

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)



Modelo STEM+A para la enseñanza – aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

PRESENTA

Patricia Mariela Domínguez Osuna

DIRECTOR

Dra. María Amparo Olivares Ruiz

CODIRECTOR

Dr. Marcos Alberto Coronado Ortega

Mexicali, Baja California

Junio 2021

DEDICATORIA

A mis padres, por haberme educado para ser la mujer que soy.
Cada uno de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este proyecto
y se los dedico de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por darme la salud, el coraje y la sabiduría suficiente que me permiten alcanzar esta meta tan importante para mí.

A la **Universidad Autónoma de Baja California** a través del **Instituto de Ingeniería** por el apoyo proporcionado para realizar el proyecto de investigación y todas las actividades en las que participé.

Muy especialmente a los directores de este trabajo, **Dra. Amparo Oliveros** y **Dr. Marcos Coronado** por su disponibilidad, paciencia y la confianza que han mantenido en mi trabajo. Me han acompañado durante todo el proceso, haciendo que este camino sea de gran aprendizaje y crecimiento para mí.

A la **Dra. Araceli Justo**, directora de la Facultad de Ingeniería de la UABC por todas las facilidades brindadas para la aplicación de la propuesta del proyecto, así como a los profesores, la mayoría desconocidos para mí, que desinteresadamente, por amor a su trabajo y deseo de mejorar la educación, han participado en esta investigación prestando a sus grupos de estudiantes. Sin ellos no hubiera sido posible. Espero que los resultados obtenidos les ayuden en su labor docente.

A los alumnos que participaron en este trabajo, por su gran disposición e interés por aprender y tener una nueva experiencia de aprendizaje.

A los miembros de la Red Ecosistema STEAM UABC, **Dr. Benjamín Valdez**, **Dr. Mario Curiel** y **Dra. Lidia Vargas**, por su valiosa enseñanza a través de todos los proyectos emprendidos durante estos años de estudio. Sin ustedes, este proceso no sería el mismo.

A mis padres, **Paty y Ricardo**, y mi hermano **Richi**, por sobrellevar con una sonrisa que les haya robado un poco del tiempo que les correspondía, brindarme su apoyo y el amor incondicional en cada momento de mi vida. Al resto de mi familia, por estar presentes en cada una de las etapas de este proyecto.

A mis mejores amigas, **Gaby, Maggie** y **Darianna**, por ser mis compañeras de vida, ayudarme, regañarme, y, sobre todo, por cuidarme y alentarme en todos los momentos de mi vida.

Finalmente, a **CONACYT** por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de doctorado.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación.....	19
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
1.4 Hipótesis	21
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1 Educación Superior	22
2.1.1 Modelos educativos en la Educación Superior	24
2.1.2 Retos de la Educación Superior	25
2.1.3 Enseñanza de la Ciencia y la Ingeniería.....	30
2.2 Educación STEM+A.....	34
2.2.1 Educación STEM.....	34
2.2.2 Aprendizaje interdisciplinar	47
2.2.3 El marco STEM+A.....	48
2.2.4 Competencias y habilidades para el Siglo XXI.....	50
2.3 Bases metodológicas asociadas a la educación STEAM	53
2.3.1 Metodologías activas	53
2.3.2 Aprendizaje Basado en Juegos y Gamificación.....	55
2.3.3 Aprendizaje Basado en Problemas	56
2.3.4 Aprendizaje Basado en Proyectos.....	58
2.3.5 Aprendizaje Basado en Retos	59
2.3.6 Aula invertida	62
2.3.7 Indagación.....	63
2.3.8 Método científico	65
2.3.9 Pensamiento de Diseño	67
2.3.10 Proceso de Diseño de Ingeniería.....	68
2.4 Metodología de la programación en la educación.....	69
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	72

3.1	Análisis del programa de Tronco común.....	72
3.1.1	Contexto.....	72
3.1.2	Análisis de contenidos.....	73
3.1.3	Conclusiones del análisis.....	75
3.2	Diseño de la propuesta de intervención.....	75
3.2.1	Objetivos del diseño y contexto.....	75
3.2.2	Elementos del currículum en la propuesta.....	76
3.2.3	Metodología didáctica.....	78
3.2.4	Materiales y recursos.....	79
3.2.5	Actividades.....	81
3.2.6	Evaluación.....	82
3.3	Estudio 1: grupo piloto.....	86
3.3.1	Muestra.....	87
3.3.2	Instrumento.....	87
3.3.3	Procedimiento.....	87
3.4	Estudio 2: aplicación de la propuesta.....	98
3.4.1	Muestra.....	98
3.4.2	Instrumento.....	98
3.4.3	Procedimiento.....	98
4.	RESULTADOS	99
4.1	Resultados del Estudio 1: grupo piloto.....	99
4.1.1	Resultados del test: Percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas.....	104
4.2	Resultados del Estudio 2: aplicación de la propuesta.....	112
4.2.1	Resultados del test: Percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas.....	118
4.3	Resultados del cuestionario IRIS.....	126
4.4	Índice de reprobación.....	132
5.	CONCLUSIONES	134
	REFERENCIAS	136
	ANEXOS	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Relación entre los componentes STEM	41
Figura 2.	La Casa STEM	42
Figura 3.	Top 15 de habilidades para el 2025	51
Figura 4.	Habilidades Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI	52
Figura 5.	Competencias STEM+A	53
Figura 6.	Metodologías utilizadas en el modelo STEM+A	54
Figura 7.	Pasos del Aprendizaje Basado en Problemas	58
Figura 8.	Etapas del ABP	59
Figura 9.	Marco metodológico del aprendizaje basado en retos de Apple	62
Figura 10.	Aula tradicional vs aula invertida	63
Figura 11.	Actividades predominantes en la Indagación.	64
Figura 12.	Método científico	66
Figura 13.	Pasos del pensamiento de diseño	68
Figura 14.	Pasos del proceso de diseño de ingeniería	69
Figura 15.	Mapa curricular Plan 2019-2.	73
Figura 16.	Ejemplo de solución primer ejercicio sobre estructuras de selección (grupo piloto)	100
Figura 17.	Ejemplo de solución segundo ejercicio sobre estructuras de selección (grupo piloto)	101
Figura 18.	Resultados de actividad de cierre sesión 1 (grupo piloto)	101
Figura 19.	Ejemplo de solución del primer ejercicio sobre estructuras de iteración (grupo piloto)	102
Figura 20.	Ejemplo de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupo piloto)	103
Figura 21.	Resultados de actividad de cierre sesión 2 (grupo piloto)	104
Figura 22.	Distribución de estudiantes por sexo (grupo piloto)	105
Figura 23.	Distribución por programa educativo y sexo (grupo piloto)	105
Figura 24.	El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento (grupo piloto)	107
Figura 25.	El profesor nos animó a expresar ideas con claridad (grupo piloto)	108
Figura 26.	Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones (grupo piloto)	109
Figura 27.	Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje (grupo piloto)	109
Figura 28.	Colaboré con los otros miembros de mi grupo (grupo piloto)	110
Figura 29.	Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo (grupo piloto)	111
Figura 30.	Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana (grupo piloto)	111

Figura 31.	Los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones (grupo piloto)	112
Figura 32.	Ejemplos de solución del primer ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)	113
Figura 33.	Ejemplos de solución del primer ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)	114
Figura 34.	Ejemplos de solución del tercer ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)	114
Figura 35.	Resultados de la actividad de cierre sesión 1 (grupos de tratamiento)	115
Figura 36.	Ejemplos de solución del primer ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)	116
Figura 37.	Ejemplos de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)	116
Figura 38.	Ejemplos de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)	117
Figura 39.	Resultados de la actividad de cierre sesión 2 (grupos de tratamiento)	118
Figura 40.	Distribución de estudiantes por sexo (grupos de tratamiento)	119
Figura 41.	Distribución por programa educativo y sexo (grupos de tratamiento)	119
Figura 42.	El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento (grupos de tratamiento)	121
Figura 43.	El profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad (grupos de tratamiento)	122
Figura 44.	Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones (grupos de tratamiento)	123
Figura 45.	Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje (grupos de tratamiento)	123
Figura 46.	Colaboré con los otros miembros de mi grupo (grupos de tratamiento)	124
Figura 47.	Discutí mis ideas con otros miembros del equipo (grupos de tratamiento)	125
Figura 48.	Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana	125
Figura 49.	Los problemas eran del tipo para los que se puede producir diferentes soluciones	126
Figura 50.	Distribución de estudiantes por sexo	127
Figura 51.	Distribución de estudiantes por programa educativo y sexo	127
Figura 52.	Disfruta de la compañía de los otros estudiantes de mi programa	128
Figura 53.	Siento que puedo seguir el ritmo de la enseñanza	129
Figura 54.	Recibo comentarios personales de mis profesores cuando lo necesito	130
Figura 55.	Siento que a mis maestros les importa si los estudiantes aprenden o no	130
Figura 56.	Puedo ver la aplicación de lo que aprendo	131
Figura 57.	Me he interesado más en los temas relacionados con mi carrera desde que empecé el programa	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Índice de reprobación por asignatura	18
Tabla 2.	Habilidades STEM y cómo se definen en una encuesta de empleadores STEM	42
Tabla 3.	Actividades propuestas para intervención	76
Tabla 4.	Ítems del instrumento Percepción de los estudiantes sobre entornos de aprendizaje basado en problemas	84
Tabla 5.	Plan de clase original para grupo piloto sobre estructuras de control de selección	87
Tabla 6.	Plan de clase aplicado a grupo piloto sesión 1	91
Tabla 7.	Plan de clase aplicado a grupo piloto sesión 2	95
Tabla 8.	Distribución de equipos sesión 1 (grupo piloto)	99
Tabla 9.	Distribución de equipos sesión 2 (grupo piloto)	102
Tabla 10.	Resultados generales por ítem del (grupo piloto)	106
Tabla 11.	Participación de estudiantes en el estudio de aplicación de la propuesta de intervención	113
Tabla 12.	Resultados generales (grupos de tratamiento)	120
Tabla 13.	Índice de reprobación de la asignatura de Metodología de la Programación semestre 2020-2	133

RESUMEN

Un elemento fundamental que ilustra la situación del mundo actual es la rápida evolución de las sociedades y el crecimiento exponencial del saber, la ciencia y la tecnología, lo que incide fuertemente en la manera de enseñar y aprender, para lograr formar individuos capaces de trabajar colaborativamente en la interpretación de fenómenos, el manejo de grandes cantidades de información y resolver problemas complejos de manera creativa para mejorar su entorno. La presente investigación tuvo como objetivo, incorporar el modelo STEM+A mediante el aprendizaje basado en problemas, al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC para contribuir a la disminución de los índices de reprobación. Se presenta el diseño y aplicación de dos intervenciones en línea y a distancia en la unidad de aprendizaje metodología de la programación en el ciclo 2020-2. La muestra estuvo conformada por 138 estudiantes del primer semestre de tronco común de ciencias e ingeniería; y la técnica utilizada fue la encuesta. Se aplicó un cuestionario para evaluar la percepción de los estudiantes sobre los entornos de aprendizaje basado en problemas y un cuestionario para conocer los rasgos sociales y educativos, que determinan la permanencia de los estudiantes en una carrera STEM+A. Además, se midió el índice de reprobación de los grupos de tratamiento y los grupos de control para evaluar el impacto de las estrategias aplicadas. Los resultados obtenidos muestran un incremento en su promedio que va del 59% al 67.1%, de los estudiantes que evaluaron con el valor más alto de la escala, los ítems sobre la percepción de entornos de aprendizaje basado en problemas de la primera sesión a la segunda. Además, 39% de los encuestados valoraron con el punto más alto de la escala los ítems del cuestionario IRIS sobre las experiencias actuales como estudiantes del primer año en una carrera STEM+A. El indicador sobre el cual giró la hipótesis fue el índice de reprobación, el cual tuvo un decremento del 2% en los grupos de tratamiento con respecto a los grupos de control. El aprendizaje STEM+A y el diseño de estrategias de

enseñanza-aprendizaje asociadas al modelo pueden favorecer el desarrollo de habilidades y contenidos curriculares a través de la creación de prototipos y proyectos innovadores de alto impacto social.

