

Artículos científicos**Abordaje de la brecha cognitiva postpandemia en estudiantes de ingeniería industrial***Addressing the post-pandemic cognitive gap in industrial engineering students***Gerardo Ochoa Salcido**

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Gerardo.ochoas@hermosillo.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-6232-7733>**Julia Graciela Preciado León**

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Julia.preciadol@hermosillo.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-6347-6933>**Rafael García Martínez**

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Rafael.garciam@hermosillo.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0001-7175-5361>**Resumen**

Uno de los sectores más afectados por la pandemia sin duda fue el educativo, en este sentido una gran cantidad de instituciones se vieron en la necesidad de cerrar sus puertas y continuar impartiendo las clases en modalidad no presencial, las sesiones virtuales han representado un gran reto sobre todo en las materias que contemplan prácticas en laboratorios y talleres así como visitas industriales, en gran medida por falta de simuladores o herramientas para realizar las prácticas en modalidad no presencial, en este sentido, se realiza una investigación que permita detectar y analizar la brecha cognitiva que se generó por concepto de las clases no presenciales con el objetivo de diseñar un modelo de intervención para disminuir dicha brecha. La investigación se realiza en la generación 2019 de la carrera de ingeniería industrial del tecnológico nacional de México- campus Hermosillo. Con el diseño e implementación del modelo de intervención se busca reducir la brecha cognitiva, dicho modelo será diseñado mediante grupos de enfoque de la academia ingeniería industrial e impartido por docentes especialistas de las diferentes materias que contemplan prácticas de talleres y laboratorios que fueron impartidas a este grupo de estudiantes durante la pandemia. Como parte final de la investigación se evaluará el impacto de la implementación del modelo de intervención en dicha generación de estudiantes.

Palabras clave

Brecha cognitiva/modelo de intervención/educación/ clases virtuales/pandemia

Abstract

One of the sectors most affected by the pandemic was undoubtedly the educational sector, in this sense a large number of institutions were forced to close their doors and continue teaching classes in a non-face-to-face modality, virtual sessions have represented a great challenge, especially in subjects that contemplate practices in laboratories and workshops as well as industrial visits, largely due to the lack of simulators or tools to carry out the practices in a non-face-to-face modality, in this sense, research is being carried out to detect and analyze the cognitive gap that was generated by the concept of non-face-to-face classes with the aim of designing an intervention model to reduce said gap. The research is carried out in the 2019 generation of the industrial engineering career at the National Technological Institute of Mexico - Hermosillo campus. With the design and implementation of the intervention model, the cognitive gap is sought to be reduced. Said model will be designed through focus groups from the industrial engineering academy and taught by specialist teachers from the different subjects that contemplate workshop and laboratory practices that were taught to this group of students during the pandemic. As a final part of the research, the impact of the implementation of the intervention model on this generation of students will be evaluated.

Keywords

Cognitive gap/intervention model/education/virtual classes/pandemic.

Introducción

En el año 2019 la humanidad enfrentó uno de los más grandes retos de este milenio, surgió un nuevo virus denominado “COVID-19”. Desde su aparición, nuestros hábitos, rutinas y dinámica de vida sufrieron un cambio drástico.

Ante la emergencia sanitaria se tomaron una serie de decisiones con urgencia inevitable debido a la pandemia, derivado del confinamiento al que fuimos sujetos, fue necesario suspender clases presenciales y emigrar de la modalidad no presencial o virtual durante 785 días. En ese contexto, la presente investigación busca analizar las repercusiones académicas que se tuvieron en la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Industrial del TecNM campus Hermosillo (ITH) generación 2019. Para ello, los instrumentos que ayudaron a obtener la información necesaria para generar el diagnóstico de la brecha cognitiva fueron: análisis documental, entrevistas a docentes y estudiantes y encuesta a estudiantes. Para ello diseñó un instrumento de recolección de datos obtenidos por la realización de un grupo focal con la integración de 30 estudiantes de ingeniería industrial generación 2019 en colaboración con docentes de ingeniería industrial especialistas en las materias analizadas, se aplicaron 167 encuestas como muestra representativa de los 211 alumnos de esta licenciatura generación 2019 con base en su experiencia en las clases virtuales que cursaron durante la pandemia. Esta investigación está fundamentada en investigaciones previas publicadas por distintos autores referentes al tema del impacto en los estudiantes en modalidad virtual.

Metodología

La presente investigación se realizó en TecNM Campus Hermosillo, los participantes son estudiante que pertenecen a la generación 2019 de la licenciatura de ingeniería industrial.

Los aspectos explorados tienen una connotación general, lo que permite afirmar que no corresponde exclusivamente a la formación en ingeniería industrial. La investigación es de tipo mixto, de corte descriptivo y transversal.

