayudas y herramientas.

Son pocas las teorías referidas a la enseñanza de la Matemática en el nivel superior y específicamente a la enseñanza de la Matemática para carreras de Ingeniería en línea con la formación de competencias matemáticas para la profesión. En una de estas, la Teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias (TMCC), se centran en las problemáticas sobre el aprendizaje y la enseñanza de la Matemática en profesiones en donde la Matemática no es una meta por sí misma. En este marco se supone que “las competencias son las fortalezas del futuro profesionalista para enfrentar una situación problemática en su ámbito profesional y laboral, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en sus estructuras cognitivas” (Camarena, 2021, p. 107).

Los *conocimientos y habilidades* tienen su base de desarrollo en los denominados *Eventos Contextualizados*, que se definen, según Camarena (2021), como problemas, proyectos o

estudios de caso que se comportan como entes integradores de las disciplinas, ellos no son ejercicios o problemas rutinarios, deben causar un conflicto cognitivo en los estudiantes al leer el enunciado y también deben motivarlos e intrigarlos para querer continuar con la tarea. Por lo tanto, la enseñanza de la Matemática que pretenda la formación de competencias matemáticas no puede proponerse desde compartimentos estancos, tema a tema en forma fragmentada, es imprescindible una concepción interdisciplinaria de la Matemática con las demás disciplinas de la carrera. Tampoco es posible lograr esta formación en un determinado ciclo sino en forma transversal con una propuesta de enseñanza coherente y continua, en espacios curriculares y aún extracurriculares como el que nos ocupa.

Los otros dos componentes, las *actitudes* y *valores* se consideran importantes en la formación del futuro profesional, involucran lo afectivo en lo cognitivo, son transversales a los ciclos de formación y algunos son independientes de la carrera profesional que se desarrolle, como el saber trabajar en equipo, la honestidad, honradez, responsabilidad, etc..

Además de las competencias matemáticas, es esencial proporcionar a los futuros ingenieros el desarrollo y/o la movilización de otros tipos de competencias. Rauer et al. (2021) se refieren a las denominadas *competencias globales*, que se trata de las capacidades para: examinar cuestiones locales, globales e interculturales; comprender y apreciar las percepciones y visiones del mundo de los demás; participar en interacciones abiertas, eficaces y adecuadas con personas de diferentes culturas; y actuar en favor del bienestar colectivo y el desarrollo sostenible.

Lima et al. (2021) basándose en las ideas de Voogt y Roblin (2012) y Stallivieri (2021), plantean que se requieren *profesionales con un perfil internacional*, que “se comuniquen bien, dominen diferentes idiomas, sean resilientes, creativos, críticos, colaborativos, con aguda conciencia global, capaces de moverse en entornos multiculturales, actuar en escenarios inciertos, resolver problemas, trabajar en red, utilizar las TDIC y participar en cocreaciones en entornos remotos” (Lima, 2021 et al, p. 113).

Otro tipo de competencia que el futuro ingeniero debe desarrollar es la *intercultural* que, como destacan Lima et al. (2021, p. 114) es definida “como el proceso de desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes específicas a lo largo de la vida que conducen a comportamientos y comunicaciones efectivas y apropiadas en las interacciones interculturales”.

Para analizar las competencias que pudieron desarrollar o movilizar los participantes en la experiencia, se analizaron las transcripciones de las grabaciones de audio y vídeo de las reuniones celebradas y las respuestas dadas por los estudiantes a un cuestionario destinado a identificar sus percepciones de lo vivido a lo largo del trabajo. Estos análisis se presentan a continuación.

Desarrollo o movilización de competencias en nuestra experiencia

El conjunto de actividades que integraron la experiencia desarrollada puede considerarse como un Evento Contextualizado, que, tal como se define y considera en la TMCC se destaca como motor para el desarrollo de competencias matemáticas, específicamente de competencias matemáticas para la profesión y para la vida considerando a la Matemática como herramienta y

disciplina formativa. Algo muy importante es que los temas, conceptos y algoritmos matemáticos a trabajar no son explícitos, de manera que los estudiantes deben hacer uso de su bagaje de conocimientos y con ayuda de los docentes guías encauzarse hacia la mejor opción para dar respuesta a la cuestión.

En lo que se refiere específicamente a competencias matemáticas contrastamos con el punto de vista de Niss (2002); en el primer grupo aquellas relacionadas con *el pensar matemático tendiente a la resolución de problemas e involucrando la modelación matemática*, están presentes en la propuesta, de la misma manera y en forma paralela también las del segundo grupo *relacionadas con el manejo del lenguaje matemático y de herramientas de apoyo*, todas necesarias para resolver la situación planteada de forma integrada, no aisladas.

