

APRENDIZAJE BASADO EN RETOS Y EN SERVICIO SOCIAL PARA FORTALECER COMPETENCIAS EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

CHALLENGE-BASED LEARNING AND COMMUNITY SERVICE TO STRENGTHEN SKILLS IN BIOTECHNOLOGY ENGINEERING

J. Castillo Reyna¹
C. R. Maldonado Barraza²
C. D. González Barriga³

RESUMEN

En la actualidad, la integración de proyectos reales en entornos empresariales es clave para mejorar la preparación académica y el desempeño estudiantil. Este estudio compara dos modelos educativos implementados en el Tecnológico de Monterrey: el modelo tradicional basado en clases impartidas por un profesor y el modelo Tec21 que emplea socios formadores para plantear desafíos en contextos reales. Se evaluaron seis grupos, recolectando datos cualitativos y cuantitativos. Los resultados cualitativos obtenidos a través de encuestas revelaron que los estudiantes valoraron positivamente la experiencia de servicio social, destacando su impacto en el aprendizaje y el beneficio para la comunidad. A nivel cuantitativo, los promedios finales evidenciaron un mejor desempeño académico en el modelo Tec21 en comparación con el modelo tradicional (p-valor 0.00). Además, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos dentro de cada modelo (p-valor 0.780). Estos hallazgos resaltan la importancia de los proyectos en la educación para potenciar el aprendizaje y fomentar la conciencia social en los estudiantes.

ABSTRACT

Integrating real projects into business environments enhances academic preparation and student performance. This study compares two educational models implemented in Tecnológico de Monterrey: the traditional model relies on lectures delivered by a professor, and the Tec21 model involves training partners to present challenges in real contexts. Six groups were assessed using a mixed-methods approach, gathering qualitative and quantitative data. The qualitative results, obtained through surveys, indicated that students valued the social service experience positively, emphasizing its impact on learning and its benefits to the community. On a quantitative level, the final averages demonstrated superior academic performance in the Tec21 model compared to the traditional model (p-value 0.00). Additionally, no significant differences were observed among the groups within each model (p-value 0.780). These findings underscore the importance of projects in education for enhancing learning and developing social awareness in students.

ANTECEDENTES

El servicio social constituye un componente fundamental en la formación universitaria, al vincular a los estudiantes con su entorno y fomentar valores de responsabilidad social y compromiso ciudadano. Sin embargo, una problemática es la falta de motivación de los estudiantes hacia su realización cuando no guarda una relación directa con su campo de estudio. Esta situación puede generar un desempeño deficiente y una percepción negativa del servicio social como una carga administrativa obligatoria y una disminución en el impacto potencial de estas iniciativas en las comunidades beneficiadas. No obstante, Méndez-García,

¹ Profesora Investigadora. Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, jcastillo@tec.mx

² Directora de Ingeniería en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, carmenrocio.maldonado@tec.mx

³ Profesora Investigadora. Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, cgonzalezb@tec.mx

O. (2018) menciona que, en muchos programas universitarios, la asignación de espacios de servicio social no considera la afinidad con la carrera del estudiante, lo que provoca una percepción de irrelevancia académica y profesional. En consecuencia, se limita el impacto positivo que esta experiencia podría generar tanto en el desarrollo estudiantil como en el fortalecimiento de las comunidades

beneficiadas. Dado el papel clave del servicio social en la formación integral y en la generación de impacto social, resulta muy importante el generar entornos donde los estudiantes encuentren un apego en los temas y actividades realizadas dentro del servicio social.

El presente estudio busca explorar enfoques innovadores que permitan alinear estos programas con las expectativas de los universitarios, promoviendo así una mayor participación y compromiso en estas actividades y el desarrollo de competencias transversales. Por lo que una interrogante planteada es ¿cómo podría el servicio social impactar en la calidad del aprendizaje y en incrementar el interés por su realización?

Para tratar de responder a la interrogante anterior y así mismo impactar en el aprendizaje de su estudiantado, en 2019, el Tecnológico de Monterrey tomó la decisión de innovar en sus planes de estudio y en la forma de impartir clases en su nuevo Modelo Educativo Tec 21. Este modelo se centra en la formación de estudiantes basada en la resolución de retos o desafíos involucrando a socios formadores (SF) que buscan resolver problemas en sus empresas y que acuden a las aulas para compartir sus problemáticas con los estudiantes (Edutrends, 2015).