ABSTRACT

A fundamental element that illustrates the current world situation is the rapid evolution of societies and the exponential growth of knowledge, science and technology, which strongly affects the way of teaching and learning, in order to train individuals capable of working collaboratively in the interpretation of phenomena, the handling of large amounts of information and solving complex problems in a creative way to improve their environment. Therefore, the objective of this research was to incorporate the STEM+A model through problem-based learning, to the teaching-learning process of engineering students at UABC to contribute to the decrease in failure rates. The design and application of two online and distance interventions in the programming methodology learning unit in the 2020-2 period is presented. The sample consisted of 138 students from the first semester of the common core of science and engineering; and the technique used has been the survey. A questionnaire was applied to evaluate the students' perception of problem-based learning environments and a questionnaire to know the social and educational traits, which determine the permanence of students in a STEM+A career. In addition, the failure rate of the treatment groups and the control groups was measured to evaluate the impact of the applied strategies. The results obtained showed an increase in their average that goes, from 59% to 67.1% of the students who evaluated with the highest value of the scale, the items on the perception of learning environments based on problems from the first session to the second. In addition, 39% of the respondents rated the items of the IRIS questionnaire on current experiences as first-year students in

a STEM+A career with the highest point on the scale. The indicator on which the hypothesis turned was the failure rate, which had a decrease of 2% in the treatment groups with respect to the control groups. STEM+A learning and the design of teaching-learning strategies associated with the model can favor the development of skills and curricular content through the creation of prototypes and innovative projects with high social impact.

1. INTRODUCCIÓN

Con la tecnología cada vez más extendida rápidamente, las sociedades necesitan graduados que no solo posean una cierta base de conocimientos, sino que también utilicen las habilidades para resolver, analizar, sintetizar, presentar y evaluar problemas contemporáneos. Sin embargo, las prácticas educativas han sido criticadas por no fomentar tales cualidades (Senocak, 2009).

La educación constituye uno de los instrumentos más poderosos para generar transformaciones en la sociedad (Pinos, 2013). Su creciente importancia como motor del desarrollo económico y social en el mundo, convierte la participación en estudios de ciencia, tecnología, ingenierías y matemáticas en un asunto socialmente crucial.

Bøe et al. (2011) argumentan esta importancia con las siguientes razones: satisfacer la demanda de profesionales en estas áreas, asegurar una mayor diversidad de profesionales para incrementar el potencial innovador en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; ofrecer a todos la oportunidad de disfrutar de la ciencia y tecnología más allá de las barreras mentales, culturales y estereotípicas sobre la ciencia y los científicos y mejorar la participación de grupos infrarrepresentados hoy en estas áreas como las mujeres o las minorías (Vazquez & Manassero, 2016).

Algunas de las principales causas del abandono estudiantil según la literatura son: dificultades de ajuste o transición a los nuevos estudios, cambios en los objetivos de logro, incertidumbres sobre el plan de la carrera, factores extra-institucionales, dificultades para afrontar el currículo y las demandas académicas, falta de congruencia (aburrimiento, disonancia de identidades persona-cultura, irrelevancia, aislamiento) y dificultades económicas (Vazquez & Manassero, 2016).

En la actualidad, México tiene la proporción más baja entre los países de la OCDE de adultos de 25 a 64 años con un título de educación superior con el 17%, una cifra muy inferior al promedio de la OCDE que es del 37%, y por debajo de otros países de la región,

tales como Chile con el 23%, Colombia con 23%, Costa Rica igualmente con 23% o Argentina con el 21% (OECD, 2019).

La pandemia de enfermedad por coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19), ha provocado una crisis sin precedentes en todos los ámbitos, obligándonos a reorientar nuestra manera de actuar. En la esfera de la educación, esta emergencia ha dado lugar al cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países, con el fin de evitar la propagación del virus y mitigar su impacto (CEPAL-UNESCO, 2020).

La presente investigación expone los resultados de la incorporación del modelo STEM+A a partir del aprendizaje basado en problemas al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes del primer semestre de tronco común de Ciencias e Ingeniería de la UABC, para contribuir a la disminución en los índices de reprobación. La intervención fue aplicada en dos sesiones en línea y a distancia derivado de la contingencia, a 9 grupos de la unidad de aprendizaje Metodología de la Programación con una participación de 138 de estudiantes.

El trabajo se divide de la siguiente manera. En el primer capítulo de este trabajo se abordan la problemática de la investigación, justificación, los objetivos de investigación y la hipótesis a comprobar.

El segundo capítulo está dedicado a definir el marco teórico en el que se mueve el desarrollo del trabajo, dividiéndolo en Educación Superior y sus retos; la educación STEM, el aprendizaje interdisciplinar y el aprendizaje STEM+A; las bases metodológicas asociadas a la educación STEM+A y, por último, la importancia de la programación en el currículo escolar universitario.

El capítulo dedicado a la metodología es el tercero y está dividido en cuatro grandes bloques: (1) el análisis del programa de Tronco Común en Ciencias e Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UABC, (2) el diseño de la propuesta de intervención, (3) el

primer estudio o estudio piloto y (4) el segundo estudio o implementación de la propuesta desarrollada.

En el cuarto capítulo se recogen los resultados de los dos estudios de aplicación práctica y en el quinto se presentan las conclusiones de todo el proceso de investigación.

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, el mundo se encuentra en constante cambio debido a los desafíos económicos, políticos, ambientales y sociales que se presentan. Transitamos por lo que se conoce como la Cuarta Revolución Industrial, que se define como una fusión de tecnologías que está difuminando las líneas entre las esferas física, digital y biológica (Schwab, 2016).

Dentro de este marco, aparece la Industria 4.0, que se caracteriza por la aplicación intensiva, extensiva e integrada de la automatización, de la robotización, de los Sistemas de Información y de los Sistemas de Telecomunicación en los sistemas productivos en la ciudad y el campo, que con su desarrollo, es evidente que se generarán nuevos programas de ingeniería, de tecnología y de técnicas que capaciten a los nuevos profesionales en un ambiente de cooperación universidad-empresa-Estado para el bienestar de la sociedad (Carvajal, 2017).

Por estas razones, la necesidad global de mano de obra con habilidades científicas y tecnológicas está fuertemente correlacionada con el nivel de innovación en las empresas, y el siguiente paso natural es que el sistema educativo se vuelva innovador al brindar educación con tecnología sólida y apoyo interactivo (Vasiu & Andone, 2019).

Esta necesidad trastoca la educación superior que requiere el cambio de una transferencia tradicional de conocimiento hacia un sistema más flexible, dirigido a crear conocimiento y estimular la creatividad en la era de Internet, en donde cualquier

información se puede recuperar y utilizar fácilmente, si se comprende, analiza e interpreta adecuadamente (Vasiu & Andone, 2019).

La carrera académica en la educación superior involucra aspectos tanto de orden laboral como de habilitación profesional. En el ciclo escolar 2014-2015, de acuerdo con la Presidencia de la República Mexicana, estuvieron contratados 363,695 profesores en el nivel superior, tanto en instituciones públicas como privadas. Un primer problema es que menos del 30 % del cuerpo académico nacional en educación superior estaba contratado a tiempo completo, mientras que alrededor del 65% lo estaba por horas y un 5 % por tres cuartos de tiempo o medio tiempo (Fernández, 2017).

El sistema de educación superior mexicano cuenta con 13 subsistemas y es altamente complejo y diverso. Los subsistemas son sustancialmente distintos en cuanto a instituciones, programas, estructuras de gobierno, acuerdos de financiamiento, dependencia gubernamental, calidad, así como intensidad investigadora y docente.

Las dos carreras de estudio más frecuentes son derecho y administración de empresas, con un 35.1% de nuevos matriculados; seguidos de ingeniería, industria y construcción con el 24.4%, los cuales se hallan muy por encima de los promedios de la OCDE que se encuentran entre 23.3% y 16.5%, respectivamente. Los programas de salud y bienestar también son relativamente comunes, 10.1% frente a 13% del promedio de la OCDE. Las ciencias naturales, matemáticas y estadística, junto con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), muestran proporciones bajas de matriculados en México con el 3.1% y 1.9%, respectivamente, muy inferiores a los promedios de la OCDE que están en el 6.5% y 4.6%, respectivamente (OECD, 2019).

La educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) nace en la década de los años 90, en la National Science Foundation en Estados Unidos, y también en la Unión Europea, con la finalidad de comprender la interacción de disciplinas como la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas desde el ámbito de la educación; dando

respuesta a las demandas surgidas desde la sociedad. Lo que ha provocado que diversos países potencialmente industrializados comenzaran a intensificar sus esfuerzos en materias que desarrollaran la ciencia y la tecnología a nivel educativo e industrial (Ferrada, Díaz & Salgado, 2019).

En este sentido, los modelos para la educación superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) se encuentran bajo presión, para que la educación apoye a una población diversa de estudiantes en un mundo donde el uso del conocimiento, no simplemente memorizarlo, es cada vez más importante e implica poner atención en cambiar las expectativas sobre lo que los estudiantes deben aprender, particularmente en los cursos de introducción a STEM de nivel universitario (Cooper et al., 2015).







En México, a partir de la propuesta de reforma educativa promovida en 2016, la Secretaría de Educación Pública, hace mención que la escasa presencia relativa de mujeres en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), tiene consecuencias en los ámbitos personal y social. Su participación en estos campos implica la creación de conocimiento, desarrollo de soluciones innovadoras, igualdad sustantiva de derechos y accesos a ocupaciones mejor remuneradas. Por lo que plantea atender específicamente la promoción de las mujeres en STEM a través de intervenciones focalizadas, como mentorías y formación continua docente para que las dinámicas en el aula sean más incluyentes (SEP, 2017).

Además de estas iniciativas, se unen instituciones y organizaciones que buscan la promoción de carreras STEM en niveles educativos previos, lo que contribuirá a que cada vez más estudiantes, ingresen a la universidad y cuyo aprendizaje ha sido bajo el enfoque STEM, por lo que sería un descuido devolver a esos estudiantes a los típicos cursos introductorios que se centran en memorizar hechos y cálculos algorítmicos (Cooper et al., 2015).

En las asignaturas introductorias a las carreras de ingeniería predominan las ciencias duras, con contenidos que en su mayoría ya están casi definidos en su totalidad y donde los cambios en general se circunscriben a la búsqueda de la mejor forma de abordarlos para hacerlos lo más asequibles a los educandos (Gorgone et al., 2010)

Dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, las asignaturas relacionadas a STEM en el primer semestre del tronco común en ciencias e ingeniería en su reporte 2019, presentan un índice de reprobación que va del 10% hasta el 65% como se observa en la Tabla 1. Esto se convierte en un punto crítico en la progresión académica de los estudiantes de primer año, y en un factor que afecta negativamente a la tasa de retención institucional.