Pero resulta particularmente interesante analizar la experiencia desde la mirada de la TMCC. Se observa el desarrollo de los cuatro componentes (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) que hacen presencia en la definición de competencias. *Conocimientos*: se puso en juego las temáticas que los estudiantes consideraron como posibles herramientas de resolución del evento, la obtención de datos a partir de la lectura reflexiva del enunciado y la discusión entre pares con apoyo de los docentes. Se involucró aquí también la interpretación y decodificación de la información y el pensamiento lógico. En opinión de los profesores que participaron en la experiencia, si hay un aspecto que potenciar en las clases de Matemática es la lectura completa del problema a resolver: *se ha observado que estos elementos deben ser mejor trabajados durante las clases, ya que, sobre todo en el primer encuentro, los alumnos, a pesar de haber vuelto al enunciado del problema en numerosas ocasiones, nunca lo leían completamente para buscar pistas que pudieran ayudarles a seguir resolviéndolo.*

En una segunda instancia, ante la herramienta matemática que permite modelar la situación podemos identificar distintas *habilidades*: habilidad para pasar del lenguaje coloquial o natural al lenguaje simbólico; habilidad para identificar variables, constantes y algoritmos y cómo utilizarlos; habilidades para aplicar heurísticas; habilidad para trabajar con distintas representaciones como las simbólicas y las gráficas que le permitieron una mejor visualización de la situación y comparación de distintos modelos para la toma de postura frente al problema. El testimonio de dos de los sujetos participantes en la experiencia destaca aprendizajes relacionados con los elementos mencionados en este párrafo.

Un estudiante, refiriéndose a una situación que requería la determinación de una constante de proporcionalidad, afirma que: *aprendí algo muy interesante: el rol de las constantes, porque yo al principio me puse a buscar una fórmula que siempre nos da un número sin encontrar ningún tipo de constante y en ese caso ahí me corrigió el docente y me mostró, me hizo leer bien el problema y ahí pude aprender cómo se buscaba la constante, de qué forma podíamos hacer eso [...] así que fue muy interesante.* Señala otro estudiante: *después en los consecutivos modelos que desarrollamos nosotros logramos entender y notar que las matemáticas en estos contextos nos dan sólo una aproximación para estimar o dar un panorama de lo que podría pasar, pero nunca vamos a lograr un resultado certero. [...] hay que entender, interpretar que nos podría dar, cuál sería el resultado correcto.*

Las habilidades referidas al manejo de la informática como medio de apoyo para la resolución se destacan aquí con el conocimiento y la elección del *software* adecuado. Esta instancia resultó muy interesante ya que ante la puesta en escena de las ventajas encontradas a la hora de realizar cálculos, la motivación se potencia y permite que los estudiantes tomen conciencia de la necesidad del manejo informático. A este respecto, un participante comenta: *el software es muy importante y nosotros tenemos que incluir como estudiantes cada vez más, por ejemplo GeoGebra, que nos permitió entender toda la función que modela el comportamiento del Covid desde los contagios a lo largo del de la Argentina.*

Las *actitudes* se involucraron en la experiencia, especialmente en lo que hace a la responsabilidad tomada por los estudiantes en una actividad que no está dentro del curso y por lo tanto no será evaluada, cumplieron con las pautas establecidas para las reuniones virtuales, la participación estuvo marcada por iniciativas positivas, siempre dispuestos a escuchar a sus pares y docentes. Los profesores que participaron en la experiencia notaron cambios en las actitudes de algunos de los alumnos participantes durante las clases del curso regular. Uno de los profesores señala: *una de las participantes era una chica muy callada y tímida durante las clases. Pero después[...] cambió: participa en las clases, hace preguntas, se entusiasma y busca nuevos conocimientos de forma autónoma. La experiencia le dio seguridad.*

En cuanto a las *competencias globales e interculturales*, imprescindibles de desarrollar por parte de quienes aspiran a convertirse en *profesionales con perfil internacional*, la experiencia permitió afrontar, ejercitar y superar el reto de comunicarse en otro idioma, lo cual es fundamental dado que, como señala uno de los profesores del equipo: *en el mundo profesional hay que comunicarse con personas de otros países y hay que saber hacerse entender y eso no es fácil.* Así, en actividades como esta, como señala otro profesor, *el idioma puede ser un obstáculo, pero también puede ser un desafío.* Según los estudiantes participantes, la comunicación fue un gran desafío entre los grupos de Brasil y Argentina debido a los diferentes idiomas, pero se llevó a cabo con una buena predisposición para entenderse y lo lograron. Uno de los estudiantes brasileños comenta incluso: *he aprendido a comunicarme con más claridad y a realizar un análisis crítico de un problema.*