El aprendizaje basado en retos (ABR) es una metodología activa que busca que los estudiantes desarrollen habilidades de resolución de problemas. Se centra en el alumno y en la simulación de experiencias laborales reales. El ABR tiene sus raíces en el aprendizaje vivencial, que se basa en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en experiencias de aprendizaje abiertas (Álvarez-Tostado, 2020). Así mismo, el ABR ha permitido incrementar no sólo los conocimientos teóricos de los estudiantes sino también sus habilidades transversales y prácticas para que sean capaces de responder a los cambios sociales, económicos, científicos y tecnológicos. Aunado a lo anterior, los socios formadores brindan a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia en habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo, el liderazgo, la toma de decisiones y la resolución de problemas.

La carrera de Ingeniería en Biotecnología, perteneciente al departamento académico de Bioingeniería, en la Escuela de Ingeniería y Ciencias (EIC), se distingue por abordar problemáticas científicas y tecnológicas de gran impacto. Los estudiantes reciben su formación teórica como práctica, simultáneamente, en materias denominadas unidades de formación (UF). Dentro de estas UF existen materias que conllevan la resolución de una o más situaciones problema, y también existen bloques que involucran la resolución de retos proporcionados por un socio formador (previamente mencionados). El bloque *Experimentación In Vitro* es impartido en el quinto semestre, los estudiantes toman un curso de diez semanas en las cuales aprenden técnicas avanzadas de cultivo celular y desarrollan competencias clave como la gestión de la innovación. A través de este curso, los alumnos se enfrentan a escenarios académicos y sociales en los que deben demostrar habilidades de

comunicación efectiva, argumentación científica. Esta UF promueve la responsabilidad social, impulsando a los estudiantes a aplicar la biotecnología en la solución de problemas con impacto industrial, clínico, y/o ambiental (Saavedra-Gastélum, et al., 2024) y, además, se vincula con el departamento de servicio social y los socios formadores que apoyan con las experiencias vivenciales de los estudiantes.

Con la intención de incrementar el interés de los estudiantes en el servicio social en Experimentación in Vitro se tuvieron dos socios formadores, la Fundación Biósfera de Álica dedicada a la protección, conservación y desarrollo de la Sierra de Álica en Nayarit (Biósfera de Álica, s.f.), que colabora con universidades para la propagación de plantas, en alineación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 y el Museo de las Semillas en Chihuahua, para acercar la cultura, la ciencia y la tecnología a niños y adultos a través de actividades lúdicas que brinda un espacio para promover y desarrollar habilidades de investigación y difusión del conocimiento (Museo Centro Semilla, s.f.). La intención educativa de este trabajo radica en que al incorporar el servicio social en proyectos universitarios permita la aplicación directa de conceptos teóricos en escenarios reales, facilitando una comprensión más profunda y contextualizada de los contenidos académicos. De esta forma, se promueve la consolidación del conocimiento y la capacidad de resolver problemas complejos, aspectos fundamentales en la formación de profesionales competentes (Smith, A., & Johnson, B. 2016; Martínez, S., y Pérez, G., 2019).

METODOLOGÍA

El objetivo de la investigación fue evaluar si el desarrollo de proyectos vinculados al departamento de servicio social impacta positivamente en el desempeño del aprendizaje de los estudiantes de *Experimentación in vitro* de Ingeniería en Biotecnología. Es importante mencionar que la malla curricular de los planes anteriores no contemplaba un proyecto social vinculado a la clase, por otro lado, el modelo Tec 21 cuenta con un atributo llamado “Sentido Humano”, que requiere de la vinculación con SF cuyos proyectos fueron el mantenimiento del jardín botánico, la propagación de plantas en peligro de extinción en el estado de Chihuahua, la implementación de talleres prácticos para las personas visitantes al Museo Semilla del estado de Chihuahua.