Tabla 1. Índice de reprobación por asignatura. Adaptado de: FIM 2019.

	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2
 Cálculo Diferencial	65%	33%	58%	31%
 Álgebra Lineal/Álgebra Superior	48%	25%	44%	26%
 Metodología de la Programación	28%	42%	30%	44%
 Introducción a la Ingeniería	21%	10%	20%	11%
 Desarrollo Profesional del Ingeniero	*	*	*	*
 Cálculo Integral	37%	41%	35%	30%
 Probabilidad y Estadística	24%	38%	24%	26%
 Mecánica Vectorial	*	*	*	*
 Química General/Química	37%	25%	43%	25%
 Programación y Métodos Numéricos	*	*	*	*
 Cálculo Multivariable	*	*	*	*
 Ecuaciones Diferenciales	*	*	*	*
 Electricidad y Magnetismo	20%	46%	24%	27%

*Asignaturas del Plan 2019-2 sin datos previos

1.2 Justificación

Un elemento fundamental que dibuja el momento actual es que la rápida evolución de las sociedades y el crecimiento exponencial del saber, de la ciencia y la tecnología hacen que el bagaje inicial de conocimientos adquiridos en la escuela no baste para toda la vida (Cobos, Gómez y Sarasola, 2016).

Aunado a esto, la pandemia COVID-19 ha trastocado todos los elementos de la sociedad, afectando intensamente a los sistemas educativos y de salud, e iniciando un profundo cambio en todo lo que hacemos como profesionistas y como docentes (Sánchez, 2020).

La forma en que el ser humano crea, interconecta, intercambia y distribuye los recursos, información y valor, así también, la manera en que interactúan, se conectan y comunican han transformado la vida y la forma de hacer negocios (Vusumuzi & Manthiba, 2020).

Estos cambios han provocado que la sociedad requiera de las personas mejores capacitadas en la interpretación de fenómenos, creatividad y manejo de la información en entornos cambiantes. El desarrollo de las capacidades de pensamiento crítico, análisis, razonamiento lógico y argumentación son indispensables para un aprendizaje profundo que permita trasladarlo a las diversas situaciones para resolver nuevos problemas (SEP, 2016).

Cada una de las revoluciones industriales han tenido un impacto en las vidas humanas en general, así como la enseñanza y el aprendizaje, incluidos los ámbitos de la investigación y desarrollo (Vusumuzi & Manthiba, 2020).

Las naciones se convierten en líderes mundiales, en parte, gracias al arduo trabajo de sus expertos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Kanematsu & Barry, 2016).

La educación, entendida como un proceso gradual de adquisición de conocimientos y habilidades, permite potencializar las capacidades del individuo y transformarlo en un

agente productivo, en la medida en que crea valor agregado y mejora su entorno (Briceño, 2011).

El profesor se enfrenta a la complejidad de que cada estudiante es diferente y, por lo tanto, tiene no solo motivaciones diferentes, sino también diversas expectativas sobre su futuro: algunos de ellos quieren hacer estudios de posgrado, otros quieren conseguir un trabajo importante o algún otro quiere dirigir una empresa familiar (Valerio & Rodríguez, 2017).

No es posible concebir el proceso de enseñanza - aprendizaje en la actualidad sin que se estimule la creatividad de los estudiantes, la participación activa en el proceso de apropiación de los conocimientos, la mayor ejercitación en el aprendizaje autónomo, y el enfoque curricular por competencias laborales (Ortiz, 2015).

Dentro de las estrategias adoptadas por diferentes países en materia de Educación, encontramos el término STEM que se refiere a un tipo de educación que integra la disciplina de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este término se amplía a educación STEAM o STEM+A cuando se integra también una vena artística (Seara, 2016).

Hablar de STEM es hablar de la vida real, es una educación que relaciona todos los aspectos que encontramos en nuestro entorno. Este tipo de aprendizaje ofrece un mismo concepto en diferentes contextos, para que el estudiante pueda crear conexiones entre las diferentes disciplinas a través de su propia experiencia (Seara, 2016).

Trabajar con STEM+A en las áreas de Ciencia e Ingeniería puede llegar a ser de gran provecho tanto para el profesorado como para los estudiantes que con una gran pasión por estas áreas serán capaces de salir al mundo laboral con una visión integral de su entorno y de cómo pueden aportar sus conocimientos en beneficio del mismo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Incorporar el modelo STEM+A mediante el aprendizaje basado en problemas al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC para contribuir a la disminución en los índices de reprobación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Integrar el modelo STEM+A a la unidad de aprendizaje metodología de la programación impartida en el primer semestre de tronco común de ingeniería de UABC.
- Diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el modelo STEM+A.
- Aplicar las estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el modelo STEM+A en la unidad de aprendizaje metodología de la programación.

1.4 Hipótesis

La aplicación de estrategias basadas en el modelo STEM+A en el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuirá en la disminución de los índices de reprobación de los alumnos de Ingeniería de UABC.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo se analizan las bases teóricas sobre la educación superior y sus retos en la actualidad, así como, del aprendizaje STEM/STEM+A y las metodologías activas que contempla. Por último, se aborda una revisión sobre la programación como parte del currículo de las ingenierías.

2.1 Educación Superior

La educación, además de generar beneficios individuales, también genera externalidades sociales en la medida que permite una mayor cohesión social y beneficios intergeneracionales. Coadyuva en la creación de ingresos futuros, dado que las personas adquieren conocimientos y desarrollan habilidades que les permiten incrementar sus capacidades productivas y de cohesión social, y de esta forma alcanzar un mayor bienestar (Briceño, 2011).

La universidad es la institución a la cual la sociedad le ha encomendado la misión de conducir el proceso educativo para la formación de los futuros profesionales (Ortiz, 2015), y la que tiene la posibilidad de adaptarse a los cambios que plantea la sociedad de conocimiento, que siempre se verá afectada por el creciente intercambio comercial y cultural, que obliga a que cada participante del mercado de la globalización sea cada vez más eficaz y eficiente, de tal manera que esté capacitado y con grandes oportunidades de competir con los más altos niveles de productividad y calidad (Pinos, 2013).

Los tres indicadores prioritarios de la pertinencia de la educación superior son la formación de profesionistas de alta calidad, la generación y aplicación de conocimiento social y económicamente útil y la preservación del patrimonio cultural tangible e intangible del país (Fernández, 2017).

Ante las nuevas necesidades de la sociedad, las instituciones de educación superior se plantean la necesidad de orientación de sus egresados. Si bien es cierto que el mercado de trabajo sigue demandando las profesiones liberales clásicas -ingenieros, arquitectos, abogados y médicos-. También es cierto que el mercado de trabajo requiere profesionistas expertos en nuevos campos científicos y tecnológicos (Sánchez-Castañeda, 2002).

En este sentido, es la innovación en la universidad que de acuerdo con Zabalza (2004) citado por Rodríguez, Delgadillo & Torres (2018), es introducir cambios justificados para mejorar una situación, es la que incidirá en las prácticas educativas con el fin de que el aprendizaje sea significativo para los aprendices y lo puedan aplicar durante toda su vida.

El mismo autor plantea que existen tres condiciones relevantes para que se transforme la educación universitaria: apertura, actualización y mejora. La primera implica que las prácticas en el aula sean más flexibles y adaptables a los diferentes ambientes que convergen en torno al aprendiz para que se fomente el compromiso activo y una actitud de prestancia al cambio, ingredientes esenciales para promover una cultura innovadora en la universidad. La actualización tiene que ver con el conocimiento de frontera, es decir, renovar los sistemas de enseñanza con nuevos conocimientos y recursos disponibles propios de los diferentes campos de actuación, sin perder de vista la investigación científica que sustenta dicha renovación. En cuanto a la mejora, considera que los procesos de enseñanza-aprendizaje al ser mediados por las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), deberán de contribuir a la pertinencia y efectividad de dicha transformación.

México tiene una larga tradición e historia en Educación Superior (ES), la universidad fue una de las primeras instituciones que se creó después de la conquista. Como en la mayoría de los países de la región, en la segunda mitad del Siglo XX se experimentó un crecimiento sin precedentes en el ámbito de la ES, tanto en el tipo de instituciones, como

en el número de estudiantes, profesores y áreas de investigación. En la actualidad, la ES se concibe como un instrumento vital para la modernización de México (Cruz y Cruz, 2008). Entre 2007 y 2017, el porcentaje de adultos jóvenes con educación superior aumentó de 16% a 23%, aunque esta proporción todavía está muy por debajo del promedio de la OCDE, el cual es del 44% (OECD, 2019).

Para que un sistema de educación superior (SES) contribuya con todo su potencial al proceso de la sociedad debe proporcionar espacios a los jóvenes que demandan estudios, así como ofertar una educación de buena calidad que garantice que se incorporen exitosamente los egresados al mercado laboral y, en el caso de los egresados de doctorado, a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (Ocegueda, Miramontes & Moctezuma, 2014).

2.1.1 Modelos educativos en la Educación Superior

La sociedad global del conocimiento que hoy vivimos obliga a que todos los países hagan los mayores esfuerzos por contar con una educación superior competitiva internacionalmente y muy comprometida con las grandes causas de cada nación (Fernández, 2014). Esto implica estimular la búsqueda científica, producir un viraje radical en el trabajo científico-metodológico con vistas a elevar la calidad de la enseñanza, así como su papel en la formación de los futuros profesionales (Mestre, Fuentes y Álvarez, 2004).

El modelo educativo es la concreción, en términos pedagógicos, de los paradigmas educativos que una institución profesa y que sirve de referencia para todas las funciones que cumple tales como docencia, investigación, extensión, vinculación y servicios, a fin de hacer realidad su proyecto educativo (Tünnermann, 2008).

La educación superior es un bien de carácter estratégico para las naciones, en tanto es el vínculo indisoluble entre la generación de capital humano altamente capacitado y la

producción y difusión de conocimientos que favorecen la conformación de sociedades más justas y economías más competitivas (Fernández, 2017).

A las universidades les corresponde transmitir, pero, sobre todo, apropiar, integrar y producir conocimientos, que a la vez que originen cambios en los patrones de conducta en los profesionales en formación y por extensión en toda la comunidad, les permita generar una cultura científica, construir su propia identidad y derivar ventajas comparativas que contribuyan a la validación de sus procesos docentes y sus labores de proyección social (Arcila, 1996). Representan parte de la respuesta a la demanda de competencias requeridas por el sector laboral. Las instituciones educativas son formalmente responsables de desarrollar las competencias necesarias para que sus egresados sean capaces de responder bajo las exigencias de un mundo cada vez más cambiante (Valerio y Rodríguez, 2017).

Los logros educativos varían en cada país dependiendo de las inversiones que realizan, de la eficacia y eficiencia con la que gastan sus recursos y de la interacción de factores demográficos, culturales e institucionales que condicionan la efectividad de las políticas públicas (Ocegueda, Miramontes & Moctezuma, 2014).

2.1.2 Retos de la Educación Superior

Ante los cambios ocurridos en las últimas décadas en el ámbito educativo, la educación impartida en las Instituciones de Educación Superior Mexicanas está en un proceso continuo de evaluación para propiciar que los egresados al incorporarse al mercado laboral, cuenten con las competencias necesarias con la finalidad de cumplir satisfactoriamente con las actividades demandadas por este sector, con ética, profesionalismo e idoneidad (Alonzo, Valencia, Vargas & Bolívar, 2015).