Se ha dividido en las siguientes fases:

Fase de Diagnóstico, para esta parte se analizó el currículo para definir las asignaturas que indicaban la realización de prácticas en talleres y laboratorio, así como visitas industriales cursadas durante los cinco semestres de los participantes. Las materias son:

- Metrología y Normalización
- Estudio del Trabajo I y II
- Procesos de Fabricación
- Administración del Mantenimiento
- Higiene y Seguridad Industrial
- Administración de las Operaciones I y II
- Ergonomía

Con base en lo anterior, cada docente titular de las enunciadas asignaturas y que pertenecen a la academia de ingeniería industrial, se entrevistaron, y con ello se llevó a cabo la redacción del instrumentos y posterior recolección de la información.

Al final se diseña un cuestionario con 27 preguntas de opción múltiple en escala de Likert, también se incluyeron interrogantes de tipo dicotómico. Antes de su aplicación el cuestionario fue validado a través de un grupo de enfoque de estudiantes, así como de docentes especialistas pertenecientes a la academia de ingeniería industrial. Se aplicó a través de Google forms, y se obtuvieron los datos con el programa Excel.

Los estudiantes fueron informados acerca del objetivo de la investigación y fue voluntario, garantizando en todo momento la garantía de respeto y anonimato. Se utilizó la

Fórmula
$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$
 para la obtención de la muestra.

Nuestros resultados muestran que existen brechas significativas de conocimiento específico de la disciplina entre la mayoría de nuestros participantes. Para tal efecto se propone un modelo de intervención con enfoque institucional integrado, que abarque las diferentes competencias a fortalecer para abordar las brechas de conocimiento identificadas.

Fase de Diseño del Modelo de Intervención, este modelo se desarrolló entre los docentes especialistas de las asignaturas de la academia de ingeniería industrial y se contara con la colaboración de un grupo de estudiantes de la citada generación.

Fase de Implementación del Modelo de Intervención, la implementación fue programada para este semestre 2022-2. En grupos de trabajo por asignaturas se analizaron los datos recolectados y se diseñó un modelo de intervención que permita reducir la brecha cognitiva detectada y se ofreció de manera voluntaria en espacios complementarios a los horarios de clases de los docentes y estudiantes de la generación 2019.

Fase de Evaluación del Modelo de Intervención, una vez implementado el modelo, se procedió a la evaluación correspondiente para analizar el nivel de las competencias desarrolladas por los estudiantes sujetos de la presente investigación. Después del análisis del impacto de la implementación del modelo se realizaron los ajustes necesarios con base en la retroalimentación para determinar la necesidad de una segunda fase del modelo de intervención.

Con esto, el presente estudio hace una contribución para abordar las realidades sobre las brechas cognitivas en la formación de profesionistas en ingeniería industrial post COVID.

Resultados

De acuerdo con los resultados de las 167 encuestas aplicadas el 89% de los estudiantes consideran que las clases en modalidad no presencial afectaron su formación académica y expresan diferentes causas, entre otras están la gran cantidad de distractores que tienen al estar tomando clases desde sus respectivos hogares, también argumentan fallas técnicas de la conectividad y equipos, así como la falta de motivación o ansiedad por el encierro.

El 97% de los estudiantes consideran que la modalidad no presencial impactó de manera negativa en materias donde se contemplaban visitas industriales, prácticas de laboratorios y talleres, la gran mayoría de los estudiantes argumentan que dicho impacto se presentó por la falta de prácticas aunado a la insuficiencia en software, simuladores y visitas virtuales que puedan suplir o ayudar a comprender las habilidades prácticas propias de cada materia. El 80.2% de los estudiantes consideran importante tomar cursos de nivelación o remediales para fortalecer las competencias que a su consideración no alcanzaron a desarrollar de forma efectiva por los efectos de la modalidad no presencial.

El 64.1% de los estudiantes consideraron que haber tomado clases no presenciales durante cuatro semestres afectó de manera significativa su rendimiento académico durante los semestres posteriores, en su gran mayoría expresan que esta situación se debe a no haber desarrollado las competencias necesarias y en este mismo sentido el 63.5% de los estudiantes de esta generación consideraron que también se verá afectada su competitividad como egresado.