Como parte de la consolidación del proyecto de vinculación social, los estudiantes entregaron diversos productos que se detallan a continuación:

1. Una página web para el inventario electrónico de especies vegetales presentes en el jardín botánico del museo de semillas. Impresión de Códigos QR informativos de cada una de las especies vegetales del jardín botánico. Inventario electrónico de material vegetal y desarrollo de una página web de acceso a los visitantes del museo Semilla. Durante la impartición de la UF, el jardín botánico se dividió en áreas en las que se realizó compostaje, resiembra de cultivos y podas, consolidando el aprendizaje obtenido, todo se puede observar en la Figura 1.
2. Una página web para la divulgación de especies en peligro de extinción endémicas de Chihuahua, así como el desarrollo de protocolos de cultivo in vitro en colaboración con la Fundación Biosfera de Álica.
3. La producción de 550 plantas cultivadas in vitro, que posteriormente se obsequiaron a los visitantes del museo de semillas, en la Figura 2 se puede observar el mantenimiento al jardín

botánico.

4. Un video integrativo con las explicaciones de todas las actividades que se realizaron, y material didáctico que fue donado al museo para el posterior desarrollo de talleres que se observan en la Figura 3, la implementación de talleres prácticos referentes al cultivo e importancia de la conservación de plantas en la primaria Tarahumara de la ciudad de Chihuahua.

Figura 1. *Página web con acceso para visitantes del museo, catalogo digital de plantas del jardín botánico, protocolos de conservación de plantas en peligro de extinción Biosfera de Álica.*

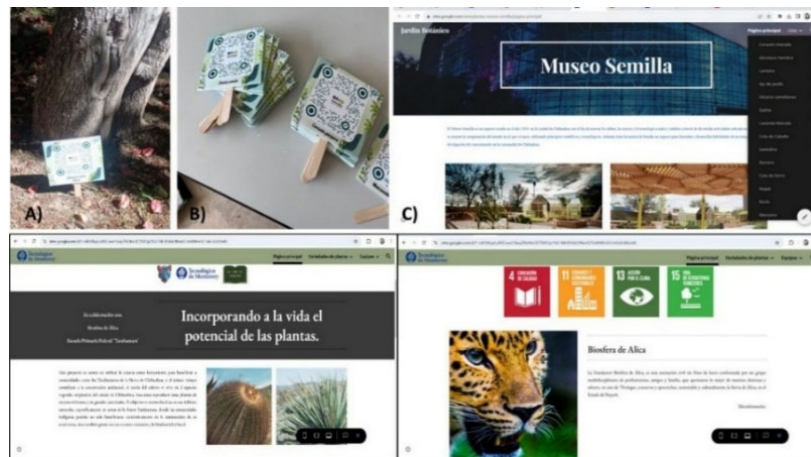


Figura 2. *Mantenimiento jardín botánico y plantas en cultivo in vitro donadas para los visitantes del museo.*



Figura 3. Talleres de divulgación en Museo Semilla y primaria Tarahumara.



En esta investigación se consideraron datos cuantitativos y cualitativos, es decir, es una investigación mixta (Ramos, Mónica 2014). Resultados cuantitativos, se realizaron *exámenes argumentativos* sobre los temas teóricos vistos en clase. Para esto, se evaluaron 6 grupos: dos con 46 estudiantes correspondientes al Modelo Tec 21 y cuatro grupos de 79 estudiantes del plan de estudios anterior (planes 2017) que no incluyeron proyectos vinculados con SF ni con sentido humano. En cuanto a los resultados cualitativos, se realizaron *encuestas de satisfacción*, que fueron respondidas al finalizar el proyecto con la finalidad de medir el grado de satisfacción y aceptación.

RESULTADOS

La Figura 4 muestra los resultados cualitativos obtenidos de una encuesta aplicada en Google, la cual evaluó (a) el grado de satisfacción de los estudiantes al realizar el proyecto, (b) la importancia del servicio social como fuente de conocimiento, (c) los beneficios generados en la comunidad, y (d) la importancia de los temas teóricos para la realización del proyecto del museo semilla. Se observa que el 89% de los estudiantes quedaron extremadamente satisfechos con el proyecto(a), para el 63% el servicio social fue muy importante para su aprendizaje (b), el 100% de los estudiantes confirmó que la comunidad se benefició con este proyecto aunque la percepción del grado de beneficio fue en diferentes grados (c) (desde un 12% poco beneficio, hasta un 50% beneficio extremo) y (d) que el 65% de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que los temas teóricos de la UF fueron muy relevantes para el desarrollo del proyecto.