Las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan una serie de desafíos, que resultan trascendentes para la vida nacional, en la medida que en ellas se fincan gran parte de las expectativas de un país. Es sabido que el desarrollo de la cultura y de la ciencia de un país, encuentra uno de sus motores fundamentales en las instituciones de educación superior (Sánchez-Castañeda, 2002).

Un tema de preocupación en las instituciones de educación superior de todo el mundo es la retención y el éxito de los estudiantes en sus estudios. Además del impacto personal y la pérdida de oportunidades de vida para los estudiantes, la no finalización tiene implicaciones financieras para los estudiantes y sus familias, así como, para la sociedad y la economía a través de la pérdida de habilidades y conocimientos potenciales (Crosling, Heagney & Thomas, 2009).

La transformación de la ES se tendría que orientar hacia la creación de un sistema abierto, flexible, innovador y dinámico, con una intensa colaboración interinstitucional y por la operación de redes para el trabajo académico que cubran amplios circuitos de los ámbitos estatal, regional, nacional e internacional. Además de fomentar la movilidad de profesores y alumnos entre instituciones, así como la búsqueda permanente de nuevas formas de enseñanza-aprendizaje (Cruz & Cruz, 2008).

Los métodos de enseñanza que utilizan algunos docentes universitarios actualmente en el proceso pedagógico son muy tradicionales, no preparan a los estudiantes para resolver problemas de la práctica y, en consecuencia, no conducen a la formación de las principales competencias que ellos necesitan para desempeñarse en la sociedad (Ortiz, 2015).

El futuro de la universidades está ligado estrechamente al desenvolvimiento y desarrollo de capacidades para promover, incentivar y sobre todo consolidar cambios conceptuales capaces de satisfacer las urgentes demandas de la sociedad, especialmente

de los sectores menos favorecidos, preparando personas con un alto espíritu de superación y colaboración, con la predisposición de adaptarse adecuadamente para responder de manera eficiente a un mundo que se transforma de modo precipitado e imprevisto (Pinos, 2013).

Por lo tanto, es necesario un aprendizaje significativo, problémico y desarrollador, un aprendizaje vivencial e integrador que tenga como punto de partida la vida de los estudiantes, para modelar en el aula de clases los problemas que existen en la sociedad y simular los procesos que rodean su conducta cotidiana (Ortiz, 2015).

La eficacia y eficiencia de cualquier institución educativa depende en gran medida de la calidad de sus docentes. El formador es el elemento fundamental en cualquiera de los sistemas de preparación y por ello debe estar en continuo reciclaje como cualquier otro profesional. La sociedad actual de las tecnologías de la información y la comunicación obliga al formador a adaptarse a los cambios tecnológicos tan innovadores que han surgido en el ámbito educativo en los últimos años (Castro, 2007).

Rogers, Pfaff, Hamilton y Erkan (2015) señalan que los educadores universitarios siempre han tratado de equilibrar las demandas competitivas de amplitud y profundidad de la materia, generalmente confiando en un modelo de aprendizaje basado en la disciplina. Sin embargo, a medida que la sociedad se enfrenta a problemas cada vez más complejos que requieren enfoques de pensamiento sistémico, también se observa la creciente importancia de formar profesionales que tengan las habilidades de trabajar con personas de un conjunto de disciplinas diversas. En términos generales, este nuevo desafío educativo puede abordarse de dos maneras:

- (1) A través de un enfoque interdisciplinario, los conceptos de diferentes disciplinas pueden integrarse para generar nuevas formas de pensar. Los participantes deben dominar las disciplinas participantes para crear nuevos enfoques.

(2) A través de un enfoque multidisciplinario, las distintas perspectivas y conceptos de cada disciplina se pueden utilizar para abordar partes particulares de un problema complejo; sin embargo, ya no se requiere fluidez en todas las disciplinas participantes.

Es el enfoque transdisciplinar, que se preocupa por aquello que está entre las disciplinas, a través de ellas y más allá de toda disciplina, un complemento indispensable del enfoque disciplinar y multidisciplinario, porque significa el surgimiento de seres conectados continuamente, capaces de adaptarse a las cambiantes exigencias de la vida profesional (Nicolescu, 2013).

La atención a la capacitación de profesores de educación superior también debe ser un tema estratégico que tiene mucha relación con el compromiso de educar mejor a quienes tienen el privilegio de ingresar a una institución de Educación Superior (Pinos, 2013). En este sentido, Medina & Domínguez (2015) citado por Zavala et al. (2019), señalan algunas funciones destacables del docente innovador:

- **Impacto:** la práctica produce mejoras tangibles.
- **Actitud y colaboración:** basadas en el deseo de compartir.
- **Sostenibilidad:** asegura que su acción se mantenga en el tiempo.
- **Cultura institucional:** implica un refuerzo de las redes en las que se apoyan y participación en iniciativas.

Es por estas razones que la tarea del docente universitario en el Siglo XXI, es tan compleja que exige al profesor el dominio de unas estrategias pedagógicas que faciliten su actuación didáctica (Hernández, 2009) ya que, desempeñan múltiples roles tales como transmitir conocimientos, motivar a los estudiantes a aprender, seleccionar y organizar los contenidos a tratar y servir como modelos a seguir (Porter, Roessner, Oliver & Johnson, 2006). Lograrlo exitosamente requiere en primer lugar que los profesores aprecien la naturaleza de esta concepción sobre el aprendizaje y, en segundo lugar, el más

importante, que planifiquen la enseñanza considerando esta transformación (Silva & Maturana, 2017).

Johnston (2013), reconoce al menos cuatro tipos de cambios en la transición de la educación secundaria a la terciaria:

- a) Cambios culturales de comunidad: trasladarse del instituto (o liceo) a la universidad, un desplazamiento con respecto a la clase social de origen (o étnica), diferentes niveles de capital cultural en relación con la institución, su personal y el resto de los estudiantes.
- b) Cambios académicos: encuentros con nuevos conceptos de aprendizaje, una mayor cantidad de material y tareas, convenciones distintas en cuanto a la relación académica, demanda de una mayor autorregulación del esfuerzo y del tiempo empleados en las tareas, trabajo en equipo y proyectos, nuevas prácticas de evaluación, etc.
- c) Cambios sociales: el sentirse anónimos en clases con muchos estudiantes, separación de amigos y familias, vivir en residencias de estudiantes, conocer a gente con bagajes muy distintos y con diferentes valores y actitudes.
- d) Cambios personales: desarrollo de una autoevaluación realista, aceptación y disfrute de tareas intelectuales que suponen un desafío, estrategias de adaptación para gestionar la diversidad funcional, enfrentarse con los imperativos laborales y económicos, desplazamientos, la expiración de una carrera y la indecisión frente a la misma, así como la tolerancia al estrés.

Además de compromiso, en el sistema educativo australiano se identifica otro concepto clave durante el primer año: el empoderamiento (Johnston, 2013) citado por Silva, 2015. Esta propuesta resulta significativa, pues alude a la forma en cómo el

estudiante desarrolla la capacidad de aprovechar las oportunidades que brinda la universidad, de acuerdo con sus propias cualidades, intereses y estilos (Silva, 2015).

La atención a los estudiantes en este tramo es fundamental para favorecer su compromiso, su empoderamiento y así, la consecución exitosa de sus objetivos personales y profesionales.

2.1.3 Enseñanza de la Ciencia y la Ingeniería

En el ámbito de la ciencia y la tecnología es preciso fomentar la vinculación empresa-IES para que la investigación y desarrollo que se realiza en las IES de verdad resuelva necesidades pertinentes al entorno productivo. Además, en el fomento del arte y la cultura, es importante que más allá de las universidades interculturales, todas las IES participen en la preservación de la multiculturalidad del país (Cruz & Cruz, 2008).

La ciencia es conocimiento inicialmente adquirido y desarrollado basado en experimentos, pero el desarrollo posterior también deriva y desarrolla la teoría basada en la ciencia. La ciencia también se relacionó con la forma natural de descubrir de una manera sistemática, de modo que la ciencia no es solo la adquisición de conocimiento sino también un proceso de descubrimiento (Setiawaty et al., 2017).

Si se lleva a cabo un recorrido rápido por la historia, se observa que, durante la Edad Media, la enseñanza de las ciencias fue mínima, tanto en escuelas como en colegios y universidades. Durante el Renacimiento, las corrientes humanistas llegaron a los sistemas educativos, pero no así las ciencias, pues no fue hasta el Siglo XVIII y parte del XIX, con el auge de los grandes descubrimientos, que se comenzó a despertar el interés por ellas. Sin embargo, en las instituciones educativas, la enseñanza de las ciencias tenía poca

importancia y, además, se hacía de forma teórica, ya que la enseñanza experimental de estas disciplinas llegó aún más tarde (Torres, 2010).

Los científicos, quizás más que cualquier otro grupo, insisten en datos sólidos y teorías sólidas. Sin embargo, la mayoría de los profesores de ciencias han prestado poca o ninguna atención a los estudios empíricos y teóricos que preguntan qué métodos de enseñanza son más efectivos en general o para grupos particulares (Alters & Nelson, 2002).

México es un país alejado de la ciencia y la tecnología. Esto implica no sólo subdesarrollo, sino también una percepción nacional acerca de que la ciencia y la tecnología no forman parte de la cultura y, aunque en el discurso se resalte su potencial para el desarrollo nacional, en una visión íntima de la sociedad mexicana, se piensa que la inversión en estos campos resulta infructuosa (Flores, 2012).

Las nuevas generaciones nacen, crecen y son educadas en un contexto tecnológico, invadido por lo global, pero para que esto no se convierta en un aspecto negativo, el punto de partida de la educación debe contemplar el desarrollo sociohistórico local del individuo, sin que por esto se rechace lo global (Torres, 2010).

Hablar ininterrumpidamente durante 50 minutos (o más) suele ser una forma muy ineficaz de facilitar el aprendizaje. La incorporación de episodios incluso breves de interacción estudiante-estudiante cuidadosamente estructurada aumenta apreciablemente la cantidad de ciencia que los estudiantes comprenden y retienen (Alters & Nelson, 2002).

Por consiguiente, enseñar ciencias de forma contextualizada y relacionada con la vida cotidiana es uno de los retos más desafiantes de esta época. Son muchos los métodos y las técnicas que los docentes aplican para enseñar esta disciplina, pero algunas de ellas

están muy apegadas a la herencia que nos ha dejado el positivismo, y se utiliza el método científico como el único instrumento para llegar al conocimiento. En otros casos, la principal forma de enseñarla es en el papel, como un conjunto de hechos y verdades estables e incuestionables, que el libro de texto contiene, que el profesor, supuestamente sabe y que el alumno tiene que memorizar, para contestar las preguntas a las que es sometido en los exámenes (Torres, 2010).

Por otra parte, la nueva industria busca ingenieros con capacidad de análisis y con habilidades nuevas para la resolución de problemas. El ingeniero debe aprovechar estas nuevas oportunidades y la educación en ingeniería debe ser más integral. La educación técnica se ha basado en un modelo analítico, por tanto, la enseñanza de la ingeniería del futuro debe ser más integradora (Paico, 2014).