El trabajo en equipo de forma colaborativa entre sus miembros, otro elemento muy importante para un profesional con perfil internacional, aunque se necesita tiempo para que se establezca de manera efectiva, se pudo resolver en buen nivel más allá de que algunos miembros no se conocen personalmente y en parte se complica desde el espacio virtual. Según uno de los estudiantes que participó: *uno de los puntos positivos fue que pudimos relacionarnos con gente de otro país incluso sin haber salido de casa. Y también el trabajo en equipo, que creo que el mercado laboral considera importante y fue muy diferente a las actividades que estamos acostumbrados a realizar en el aula.* Las actividades, tal como se desarrollaron, permitieron destacar valores como la sinceridad sin reservas el "no sé" o "no te entiendo" acompañado de una total empatía en el trabajo conjunto así como la paciencia ante el compañero que manifiesta con humildad no saber "por dónde andan" con el *software* o algún algoritmo. Además, como señala un estudiante brasileño: *las principales lecciones aprendidas fueron las diferencias de puntos de vista, incluso con los propios brasileños. Muchos vinieron con ideas diferentes a las que yo tenía, y esto fue muy enriquecedor.*

Internacionalización en Casa: desarrollo de competencias en la Ingeniería

La interacción con personas de diferentes culturas y la posibilidad de ejercitar la comprensión de diferentes visiones del mundo y de diferentes realidades sobre un tema determinado (en este caso, la situación en Argentina y Brasil durante la pandemia del Covid-19), que son elementos constitutivos de las *competencias globales*, también pudieron ejercitarse a lo largo de la experiencia. Respecto a esto, uno de los estudiantes brasileños comenta: *lo que me resultó muy interesante fue su perspectiva sobre la pandemia. Cuando empecé a escribir, dije: en Brasil, debido a los conflictos políticos, acabamos con un déficit en la economía. Entonces los argentinos dijeron que en Argentina era lo mismo. Me parece interesante este intercambio de experiencias. Este intercambio de cómo era en cada lugar, para ver que, queriéndolo o no, era muy similar.* Uno estudiante argentino comentó que uno de los puntos positivos de la experiencia fue *conocer gente de otras partes del mundo lo cual es un plus, ya que la realidad de los brasileños no es la misma que la que vivimos en Misiones, donde la población es muy pequeña y la gente tiene otras actitudes. Incluso en relación con Buenos Aires tenemos actitudes diferentes.*

Para concluir

La experiencia extracurricular tan particular permite vislumbrar la posibilidad de cambios que vayan acompañando la formación de competencias para la profesión. El descubrimiento temprano de cuál será el uso de la Matemática posibilita en los estudiantes la motivación a involucrarse en un aprendizaje significativo de la misma. Es lógico suponer que las acciones como las llevadas a cabo no alcanzan para el desarrollo de las competencias matemáticas tal como se las describen y pretende, pero, consideramos que si se logra despertar intereses como los que percibimos en el grupo de estudiantes de ambos países, es un granito de arena que merece atenderse.

Bibliografía y referências

- Camarena, G. P. (2021). *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*. Recuperado de <https://edunse.unse.edu.ar/libros/digitales/>
- Cantoral, R., Ríos Jarquín, W., Reyes Gasperini, D., Cantoral Uriza, E. A., Barrios, E., Fallas Soto, R., ..., & Bonilla Solano, A. (2020). Matemática Educativa, transversalidad y COVID-19. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 23(1), 1-19.
- Kowalski, V., Erck, I., Enriquez, H., & Arlettaz, M. (2020). *Programa de Posgrado La Matemática en la Formación de Ingenieros Competentes* – UNaM - Misiones, Argentina. Serie Materiales de Apoyo - Segunda Edición: mayo 2020.
- Lima, G. L.; Paula, M. R.; Bianchini, B. L.; Cossú, C. M. F. A.; Santos, E. A.; Gomes, E., ..., & Gonzatti, S. E. M. (2021). O Novo Normal no ensino de Ciências Básicas e Matemática na Engenharia: os caminhos abertos – e pedras neles reveladas - pelas experiências vivenciadas durante a pandemia de Covid-19. In A. M. Tonini & T. R. D. S. Pereira. (Orgs.), *Formação em Engenharia: tecnologia, inovação e sustentabilidade* (pp. 92-146). Brasília: ABENGE.
- Niss, M. (2002). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish kom project. Recuperado de <http://www.math.chalmers.se/Math/Grundutb/CTH/mve375/1213/docs/KOMkompetenser.pdf>

Internacionalización en Casa: desarrollo de competencias en la Ingeniería

Rauer, J. N., Kroiss, M., Kryvinska, N., Engelhardt-Nowitzki, C., & Aburaia, M. (2021). Cross-university virtual teamwork as a means of internationalization at home. *The International Journal of Management Education*, 19(3), 1-13.

Rebollo-Perdomo, S. (2020). Un modelo simple para el número de infectados por Covid-19. *Materials matemàtics*, 1-12.