Esta investigación destaca la importancia de realizar actividades de servicio social enfocadas en experiencias vivenciales como medio para mejorar el desempeño de los estudiantes. Esto fue reportado en el trabajo de Castillo-Reyna et al., (2022) que implementaron proyectos de servicio social como promotores del crecimiento profesional. Así mismo, Smith et al., (2005) reportan el uso de pedagogías como el servicio social y el aprendizaje basado en problemas, para involucrar a los estudiantes.

En cuanto a las calificaciones de los cursos, se obtuvieron un total de 125 calificaciones finales, que se plasman en la Tabla 1, de dos modelos educativos y su distribución por género, 76 estudiantes mujeres y 49 hombres, en seis grupos diferentes tres de planes anteriores y tres de Tec 21. En la Figura 5 se observa la variabilidad en las calificaciones en los grupos del modelo educativo anterior, pero las calificaciones promedio son casi iguales. En cambio, en los grupos del modelo educativo Tec21, la nota promedio es más alta y hay poca

variabilidad de las calificaciones.

Se realizó un análisis de varianza considerando el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey y sus correspondientes grupos, tenemos evidencia estadística para afirmar que el rendimiento académico de los estudiantes del modelo educativo Tec21 fue significativamente mayor que el rendimiento de los estudiantes del modelo Tec20 (p-valor 0.00). Asimismo, no hubo diferencia entre las calificaciones finales promedio de los 4 grupos del Tec20, y entre las calificaciones finales de los 2 grupos del modelo educativo Tec21 (p-valor 0.780), como se puede observar en la Tabla 2.

El servicio social cuya función es actuar como una herramienta puede ser utilizada por los docentes para generar apegos en el aprendizaje y desarrollo intelectual en los estudiantes. Cuanto más activa sea una lección, más probabilidades habrá de que los estudiantes se involucren intelectual y emocionalmente en las actividades de aprendizaje. El aprendizaje cooperativo es la base sobre la que se sustentan muchos de los procedimientos de aprendizaje activo.

Los procedimientos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas, y el aprendizaje colaborativo, requieren que los estudiantes trabajen cooperativamente en grupos pequeños para lograr aprendizajes conjuntos (Ramos, Mónica. 2014).

Tabla 1. Número de estudiantes por modelo educativo.

Modelo Educativo	Número de estudiantes	Femenino	Masculino	Grupos
Plan anterior	79	49	30	3
Tec21	46	27	19	3
Total	125	76	49	6

Figura 4. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes involucrados en el proyecto.

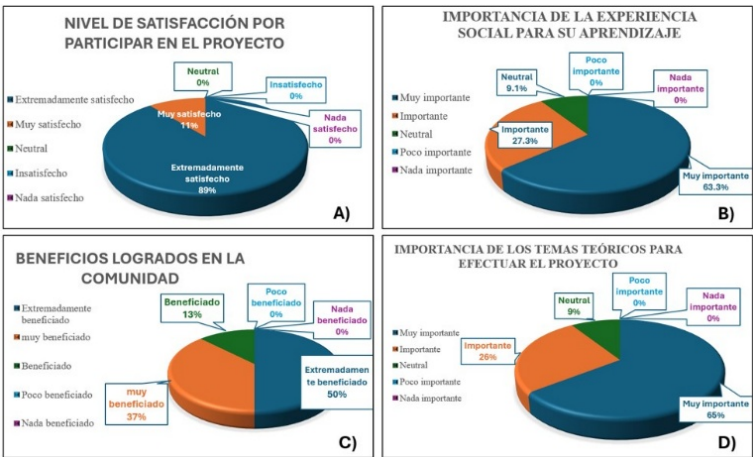
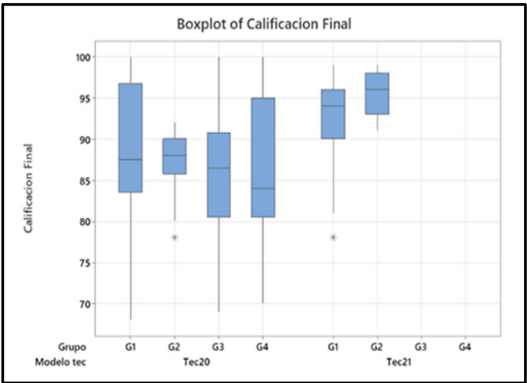


Figura 5. Dispersión de calificaciones por grupos de cada modelo educativo.