La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 que se identifica como un término integrador de las tecnologías en la cadena de valor a los sistemas ciber físicos, el internet de las cosas y el internet de los servicios, tiene implicaciones en los planes curriculares de ingeniería como las competencias analíticas avanzadas (big data), simulación avanzada y modelado virtual de plantas, competencia en ingeniería en computación, habilidades en la interface hombre-máquina, gestión integrada de control de calidad, de procesos y de productos en lazo cerrado, optimización de logística y de inventarios, diseño de manufactura integrada por computadora física y virtual, metodología de enseñanza-aprendizaje para la innovación, diseño curricular flexible, interdisciplinario, inteligente, modular y reconfigurable, actualización permanente del currículo, pertinencia del currículo a la evolución de la Industria 4.0 y acreditación internacional del plan curricular (Carvajal, 2017).

A los estudiantes de ingeniería durante su formación se les presenta una gran cantidad de material teórico e información. Solo se dan cuenta de su debilidad cuando se enfrentan

a la tarea de aplicar lógicamente lo aprendido para un fin específico (Haik & Shahin, 2011). Por lo que los profesores de ingeniería deben reconsiderar la forma de educar a los estudiantes, para el cambio de los mercados de los futuros puestos de trabajo y conservar todos los atributos positivos que son apreciados en los graduados de ingeniería por el sector servicios, pero también deberían considerar la posibilidad de la desindustrialización como una oportunidad para enriquecer su oferta (Paico, 2014).

Los equipos son cada vez más exigidos y requerirán de competencias personales más desarrolladas. En este estilo de trabajo futuro se requiere que sean multidisciplinarios y se sientan cómodos y capaces de utilizar la tecnología más avanzada para acceder a la información y comunicarse con otros. "Será necesario que la educación en ingeniería proporcione a los estudiantes una conciencia y comprensión mucho más profunda del trabajo en equipo, que lo que nuestros actuales planes de estudios ofrecen" (Paico, 2014).

Jeschke citado por Carvajal (2017) describe tres características de la nueva educación en la Industria 4.0: (1) programación científica como el nuevo lenguaje de comunicación entre los ingenieros y entre los ingenieros y las máquinas; (2) desarrollo empresarial con enfoque en la innovación que facilitará la revolución de las tecnologías sobre la evolución de las tecnologías; y (3) aprendizaje analítico porque el conocimiento de lo intangible como las señales digitales serán de obligatorio entendimiento en todas las disciplinas.

La ingeniería mexicana, en términos generales, es más fuerte en aspectos operativos que conceptuales, lo que indica que se deben hacer esfuerzos importantes para lograr mejor coordinación y organización de la profesión en sí, así como en lo relacionado con la administración de las labores de la ingeniería (Ramírez de Alba, 2001).

2.2 Educación STEM+A

2.2.1 Educación STEM

La visión holística de que todo el conocimiento humano y la investigación se encuentren fundamentalmente conectados se refleja en la historia de la educación superior, desde las tradiciones de Sócrates y Aristóteles, hasta la era de la industrialización, hasta nuestros días. Esta visión sostiene que una educación amplia e interrelacionada es esencial para la preparación de los ciudadanos para la vida, el trabajo y la participación cívica. Una mente educada y abierta faculta al individuo a separar la verdad de la falsedad, la superstición y el sesgo de los hechos, y la lógica de lo ilógico (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018).

La modernización de la educación dio origen a diferentes conceptos y enfoques, es decir, la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM), la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), ciencia, tecnología e innovación (STI) (Vusumuzi Malele, Manthiba E. Ramaboka, 2020). Es entonces que, en todo el mundo, los profesores sean dado cuenta de que los niños y jóvenes requieren algo más que las habilidades de lectura, escritura y aritmética cuando estos dejan la escuela.

Desde sus orígenes, el enfoque STEM se sustentó en la teoría del aprendizaje construccionista (Sullivan y Bers, 2017). Esta teoría postula que el aprendizaje se construye y reconstruye mientras la persona interactúa dinámicamente con el mundo en el que está inmersa (García, Reyes & Burgos, 2017). Centrarse en la innovación proporciona una nueva perspectiva al considerar los procesos educativos STEM, su eficacia y las formas de mejorarlos (Porter, Roessner, Oliver & Johnson, 2006).

La educación STEM es importante para todos y vital para el futuro de cada país (Kanematsu & Barry, 2016); se puede entender, en el contexto de las ciencias integradas, como una aproximación para la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y

matemáticas de forma interdisciplinar, donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante diversas actividades didácticas inmersivas aplicadas al mundo real (García, Reyes & Burgos, 2017). Enfatiza actividades para diseñar y crear nuevos productos y sistemas, así como actividades relacionadas con los principios de investigación y exploración. A través de ambos enfoques, la educación STEM puede ayudar a los estudiantes a adquirir y utilizar conocimientos y habilidades relacionados con el campo STEM, aprender las prácticas de científicos e ingenieros en el mundo real y pensar en la resolución de problemas (Yata, Ohtani & Isobe, 2020).

STEM busca lograr dos objetivos. En primer lugar, aumenta el número de estudiantes que preferirán profesiones de estas disciplinas a nivel universitario. En segundo lugar, permite a los estudiantes encontrar soluciones creativas a los problemas de la vida real sobre las disciplinas STEM al aumentar los conocimientos básicos de los estudiantes en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Thomasian, 2011).

Al surgir STEM como se entiende actualmente, se hace en un contexto global: un mundo que se ha empezado a adentrar en la Cuarta Revolución Industrial y que cambiará la forma en que se trabaja y por ende e irremediablemente, la forma en la que se aprende. En la actualidad se han incrementado las acciones de colaboración, en parte porque la tecnología lo ha facilitado, y en parte por los sucesos sociopolíticos que nos han ido moldeando en etapas recientes de nuestro devenir histórico (Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

En una Educación STEM, los estudiantes aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar. Establecen hipótesis y proponen ideas, hacen conexiones entre los objetivos y los conceptos para hallar soluciones a los desafíos y los procesos planteados, retienen el conocimiento adquirido y desarrollan sus habilidades (Martini & Chiarella, 2017).

La educación STEM requiere de una planificación cuidadosa de los contenidos. Los profesores deben organizar sus experiencias de enseñanza y aprendizaje utilizando la tecnología como una herramienta en este proceso. En consecuencia, el proyecto de secuencias didácticas debe estar centrado en integrar materiales, situaciones y experiencias interesantes, motivando el aprendizaje significativo en el estudiantado, teniendo en cuenta que la enseñanza de la matemática como las ciencias experimentales requieren un tratamiento lógico, secuencial y ordenado (Ferrando, Hurtado & Beltrán, 2018).

Borrego & Henderson (2014), señalan que hay dos razones principales por las que se necesita una revisión de las estrategias de cambio en la educación superior STEM. En primer lugar, el cambio no es tradicionalmente un dominio que los líderes de STEM hayan considerado informado por la teoría o la literatura. La literatura relevante sobre el cambio en la educación superior no es necesariamente accesible para quienes necesitan aplicarla. Esta literatura se encuentra dispersa en disciplinas y revistas fuera de STEM, y muchas ideas, aunque prometedoras, se estudian poco en el contexto de la educación superior. Además, el trabajo que se realiza en el cambio de instrucción en una disciplina STEM no está necesariamente conectado con un trabajo similar en otras disciplinas STEM. En segundo lugar, los educadores en ingeniería y los investigadores en educación en ingeniería tienen una experiencia limitada con las teorías de la educación y las ciencias sociales.

A continuación, se presenta un recorrido de los antecedentes de STEM en países desarrollados y por último el caso de México.

Estados Unidos

La ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) impregnan el mundo moderno; los trabajos que las personas hacen, los alimentos que comen, los vehículos en

los que viajan, la información que reciben, los medicamentos que toman y muchas otras facetas de la vida moderna cambian constantemente a medida que el conocimiento STEM se acumula constantemente (National Research Council, 2014).

El término STEM tuvo sus orígenes en la década de 1990 en la National Science Foundation (NSF) y se ha utilizado como una etiqueta genérica para cualquier evento, política, programa o práctica que involucre una o varias de las disciplinas STEM (Bybee, 2010). La filosofía STEM asegura que los países en los que se aplica mantengan sus actuales liderazgos económicos y tecnológicos. Por otro lado, también se utiliza para aumentar el éxito de los países en exámenes internacionales como PISA y TIMSS (Yildirim, 2016).

El Departamento de Educación de los Estados Unidos (EE. UU.) (2007) define la educación STEM como un programa educativo para aquellos destinados principalmente a brindar apoyo o fortalecer la educación STEM en los niveles de primaria y secundaria hasta posgrado, incluida la educación de adultos.

Según Becker & Park (2011), la educación STEM es un enfoque que explora los procesos de enseñanza y aprendizaje entre dos o más componentes STEM o, entre cualquier componente STEM con otro campo de conocimiento.

Para Corlu, Caprano & Caprano (2014) la educación STEM incluye el conocimiento, las habilidades y las creencias que se construyen en colaboración en la intersección de más de un área temática de STEM.

Johnson (2012) citado por Quigley, Herro & Jamil (2017) menciona que la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas es reconocida y ampliamente utilizada como una meta-disciplina que une las aplicaciones con el contenido para crear conocimiento como uno solo.

Por su parte, English & King (2015) argumentan que el concepto de integración en la educación STEM puede ayudar a los estudiantes a convertirse en mejores solucionadores de problemas, mostrar un aprendizaje más positivo y motivado y mejorar sus logros en matemáticas y ciencias.

Algo relevante en la mayoría de los programas o proyectos que buscan fomentar las competencias en las áreas de STEM es la motivación de atraer a estudiantes de poblaciones vulnerables o insuficientemente representadas, ya que se considera que estas habilidades pueden significar un factor relevante para su inclusión económico (Arredondo, Vázquez & Velázquez, 2018).

Bybee (2010) señala que la alfabetización STEM incluye la comprensión conceptual y las habilidades y habilidades procedimentales para que las personas aborden problemas personales, sociales y globales relacionados con STEM. La alfabetización STEM implica la integración de disciplinas STEM y cuatro componentes complementarios e interrelacionados. La alfabetización STEM se refiere a lo siguiente:

- Adquirir conocimientos científicos, tecnológicos, de ingeniería y matemáticos y utilizar ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos y aplicar los conocimientos a cuestiones relacionadas con STEM.
- Comprender los rasgos característicos de las disciplinas STEM como formas de esfuerzos humanos que incluyen los procesos de investigación, diseño y análisis.
- Reconocer cómo las disciplinas STEM dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural.
- Participar en temas relacionados con STEM y con las ideas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas como ciudadanos preocupados, afectivos y constructivos.

A su vez, se desarrollaron los Estándares de ciencias de la Próxima Generación (NGSS por sus siglas en inglés) para orientar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que afectan en gran medida nuestra vida diaria. El objetivo de dichos estándares es ayudar a los estudiantes de EE.UU. a desarrollar las habilidades científicas y de ingeniería necesarias para vivir vidas exitosas y productivas, así como ayudarlos a crear un planeta sostenible para las generaciones futuras (Krajcik, 2013).