En la tabla 1 se muestran los resultados de los porcentajes de estudiantes que perciben haber alcanzado a desarrollar diferentes niveles en las nueve materias analizadas. También se incluye el

porcentaje de estudiantes acumulado que alcanzaron a desarrollar las competencias en los rangos de 0 a 60%. Es de llamar la atención en la materia de procesos de fabricación 8 de cada 10 estudiantes declararon haber desarrollado como máximo solo el 60% de las competencias declaradas en el plan de estudios, seguramente esto se debe a que muchos de ellos han tenido pocas e incluso ninguna, oportunidad de realizar práctica en máquinas convencionales o en procesos de maquinado con control numérico por computadora (CNC). En la materia de administración del mantenimiento se detecta que el 52.2% de los estudiantes desarrolló más del 60% de las competencias siendo esta asignatura la que tiene los más altos valores en este rango, es importante comentar que en algunos grupos de esta asignatura lograron realizar prácticas de laboratorio en la recta final del semestre cuando se tuvo oportunidad de regresar en modalidad presencial al final del semestre 2022-1. También un dato interesante es que en promedio el 59.5% de los estudiantes sólo alcanzó a desarrollar como máximo el 60% de las competencias que contemplan los planes de estudio.

Los valores detectados en los rangos de 0 a 40% de desarrollo de competencias están en gran medida asociados a problemas técnicos de equipos y conectividad de estudiantes y docentes, en este sentido coincide con los hallazgos de algunos autores que aseguran que la parte de tecnología y conectividad impactaron de manera muy negativa en muchos casos.

A continuación, se muestran en las tablas 1A-1 y 1A-2 los porcentajes de dominio correspondiente a las asignaturas objeto de estudio del presente trabajo de los resultados obtenidos de las 22 preguntas contenidas en el instrumento de recolección de datos orientadas a cada una de las nueve materias seleccionadas donde se aborda el tema de la percepción de los estudiantes de los porcentajes en que dominan algunas de las competencias contenidas en el plan de estudios de las materias analizadas. En la Tabla 1A-3 se muestra el porcentaje acumulado.

Tabla 1A-1. Porcentaje de dominio de las diferentes materias de 0 al 60% de dominio en competencias

MATERIA	PORCENTAJE DE DOMINIO EN COMPETENCIAS 0-20	PORCENTAJE DE DOMINIO EN COMPETENCIAS 21-40	PORCENTAJE DE DOMINIO EN COMPETENCIAS 41-60
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	8.16%	14.46%	25.1%
ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES II	7.65%	16%	27.81%
ESTUDIO DEL TRABAJO I	17%	19.7%	24.7%
ESTUDIO DEL TRABAJO II	10.6%	15.5%	30.6%
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	11.2%	19.6%	26.2%

ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES I	16.7%	20.1%	22.6%
ERGONOMÍA	15.85%	18.15%	25.82%
METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN	18.7%	20.3%	26.8%
PROCESOS DE FABRICACIÓN	42.9%	18.6%	19.2%
PROMEDIO $\bar{x}$	16.52%	18.04%	25.4%

Tabla 1A-2. Porcentaje de dominio de las diferentes materias de 0 al 60% de dominio en competencias.

MATERIA	PORCENTAJE DE DOMINIO EN COMPETENCIAS 61-80	PORCENTAJE DE DOMINIO EN COMPETENCIAS 81-100
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	33.3%	18.86%
ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES II	30.45%	17.9%
ESTUDIO DEL TRABAJO I	28.3%	19%
ESTUDIO DEL TRABAJO II	27.7%	15.8%
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	27.7%	15.1%
ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES I	30.15%	10.4%
ERGONOMÍA	25.06%	14.52%
METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN	24.9%	9.3%
PROCESOS DE FABRICACIÓN	14.1%	5.1%
PROMEDIO $\bar{x}$	26.85%	13.99%

Tabla 1A-3. Porcentaje acumulado

MATERIA	PORCENTAJE ACUMULADO
	0-60
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	47.8%
ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES II	51.6%
ESTUDIO DEL TRABAJO I	52.6%
ESTUDIO DEL TRABAJO II	56.5%
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	57.1%
ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES I	59.4%
ERGONOMÍA	59.8%
METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN	65.8%
PROCESOS DE FABRICACIÓN	80.8%
PROMEDIO $\bar{X}$	59.5%

Nuestros resultados muestran que existen brechas significativas de conocimiento específico de la disciplina entre la mayoría de nuestros participantes. Para tal efecto se propone un modelo de intervención con enfoque institucional integrado, que abarque las diferentes competencias a fortalecer para abordar las brechas de conocimiento identificadas.

Discusión

Los resultados obtenidos a partir de las 167 encuestas reflejan una problemática ampliamente documentada: la modalidad no presencial implementada durante la pandemia afectó de forma significativa la formación académica de los estudiantes. De acuerdo con Ausubel (2002), el aprendizaje significativo requiere condiciones que faciliten la atención, la motivación y la vinculación de los nuevos conocimientos con experiencias previas. Sin embargo, los estudiantes señalaron la presencia de distractores en el hogar, fallas en la conectividad y ansiedad por el encierro como factores que obstaculizaron dichas condiciones, lo cual limitó la consolidación de aprendizajes.