Los programas de aprendizaje-servicio comunitario en las escuelas se experimentan en todo el mundo en contextos muy diversos. En el Tecnológico de Monterrey, existían asignaturas que al programarse para ejecución semestral tenían un atributo denominado: “ciudadanía transversal” tal como lo comenta Smith, K. A., et al. (2005), y en ellas los estudiantes debían realizar actividades extra horarias para poder ser evaluado en el área de servicio social. De hecho, en estas materias el rendimiento académico estaba vinculado al máximo de horas de servicio social que se le podía otorgar a un estudiante. En el Modelo Tec21 estas materias evolucionaron y algunas UF que involucran un desafío por resolver, tienen la responsabilidad de realizar actividades académicas en conjunto con actividades comunitarias en beneficio de una población.

Tabla 2. Análisis de la varianza por modelo-grupo educativo.

Fuente		DF	Ajuste SS	Adj MS	Valor F	Valor p
Modelo Tec		1	767,57	767,57	16.48	0.000
Grupo		3	50,64	16,88	0,36	0.780
Error	120	5587.4	46,56			
Total	124	7128.4				

En concordancia con los presentes resultados, Afzal. A. (2020) menciona que un programa de aprendizaje-servicio comunitario tiene un impacto positivo en las habilidades sociales de los estudiantes. Los hallazgos de su estudio indican que la conciencia de promover el servicio comunitario en las escuelas se basa no sólo en dar a los estudiantes puntos de crédito adicionales a sus calificaciones, sino que servir a los demás o a la propia comunidad también los convierte en mejores ciudadanos. Por ello, recomiendan que incluir un modelo de aprendizaje-servicio más inclusivo en el currículo escolar es una excelente manera de fomentar el interés en su comunidad y mejorar el rendimiento académico. Otro caso de éxito es el realizado por Taylor, W., et al (2017) donde implementaron el aprendizaje-servicio en cursos básicos de enfermería permitiendo a los estudiantes enfrentar el desafío de aplicar una gestión compleja del cuidado dentro de un contexto de competencia cultural, y responsabilidad social, lo que resulta en realizar cambios positivos y sostenibles dentro de

una comunidad, al mismo tiempo que prepara a los estudiantes para ver a los clientes de manera integral, pensar críticamente y desarrollar competencia cultural. Trabajar con líderes comunitarios de diversos grupos puede conducir a proyectos sostenibles que beneficien simultáneamente a la comunidad y a la educación de enfermería.

En otro caso de éxito, Alexander-Ruff, JH et al. (2019) evaluó la experiencia de un grupo de estudiantes de enfermería que pasó una semana en una comunidad indígena rural, versus estudiantes sin experiencia comunitaria. Los resultados evidenciaron que la exposición directa a este entorno favoreció el desarrollo de una mayor conciencia cultural, esencial para una atención sanitaria óptima, demostrando un incremento significativo en las competencias transversales entre los estudiantes que vivenciaron la experiencia comunitaria. Por tanto, se puede decir que el trabajo conjunto en proyectos que involucren a diversas comunidades y disciplinas impulsa el desarrollo del trabajo en equipo y la capacidad de gestionar la interacción entre distintos actores. Esta experiencia colaborativa enriquece la perspectiva de los estudiantes, permitiéndoles abordar problemáticas desde múltiples enfoques y desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles (Calvert, V., 2013).

La integración del servicio social en proyectos universitarios de ingeniería ha demostrado ser una estrategia eficaz para fusionar el aprendizaje teórico con la aplicación práctica en contextos reales. Estas vinculaciones no solo refuerzan las competencias técnicas de los estudiantes, sino sus habilidades blandas esenciales: trabajo en equipo, comunicación y liderazgo (Dudley, J. 2015; Smith, A., & Johnson, B. 2016). Por ejemplo, García, L., & Martínez, M. (2018) describieron cómo la participación de estudiantes en proyectos de ingeniería orientados a la solución de problemáticas locales permitió identificar y abordar necesidades críticas de comunidades vulnerables, generando soluciones innovadoras y sostenibles en áreas de infraestructura y medio ambiente. Además, investigaciones adicionales han resaltado que el contacto directo con actores sociales y comunitarios fomenta una mayor sensibilidad ética y cultural, capacitando a los futuros ingenieros para desarrollar proyectos que integren efectivamente criterios de responsabilidad social y sostenibilidad (Rodríguez, A., et al., 2017; Martínez, S., y Pérez, G., 2019).