Se proponen tres dimensiones: 1) ideas básicas disciplinarias, 2) prácticas científicas y de ingeniería y 3) conceptos transversales. Las primeras crean un conjunto de herramientas conceptuales que los estudiantes pueden usar para razonar y explicar fenómenos. Las segundas, incluyen actividades y normas que son el núcleo de la ciencia: desarrollo y uso de modelos, construcción de explicaciones y participación en argumentos a partir de evidencia. Por último, los conceptos transversales son herramientas de pensamiento que los estudiantes pueden usar cuando intentan comprender los fenómenos del mundo que nos rodea. Proporcionan un conjunto de lentes que se pueden utilizar para explorar y explicar fenómenos. Se sugiere pues, que los fenómenos pueden estudiarse desde diferentes perspectivas. Los nuevos estándares brindan una visión diferente de lo que significa hacer y aprender ciencia, incluyendo de manera explícita de la ingeniería (Duncan & Cavera, 2015).

Australia

Siekman & Korbel (2016) definen STEM como el acrónimo de las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas que se enseñan y aplican de una manera tradicional y específica de la disciplina o mediante un enfoque multidisciplinario, interconectado e integrador. Ambos enfoques se centran en los resultados y tienen como objetivo resolver los desafíos del mundo real. La educación y capacitación STEM establece relaciones entre las cuatro disciplinas con el objetivo de expandir las habilidades de las

personas apoyando la educación técnica y científica con un fuerte énfasis en las habilidades de pensamiento crítico y creativo. Este enfoque debe implementarse desde la escuela primaria hasta la educación terciaria, con el fin de proporcionar a una nación cuatro tipos de inversión intelectual y basada en habilidades:

- Maestros y educadores que pueden enseñar con éxito los conocimientos y habilidades STEM fundamentales de una manera integrada e inspiradora.
- Científicos, ingenieros y especialistas digitales que investigan y desarrollan los avances tecnológicos necesarios para el éxito económico de una nación y, en última instancia, para resolver los desafíos globales.
- Trabajadores tecnológicamente competentes que son capaces de crear, diseñar, apoyar y operar innovaciones tecnológicas complejas y en evolución.
- Ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente que puedan examinar críticamente / comprender / responder y mejorar el mundo que los rodea.

También la definen como término genérico para una variedad de conceptos, clasificaciones e iniciativas relacionadas no solo con el aprendizaje y el trabajo en disciplinas relacionadas con la ciencia y la tecnología, sino con el contrato social y la productividad de una nación. Básicamente, el aprendizaje STEM es un enfoque de aprendizaje multidisciplinario o interdisciplinario, en el que los conceptos académicos se combinan con lecciones del mundo real para establecer conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y los negocios (Siekmann & Korbel, 2016).

La Figura 1 muestra cómo los diversos componentes de la ciencia, las matemáticas la ingeniería y la tecnología se relacionan entre sí en apoyo a las necesidades de la sociedad. Los científicos y matemáticos generan conocimientos que los ingenieros utilizan para diseñar tecnología, lo que a su vez respalda las necesidades de la sociedad y la búsqueda de más conocimientos científicos.

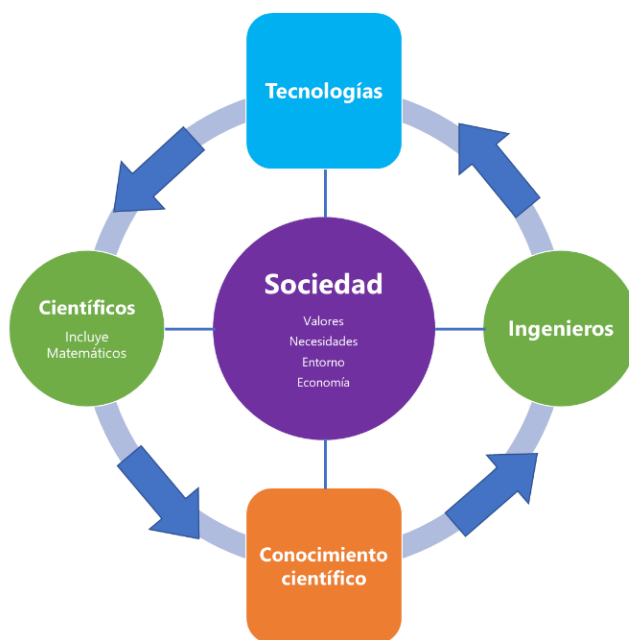


Figura 1. Relación entre los componentes STEM. Adaptado de: Siekmann & Korbel, (2016)

Las habilidades y el conocimiento STEM son de naturaleza interdisciplinaria y su objetivo es mejorar la competencia de las personas en el trabajo y/o la vida y, de manera más general, responder a las demandas sociales de tecnología (Siekmann & Korbel, 2016). Para mejorar la comprensión y la aplicación del concepto "STEM", proponen descomponer e identificar los componentes principales utilizando la analogía de un edificio con diferentes habitaciones, tal como se muestra en la Figura 2. El término STEM es el techo que cubre el edificio; su base son las habilidades necesarias para la vida cotidiana como la lectoescritura y la aritmética. Las habilidades socio-emocionales como la resiliencia y la curiosidad ayudan a tener éxito en todos los niveles educativos y el empleo. Por separado se encuentran las habilidades cognitivas avanzadas como el pensamiento crítico y la creatividad y las habilidades técnicas o relacionadas con la disciplina. Ninguna de estas habilidades es exclusiva de STEM, pero en conjunto contribuyen al concepto de STEM.

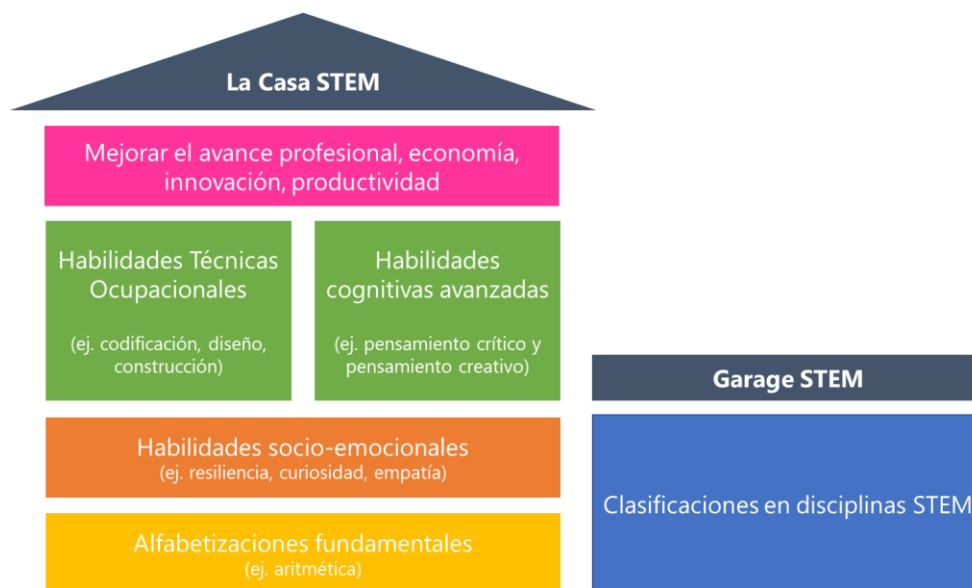


Figura 2. La Casa STEM. Adaptado de: Siekmann & Korbel, 2016

Deloitte Access Economics (2015) resumió las competencias STEM para su Encuesta de empleadores STEM de Australia y describió las habilidades STEM de la siguiente manera, reconociendo que no se pudo llegar a un consenso entre el panel de la encuesta y los empleadores (Tabla 2).

Tabla 2. Habilidades STEM y cómo se definen en una encuesta de empleadores STEM. Adaptada de: Siekmann & Korbel, 2016

Habilidades STEM	
Habilidades STEM específicas de la ocupación	Aprendizaje activo (es decir, aprender en el trabajo)
Conocimiento de legislación, regulación y códigos	Resolución de problemas complejos
Programación	Solución creativa de problemas
Análisis y evaluación del sistema	Pensamiento de diseño
Gestión del tiempo	Pensamiento crítico
Habilidades interpersonales	El aprendizaje permanente

Los investigadores concluyeron que, si bien los empleadores valoran todos los conjuntos de habilidades, valoran particularmente las habilidades socioemocionales y las

habilidades cognitivas de orden superior. Estos resultados son sólidos en toda la región, la industria, la ocupación y el nivel educativo. Por ejemplo, dados dos candidatos con habilidades técnicas similares, un empleador puede inclinarse a elegir al candidato con habilidades socioemocionales o analíticas más sólidas (Siekmann & Korbel, 2016).

Canadá

El Council of Canadian Academies (2015) define STEM como el conjunto de conocimientos, habilidades y capacidades básicas que se utilizan o se adquieren en ocupaciones de STEM y/o se adquieren en los campos de estudio y programas de STEM. Dentro de esta definición general, el panel conceptualizó las habilidades STEM de tres formas diferentes para describir el crecimiento y la evolución de la alfabetización y las habilidades STEM en todo el sistema educativo:

- Habilidades fundamentales para STEM, como el razonamiento, las matemáticas, la resolución de problemas y la alfabetización tecnológica necesarias para la alfabetización STEM, desarrolladas desde la primera infancia hasta la escuela secundaria.
- Habilidades prácticas de STEM, generalmente asociadas con la capacitación técnica, los oficios, los aprendizajes y los diplomas o certificados de STEM, incluido el conocimiento de los principios científicos establecidos y cómo aplicarlos a tareas específicas o roles ocupacionales.
- Las habilidades STEM avanzadas incluyen familiaridad con métodos científicos, diseño conceptual, así como capacitación especializada en disciplinas específicas de STEM, y están asociadas con la educación a nivel de pregrado y superior.

Es importante reconocer que los trabajadores calificados con experiencia en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) se consideran esenciales para las actividades

de investigación y desarrollo que estimulan el crecimiento económico (Boyd & Tian, 2017).

En este sentido, el panel de expertos en habilidades STEM para el futuro (Council of Canadian Academies, 2015) acordó que las estrategias proactivas a largo plazo son importantes para mantener abierta una gama de opciones económicas y equipar a las personas con habilidades que les ayuden a responder a las cambiantes demandas del empleo. Dichas estrategias se muestran a continuación:

- **Inversiones continuas en habilidades fundamentales para la alfabetización STEM.** Hay muchos tipos de habilidades fundamentales, y la educación STEM proporciona un entorno rico para desarrollar algunas de ellas, como las matemáticas, facilidad computacional, razonamiento y resolución de problemas.
- **Mantener la capacidad de Canadá para producir habilidades STEM avanzadas.** Continuar con la tradición canadiense de excelencia en investigación y educación post-secundaria de alta calidad es fundamental, al igual que aumentar la participación de las mujeres y pueblos aborígenes en STEM. Se requiere flexibilidad en los sistemas de educación y formación para ofrecer a los trabajadores opciones para el aprendizaje continuo. La capacitación patrocinada por el empleador, para nuevos empleados y para el desarrollo profesional continuo, es un componente vital de este objetivo.
- **Brindar oportunidades para desarrollar habilidades complementarias.** Los empleadores exigen habilidades como la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo, que se han identificado como importantes para la innovación. Las mejoras y expansiones en el aprendizaje integrado en el trabajo pueden salvar

la brecha entre la educación y el trabajo, permitiendo así el desarrollo de estos activos.

- **Creación de un sistema de inmigración sólido.** Los inmigrantes son una fuente importante de habilidades STEM para Canadá, y representan aproximadamente el 50% de todos los titulados en STEM. La evidencia también sugiere que los inmigrantes calificados en STEM ejercen un impacto positivo en la innovación y la productividad.