De manera particular, el 97% de los encuestados afirmó que la modalidad no presencial impactó negativamente en asignaturas prácticas, tales como laboratorios, talleres y visitas industriales. Kolb

(1984) sostiene que la experiencia es un componente esencial del aprendizaje, pues permite la interiorización de competencias profesionales mediante la práctica. La ausencia de estas oportunidades evidenció que el conocimiento teórico no basta por sí mismo para garantizar el dominio de habilidades técnicas, especialmente en áreas como la ingeniería.

Asimismo, un 80.2% de los estudiantes considera necesaria la implementación de cursos de nivelación o remediales para recuperar competencias no desarrolladas. Este hallazgo coincide con el enfoque por competencias, el cual resalta que la formación debe garantizar la adquisición de saberes, habilidades y actitudes transferibles al campo laboral (Tobón, 2013). Además, revela la autoconciencia de los propios estudiantes sobre sus carencias formativas, lo que representa un punto de partida para el diseño de intervenciones pedagógicas focalizadas.

Por otra parte, el 64.1% señaló que su rendimiento académico se vio afectado y el 63.5% percibe un impacto en su competitividad como egresado. Esto puede explicarse desde la teoría del capital humano, que reconoce a la educación como un factor clave en la empleabilidad y en la mejora de las condiciones socioeconómicas (Becker, 1993). En este caso, la percepción de insuficiencia en la formación podría traducirse en inseguridad al incorporarse al mercado laboral, lo que plantea un desafío para las instituciones educativas en cuanto al aseguramiento de la calidad de sus egresados.

Los hallazgos específicos por materia complementan este panorama. En procesos de fabricación, ocho de cada diez estudiantes reportaron haber desarrollado como máximo el 60% de las competencias. Este resultado puede relacionarse con la falta de acceso a prácticas en máquinas convencionales y de control numérico computarizado (CNC). Según Lave y Wenger (1991), el aprendizaje situado y la participación en comunidades de práctica son esenciales para la construcción de competencias; sin estas experiencias, el aprendizaje se limita a un plano meramente teórico. En contraste, en la asignatura de administración del mantenimiento, el 52.2% de los estudiantes desarrolló más del 60% de las competencias, debido a que algunos grupos alcanzaron a realizar prácticas presenciales al final del semestre 2022-1. Esto muestra cómo el contacto directo con la práctica incide de manera determinante en el logro de aprendizajes significativos.

En términos globales, el promedio revela que casi seis de cada diez estudiantes solo alcanzaron como máximo un 60% de las competencias establecidas en los planes de estudio. Los bajos porcentajes (0–40%) se vinculan principalmente con problemas técnicos de conectividad y de equipo, un hallazgo consistente con investigaciones que señalan la brecha digital como un obstáculo central durante la educación remota de emergencia (Hodges et al., 2020; García-Peñalvo, 2021).

Conclusiones

El avance de la presente investigación nos permitió determinar que efectivamente existe una brecha cognitiva generada durante la pandemia por la necesidad de emigrar a la modalidad no presencial, según la percepción de los propios estudiantes, no alcanzaron a desarrollar la totalidad de las competencias contempladas sobre todo en los planes de estudio que consideran prácticas de laboratorios y visitas industriales, esta brecha cognitiva sin duda impactará en su desempeño académico en semestres posteriores y muy probablemente también impacte en su competitividad

como egresado. Por tal motivo es de total importancia la implementación de estrategias para reducir lo más posible la brecha cognitiva antes mencionada. En este sentido el modelo de intervención propuesto estará orientado a la reducción de ese diferencial cognitivo detectado en el presente proyecto. En este punto es necesario reconocer el esfuerzo, dedicación y compromiso de toda la planta docente de la academia de ingeniería industrial y en general del TecNM campus Hermosillo que en todo momento se ha mostrado sensible y colaborativa con las estrategias que se habrán de implementar para la mejoría del estatus actual de la formación profesional de los estudiantes.

Futuras líneas de investigación

Como resultado de esta investigación da para futuras líneas de investigación como: el diseño de cursos remediales o de nivelación, donde se puede analizar la efectividad de los programas de una manera más específica orientados a recuperar competencias prácticas perdidas durante la educación en línea. Otra sería Competitividad de los egresados en el mercado laboral, en este caso se podría dar seguimiento longitudinal de la inserción laboral de los egresados que cursaron varios semestres de modalidad on line, de igual manera analizar las percepciones de los empleadores sobre el desempeño y competencias adquiridas.

Referencias

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3rd ed.). The University of Chicago Press.
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Digital transformation in the universities: Implications of the COVID-19 pandemic. *Education in the Knowledge Society*, 22, 1–8. <https://doi.org/10.14201/eks.25465>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ª ed.). Ecoe Ediciones.