En conjunto, estos hallazgos subrayan la importancia de incorporar el servicio social en la formación en ingeniería, ya que fortalece la relación entre la academia y la comunidad, impulsando un desarrollo profesional comprometido con los desafíos y demandas de la sociedad contemporánea. (Calvert, V. 2013) comenta que el Aprendizaje-Servicio (SL) se ha consolidado como una estrategia pedagógica que no solo proporciona un entorno educativo enriquecedor, sino que también promueve un impacto positivo en las comunidades a nivel local y global. Diversos estudios han demostrado que los programas de vinculados con el servicio a una comunidad favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y fortalecen el compromiso cívico de los estudiantes, al tiempo que contribuyen a la sostenibilidad de las organizaciones comunitarias mediante servicios específicos y actividades de financiamiento.

CONCLUSIONES

Durante este proyecto, los estudiantes participaron guiados por sus profesores y demostraron un enfoque para realizar el laboratorio de cultivo vegetal como base de datos donde los visitantes pueden consultar el inventario del jardín botánico. Este proyecto se convirtió en una herramienta invaluable para promover la educación en biotecnología en un sector de la

población del estado de Chihuahua, y al mismo tiempo, fomentar el interés comunitario por la botánica y la importancia de preservar los recursos naturales e incluso en el rescate de especies en peligro de extinción. Por esa razón, el curso Experimentación In Vitro está alineado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible #15 relacionado con la Vida Terrestre. Esta investigación también estableció el desarrollo de habilidades transversales y la relevancia del aprendizaje basado en retos, sin los cuales, los estudiantes permanecerían en el estado de adquisición de conocimientos teóricos del aprendizaje tradicional.

La importancia de este proyecto realizado en conjunto con el departamento de servicio social, además de mejorar el desempeño de los estudiantes reflejado en el aumento de sus calificaciones finales, resultó en el desarrollo de la responsabilidad social estudiantil y se convirtió en un proyecto emblemático para el Museo de Semillas en el Estado de Chihuahua. La experiencia de servicio social que incluye el aprendizaje experiencial también ayuda a los estudiantes a retener el conocimiento que han adquirido durante más tiempo que cuando lo adquieren tradicionalmente en un aula.

La participación en actividades de servicio social contribuye significativamente al fortalecimiento de habilidades interpersonales y técnicas, tales como el liderazgo, la comunicación efectiva y la resolución de problemas. Estas competencias transversales, indispensables en entornos profesionales multidisciplinarios, complementan la formación técnica y preparan a los egresados para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual. La vinculación directa con problemáticas sociales y ambientales a través del servicio social sensibiliza a los futuros ingenieros respecto a la importancia de la ética profesional y la responsabilidad social enfocada a su comunidad. Este contacto con realidades diversas impulsa la orientación hacia la implementación de soluciones sostenibles e inclusivas, fortaleciendo el compromiso de los egresados con el bienestar de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Afzal, A. y Hussain, N. (2020). Impacto del aprendizaje en servicio comunitario en las habilidades sociales de los estudiantes. *Revista de Educación y Desarrollo Educativo*7(1), 55-70, 2020. https://www.researchgate.net/publication/342749037_The_Impact_of_Community_Service_Learning_on_the_Social_Skills_of_Students

Alexander-Ruff, JH y Kinion, E.S. (2019). Desarrollar una experiencia de aprendizaje-servicio de inmersión cultural para estudiantes de pregrado en enfermería. *Revista de Educación en Enfermería*, 58(2), 117–120 <https://doi.org/10.3928/01484834-20190122-11>

Álvarez-Tostado Fernández, M. (2020) Aprendizaje Basado en retos, una respuesta para educar el liderazgo social. *Edubits. Instituto para el Futuro de la Educación*. Recuperado el 14 de febrero de 2025 de [https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/aprendizaje-basado-en-retos-liderazgo-social/#:~:text=El%20Aprendizaje%20Basado%20en%20Retos%20\(ABR%20por%20sus%20siglas%20en,campo%20de%20oportunidad%20para%20lograrlo.](https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/aprendizaje-basado-en-retos-liderazgo-social/#:~:text=El%20Aprendizaje%20Basado%20en%20Retos%20(ABR%20por%20sus%20siglas%20en,campo%20de%20oportunidad%20para%20lograrlo.)