Si bien Canadá se está desempeñando bien en muchos sentidos, el panel concluyó que existe un margen significativo de mejora en todas estas áreas para permitirle al país estar estratégicamente posicionado para enfrentar futuras incertidumbres del mercado laboral. Señalan que, la acción colectiva y coordinada entre las instituciones educativas, el gobierno, la industria, las organizaciones comunitarias y el sistema de inmigración es importante para facilitar la educación, capacitación y la movilidad (Council of Canadian Academies, 2015).

Finlandia

El sistema educativo finlandés se basa en un modelo atractivo conocido en todo el mundo. Es un ejemplo sobresaliente en lo que respecta a STEM. Desde la década de 1970, el país ha reformado su sistema educativo basado en la equidad, educación y recursos equitativos, evaluación efectiva y maestros bien capacitados. El sistema educativo en el país está descentralizado ya que cada institución tiene la autonomía para mejorar su educación. Una de las cualidades notables del sistema educativo es STEM, el cual es un enfoque de resolución de problemas y un estándar de instrucción para la educación. Un aspecto que destaca es el trabajo en grupo o el esfuerzo grupal. El país se asegura que los maestros estén capacitados y calificados (edunation, 2020).

En 2003 se creó el Centro LUMA con la intención de fomentar la motivación de estudiantes para aprender ciencias y matemáticas y mejorar sus resultados de aprendizaje. Durante la primera década, el objetivo central de LUMA fue crear un ecosistema nacional de colaboración en la educación STEM. El ecosistema actual LUMA es una innovación social en la que universidades, escuelas, profesores, estudiantes, tutores y empresas involucran de forma cooperativa a niños y jóvenes de entre 3 y 19 años en las áreas de matemáticas, ciencia y tecnología, y apoyan a los profesores con orientación investigadora en todos los niveles de formación continua. (Vihma & Aksela, 2014 citado por Niemi, 2015). Los docentes en formación hacen uso igualmente de investigaciones actuales para producir de forma activas materiales didácticos e ideas que beneficien a todos los profesores de disciplinas STEM en Finlandia (Niemi, 2015).

México

México se enfrenta hoy a la Cuarta Revolución Industrial, al igual que el resto del mundo. Y de forma especial se sabe que los países de Latinoamérica aún no han integrado de forma efectiva la Educación en STEM y que los jóvenes prefieren las Ciencias Sociales. Es esencial encender la curiosidad y brindar las herramientas de indagación a los niños mexicanos desde pequeños. También significa crear trayectos formativos estratégicos y generar información en torno a las condiciones de empleabilidad que ofrecen diversas carreras, para que los jóvenes tomen decisiones informadas sobre su futuro y puedan gestionar sus aspiraciones con base en evidencias (Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

Desde el año 2016 se implementó el Nuevo Modelo Educativo, el cual forma parte de la reorganización de todos los componentes del Sistema Educativo Mexicano a través del desarrollo de acciones que buscan lograr un desarrollo integral de la niñez y juventud que

les permita enfrentar los retos del Siglo XXI y facilitarle su acceso a un entorno global (Díaz, 2018).

En este sentido, surge la Alianza para la Promoción de STEM (2019) que define la Educación en STEM como una tendencia mundial relacionada con el aprendizaje formal, no formal e informal. En la educación formal e informal, implica la inclusión en la currícula de prácticas y proyectos que abordan la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera interdisciplinaria, transdisciplinaria e integrada, con un enfoque vivencial y de aplicación de conocimientos para la resolución de problemas. Este enfoque busca formar en los individuos las habilidades clave que les permiten desenvolverse exitosamente en el Siglo XXI, tales como el pensamiento creativo, reunir evidencias y hacer uso efectivo de la información y el trabajo colaborativo. Todos estos, aspectos esenciales para la innovación, el desarrollo sostenible y el bienestar social.

2.2.2 Aprendizaje interdisciplinar

Basado en la teoría construccionista del aprendizaje de Seymour Papert citado por Zamorano, García y Reyes (2018), el aprendizaje es entendido como un proceso continuo, variable y particular, que se construye y reconstruye a medida que el individuo interacciona de manera dinámica con el mundo físico, social y cultural en el que está inmerso y en la construcción de objetos que atiendan a la necesidad de solucionar un problema a través de procesos de investigación y diseño, siendo esta interacción y construcción las claves en la producción de conocimiento, entendido como fruto del trabajo propio y el resultado del conjunto de vivencias del individuo desde que este nace.

El aprendizaje interdisciplinario es un proceso mediante el cual los alumnos integran información, datos, técnicas, herramientas, perspectivas, ideas, conceptos y teorías de dos o más disciplinas, para crear productos, explicar fenómenos o resolver problemas de

maneras que habrían sido improbables a través de medios disciplinarios (Kidron & Kali, 2015).

La educación científica a menudo se ocupa de cuestiones complejas y requiere múltiples enfoques para alcanzar una comprensión a largo plazo. La adquisición de un conocimiento conceptual adecuado implica una interconexión de conceptos científicos básicos de diferentes disciplinas como la Biología y la Física (Schaal, Bogner, & Girwidz, 2010)

La enseñanza y el aprendizaje interdisciplinario en las instituciones de educación superior se ha identificado como clave para la educación del Siglo XXI (Khadri, 2014). Por lo que, para participar con éxito en la interdisciplinariedad, más precisamente, para poder comprender y actuar en cualquier situación de trabajo o aprendizaje interdisciplinario dado, los estudiantes necesitan habilidades personales y sociales adecuadas, conocidas como competencia interdisciplinaria, que se relacionan en gran medida con cada una de las habilidades del Siglo XXI (Brassier & Dettmers, 2017).

2.2.3 El marco STEM+A

El Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Corea [MEST] nombró su nuevo modelo como STEM+A al agregar la quinta disciplina de arte al acrónimo en inglés STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas). La educación STEAM es un programa recientemente desarrollado que se incluyó en 2011 (Ozkan & Topsakal, 2017).

La educación de STEM+A se basa en la premisa de que STEM y las artes funcionan mejor juntas que separadas (Ghanbari, 2015). Es una educación en la que la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas incluyen otras áreas además de los estándares

propios y, en segundo lugar, es una educación integradora que incluye intencionalmente las materias reales y las materias de enseñanza (Park & Ko, 2012).

La principal diferencia entre STEM y STEM+A es que STEM se centra explícitamente en conceptos científicos. STEM+A investiga los mismos conceptos, pero lo hace mediante la indagación y los métodos de aprendizaje basados en problemas utilizados en el proceso creativo (Wade-Leeuwen, Vovers & Silk, 2018).

STEM+A es una estructura interdisciplinaria que combina ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para permitir que los estudiantes aprendan sobre la base de la lógica matemática, la ingeniería y el arte (Chen & Lin, 2017).

Una educación centrada en STEM+A está impulsada por un énfasis interdisciplinario, que expone a los alumnos a formas de pensamiento múltiples, laterales y creativas. Entre otros, los beneficios de la educación STEM+A son: (i) fomentar el pensamiento independiente, y; (ii) promover un enfoque interdisciplinario (Vusumuzi & Manthiba, 2020). En un plan de estudios STEAM, los estudiantes trabajan en situaciones de aprendizaje que ofrecen un riesgo mínimo y refuerzan la idea de que cometer errores y fallar puede ser productivo (Thoring & Muller, 2011).

Hoy en día, la educación STEM+A se desarrolla rápidamente. En términos generales, STEM+A considera que estos campos de conocimiento están conectados entre sí (Dana-Picard & Hershkovitz, 2020), los maestros y maestras STEAM deben sentirse miembros de un equipo, ya que trabajar de manera integrada va a suponer en muchos momentos romper las barreras entre las materias impuestas por el currículo. Por ello, y porque los docentes STEM deben aprender a trazar proyectos en colaboración, es preciso que aprendan a dialogar, debatir y acordar lo esencial con otros (Martín y Santaolalla, 2020).

2.2.4 Competencias y habilidades para el Siglo XXI

El desarrollo y la mejora de las habilidades y capacidades humanas a través de la educación, el aprendizaje y el trabajo significativo son factores clave del éxito económico, del bienestar individual y de la cohesión social (WEF, 2020).

Es por esto que el activo más importante para lograr un estatus de nación desarrollada de altos ingresos es un recurso humano de calidad que pueda enfrentar los desafíos de aplicar las habilidades del Siglo XXI. Para impulsar una nación de clase mundial, los recursos humanos que sean competitivos, informados, creativos y que posean una ética positiva juegan un papel importante (Husin et.al, 2016).

Durante la última década, un conjunto de tecnologías emergentes innovadoras ha marcado el inicio de la Cuarta Revolución Industrial. Para 2025, las capacidades de las máquinas y los algoritmos se utilizarán más ampliamente que en años anteriores, y las horas de trabajo realizadas por las máquinas coincidirán con el tiempo dedicado a trabajar por los seres humanos. Los nuevos datos de la Encuesta sobre el futuro de los trabajos sugieren que, en promedio, el 15% de la fuerza laboral de una empresa corre el riesgo de sufrir interrupciones en el horizonte hasta 2025, y se espera que, en promedio, el 6% de los trabajadores estén totalmente desplazados (WEF, 2020).

Se proyecta que, a mediano plazo, la destrucción de puestos de trabajo probablemente se verá compensada por el crecimiento del empleo en los 'puestos de trabajo del mañana', tales como, puestos de trabajo en la economía verde, puestos a la vanguardia de la economía de datos y de inteligencia artificial, así como nuevos roles en ingeniería, computación en la nube y desarrollo de productos. Los empleadores que responden a la Encuesta sobre el futuro de los trabajos están motivados para apoyar a los trabajadores que son desplazados de sus roles actuales y planean hacer la transición

de hasta el 46% de esos trabajadores de sus trabajos actuales a oportunidades emergentes (WEF, 2020).

Según la Encuesta *Future of Jobs 2020*, el top 15 de habilidades para el 2025 se presenta en la Figura 3, en donde se puede observar que los empleadores consideran que aumentarán en importancia grupos como el pensamiento crítico y el análisis, así como la resolución de problemas, que se ha mantenido en la parte superior de la agenda año con año y han surgido nuevas habilidades de autogestión como el aprendizaje activo, la resiliencia, la tolerancia al estrés y la flexibilidad.