Biosfera de Álica. Quiénes somos. (s/f). *Biosferadealica.org*. Recuperado el 14 de febrero de

2025, de <https://biosferadealica.org/quienes-somos/>

- Castillo-Reyna, J., Gonzalez-Barriga, C. D., & Silveyra-Sáenz, G. A. (2022). The experiential learning in microbiology laboratory class applied in social assistance foundations. *EDULEARN Proceedings*, 10202–10208. <https://library.iated.org/view/CASTILLOREYNA2022EXP>
- Calvert, V. (2013). *Building sustainable communities through service learning*: Criteria for selecting the optimal community partner. *The International Journal of Sustainability Education*, 8(1), 79-89. <https://doi.org/10.18848/2325-1212/CGP/v08i01/55337>
- Dudley, J. (2015). Integrating service learning into engineering education: Enhancing technical skills and community engagement. *Journal of Engineering Education and Social Responsibility*, 25(2), 123–135. https://www.researchgate.net/publication/304090552_Service_Learning_in_Engineerin
- Edutrends. (2015). Año 2, número 6. Editada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de <https://observatorio.tec.mx/wp-content/uploads/2023/03/06.EduTrendsAprendizajeBasadoenRetos.pdf>
- García, L., & Martínez, M. (2018). Community-driven infrastructure development: A rural engineering case study. *Journal of Civil Engineering and Community Development*, 15(3), 198–210. https://www.researchgate.net/publication/330557112_Integrating_Civil_Engineers_and_other_Stakeholders_into_the_Revitalization_Process_of_Small_Town_and_Rural_Communities
- Martínez, S., y Pérez, G. (2019). Assessing the impact of community engagement on engineering education: A longitudinal study. *Journal of Social Engineering Studies*, 8(2), 77–89. https://www.researchgate.net/publication/354546683_Community_engagement_in_engineering_education_A_systematic_literature_review
- Méndez-García, O. (2018). De La Facultad Administrativas Y Sociales, G. D. E. L. P. D. E. S. S. (s/f). Universidad Autónoma de Baja California. Uabc.mx. Recuperado el 19 de febrero de 2025, de <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/ce726dc7-0ce2-4309-b833-2c2622891232/content>
- Museo Centro Semilla. (s/f). México es Cultura. Recuperado el 9 de enero de 2024 de <https://www.mexicoescultura.com/recinto/67210/museo-centro-semilla.html>
- Ramos, Mónica (2014). Metodología del Trabajo Universitario II. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Recuperado el 14 de marzo de 2022 de: <https://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccin-de>

datos

- Rodríguez, A., López, E., & Fernández, R. (2017). Fostering sustainable engineering practices through service learning. *Sustainable Engineering Journal*, 12(1), 45–60. https://www.researchgate.net/publication/385974733_Fostering_sustainable_development_values_among_engineering_students_using_Service-Learning <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2024.1408896>
- Saavedra-Gastélum, V., González Almaguer, C. A., Angulo Bejarano, P. I., & Sharma, A. (2024, July 3-4). Successful Project Management of in the In-vitro Experimentation block of the TEC21 Educational Model. 28th International Congress on Project Management and Engineering, Jaén, Spain. http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/3715/AT09-001_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Smith, A., & Johnson, B. (2016). Bridging theory and practice in engineering: The role of community projects. *International Journal of Engineering Practice*, 10(4), 210–225. https://www.researchgate.net/publication/377536281_Bridging_Theory_and_Practice_The_Role_of_Site_Visits_in_Environmental_Engineering_Learning <http://dx.doi.org/10.53623/apga.v3i1.326>
- Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of engagement: Classroom-based practices. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 87–101. https://www.researchgate.net/publication/264467167_Pedagogies_of_Engagement_Classroom-Based_Practices
- Taylor, W., Pruitt, R., & Fasolino, T. (2017). Innovative use of service-learning to enhance baccalaureate nursing education. *Journal of Nursing Education*, 56(9), 560-563. <https://doi.org/10.3928/01484834-20170817-09>