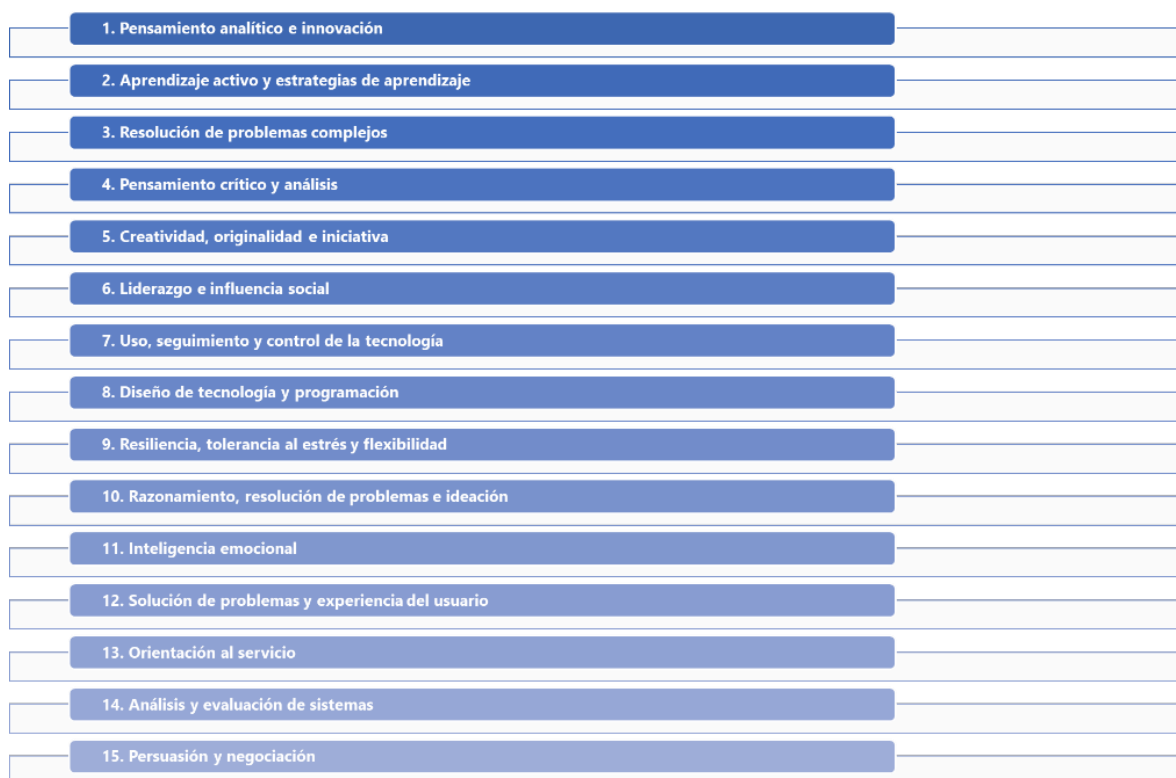


Figura 3. Top 15 de habilidades para el 2025. Adaptado de: World Economic Forum (2020)

Por su parte, Battelle for Kids (BFK), una organización nacional estadounidense sin fines de lucro con la misión de hacer realidad el poder y la promesa del aprendizaje del Siglo XXI para todos los estudiantes, crearon el Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI y

a través de su principal organización P21, garantiza que todos los niños, sin excepción, experimenten el aprendizaje del Siglo XXI.

El Marco se desarrolló con la aportación de educadores, expertos en educación y líderes empresariales para definir e ilustrar las habilidades, el conocimiento, la experiencia y los sistemas de apoyo que los estudiantes necesitan para tener éxito en el trabajo, la vida y la ciudadanía (Battelle for kids, 2019).

En la Figura 4 se muestran las habilidades que el Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI propone y que se clasifican en: 1) habilidades de aprendizaje e innovación, 2) habilidades de información, medios y tecnología y, 3) habilidades para la vida y la carrera.



Figura 4. Habilidades Marco para el Aprendizaje del Siglo XXI. Adaptado de: http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf

Por su parte la Alianza para la Promoción de STEM (2019) en México, propone el desarrollo de competencias tales como el pensamiento crítico, donde el estudiante formule preguntas para resolver problemas de diversa índole de manera creativa; comunicación con eficacia, respeto y seguridad en distintos contextos, con múltiples propósitos e interlocutores; colaboración, donde reconoce, respeta y aprecia la diversidad

de capacidades y visiones al trabajar de manera colaborativa; manejo y análisis de datos (alfabetización de datos) y computación e informática (alfabetización digital y ciencias computacionales), que le permitan comparar y elegir entre los recursos tecnológicos a su alcance y aprovecharlos con una multiplicidad de fines (Figura 5).



Figura 5. Competencias STEM+A. Adaptado de Alianza para la Promoción STEM (2019)

2.3 Bases metodológicas asociadas a la educación STEAM

2.3.1 Metodologías activas

Para que los estudiantes puedan adquirir el conocimiento y habilidades esenciales para desenvolverse adecuadamente en el ámbito social y profesional en el Siglo XXI, es necesario transitar de una enseñanza centrada en el profesor a una centrada en el estudiante (Silva y Maturana, 2017).

Los métodos de enseñanza con participación del alumno, donde la responsabilidad del aprendizaje depende directamente de su actividad, implicación y compromiso son

más formativos que meramente informativos, generan aprendizaje más profundos, significativos y duraderos y facilitan la transferencia a contextos más heterogéneos (Fernández, 2006).

La Educación STEM+A se fortalece gracias a la implementación de diferentes metodologías (Figura 6) ampliamente reconocidas por las bondades que brinda en el proceso de enseñanza-aprendizaje activo. A continuación, se presentan cada una de dichas metodologías y que son la base de la propuesta de aplicación de este proyecto de investigación.



Figura 6. Metodologías utilizadas en el modelo STEM+A. Elaboración propia.

2.3.2 Aprendizaje Basado en Juegos y Gamificación

Herranz & Colomo (2012), así como Werbach (2012) citado por Fuentes & González (2019), recuerdan que los juegos provocan casi cualquier tipo de emoción imaginable, reforzando la curiosidad, la competitividad o la felicidad.

El concepto *gamificación* proviene de la palabra inglesa *gamification* (Cortizo *et al.*, 2011), y tiene que ver con la aplicación de principios y elementos propios del juego en un ambiente de aprendizaje, con el propósito de influir en el comportamiento, incrementar la motivación y favorecer la participación de los estudiantes (Chaves, 2020).

Las mecánicas de juego son una serie de reglas que intentan generar juegos que se puedan disfrutar, que generen cierta adicción y compromiso por parte de los usuarios, al aportarles retos y un camino por el que discurrir, ya bien sea en un videojuego, o en cualquier otro tipo de aplicación (Cortizo *et al.*, 2011).

Cortizo *et al.* 2011 señalan que, si bien la gamificación ya se está aplicando con éxito en algunas áreas tan diversas como el marketing, los recursos humanos, la gestión de relaciones con clientes, o incluso a la formación de altos directivos, apenas se han planteado experiencias de trasladar lo positivo de las mecánicas de juego a la docencia universitaria. Las ventajas de la gamificación aplicada a la docencia superior las clasifican de la siguiente forma:

- Ventajas de la gamificación de cara a un alumno
 - Premia el esfuerzo
 - Avisa y penaliza la falta de interés
 - Indica el momento exacto en que un alumno entra en una zona de "peligro".
Es decir, se acerca al suspenso.
 - Premia el trabajo extra
 - Aporta una medida clara del desempeño de cada alumno

- Propone vías para mejorar su nota en la asignatura, y para mejorar su currículum de aprendizaje.
- Ventajas de cara al profesor
 - Supone una forma de fomentar el trabajo en el aula
 - Facilita premiar a los que en realidad se lo merecen
 - Permite un control automático del estado de los alumnos, descargando de tareas de gestión
- Ventajas para la institución
 - Puede ofrecer una medida del desempeño del alumno a sus padres
 - Es un sistema novedoso y efectivo

En el ámbito STEM cuyo objetivo es formar de modo integrado a ciudadanos capaces de enfrentarse a los retos del Siglo XXI, la gamificación educativa es un recurso cada vez más frecuente en todos los niveles educativos y supone un elemento clave para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Fuentes & González, 2019).

2.3.3 Aprendizaje Basado en Problemas

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es un método que promueve un aprendizaje integrado, en el sentido de que aglutina el qué con el cómo y el para qué se aprende. De tal suerte que tan importante es el conocimiento, como los procesos que se generan para su adquisición de forma significativa y funcional. Procesos que incorporan factores sociales y contextuales que se hacen presentes a través de la interacción comunicativa del alumno con el grupo y de éste con el profesor. Y también afectivos y volitivos por parte del alumno puesto que se trata de estar dispuesto a aprender significativamente (Manzanares, 2009).

Según Barell (2007), el ABP puede definirse como un proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de

la vida. Un problema es cualquier duda, dificultad o incertidumbre que se debe resolver de alguna manera.

Los principios básicos del Aprendizaje basado en problemas se pueden resumir de la siguiente forma: (i) centrados en el estudiante y capaces de motivar y aumentar el compromiso entre los estudiantes; (ii) se centra más en el proceso de aprendizaje para encontrar una solución; (iii) proyectos basados en objetivos y acciones de cambio; (iv) tener ejemplaridad; y (v) promueve el trabajo en grupo / trabajo en equipo, las habilidades sociales y de comunicación (Yasin & Rahman, 2011). La metodología intenta cultivar la capacidad de los estudiantes para pensar críticamente, aprender activamente y resolver problemas a través de actividades basadas en proyectos. También desarrolla las habilidades de comunicación, ya que los estudiantes deben realizar discusiones grupales (Husin et.al, 2016).

Una característica del método es la organización del proceso en pequeños grupos que interactúan con el profesor. Se puede afirmar que el método se caracteriza por aprender "de" y "con" los demás. Los alumnos son responsables de su propio aprendizaje, es decir, tienen que trabajar mucho solos, pero es definitorio que se trabaje en grupo. El proceso convencionalmente se desarrolla conforme a lo que se denomina los "siete pasos" tal y como se observa en la Figura 7. Estos pasos definen un proceso cíclico de trabajo que puede repetirse, en caso de que se considere necesario (Manzanares, 2009).



Figura 7. Pasos del Aprendizaje Basado en Problemas. Adaptado de: Manzanares (2009)

2.3.4 Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque metodológico que promueve el aprendizaje de los conceptos científicos mediante su instrumentalización en la resolución de un problema o elaboración de un producto (Domènech-Casal, 2018). Ayuda a los estudiantes a obtener una comprensión más profunda de los materiales mediante la participación orientada al proceso en la investigación de problemas reales y significativos en los que los estudiantes responden a una pregunta determinante; explorar la pregunta en una indagación auténtica y situada, resolver problemas de forma colaborativa; tienen andamios para ampliar su capacidad de aprendizaje; y crear un producto tangible en respuesta a la pregunta impulsora (Krajcik & Blumenfeld, 2006, como se citó en Hall & Miro, 2016).

El ABP ha sido valorado como una metodología privilegiada para el despliegue de los objetivos STEM, en forma de actividades de Aprendizaje Basado en Proyectos en las que participan dos o más materias del ámbito STEM (Domènech-Casal, 2018). La

implementación exitosa de un proyecto requiere que en el proceso esté presente una característica básica, una pregunta o concepto central en el curso, sobre la cual los estudiantes han de investigar (Cobo & Valdivia, 2017). En el proceso, se pueden identificar las siguientes etapas tal y como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Etapas del ABP. Adaptado de: Cobo & Valdivia (2017)

2.3.5 Aprendizaje Basado en Retos

Aprendizaje Basado en Retos" (ABR) tiene su origen en dos instituciones concretas: Apple y el Centro de Investigación en Ingeniería VaNTH ERC.

Cordray et. al (2009), señalan que habitualmente el ABR se basa en abordar el aprendizaje a partir de un tema genérico y plantear una serie de retos, relacionados con ese tema, que el alumnado debe alcanzar. Dichos retos conllevan el aporte de soluciones concretas de las que se pueda beneficiar la sociedad o una parte de ella. Para ello el alumnado dispone de herramientas tecnológicas, recursos (internos y externos a la asignatura) y, por supuesto, de expertos que les ayudan en el proceso (el profesorado).

El ABR se inspira en la búsqueda de soluciones a grandes desafíos globales y originados en contextos externos a la formación. Sin embargo, su proceso de aprendizaje y su forma de implementación toma sus principios de modelos de aprendizaje activo,

como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje vivencial (Tecnológico de Monterrey, 2015). En el aula invertida, la idea central es cambiar el enfoque de instrucción común: con videos creados por maestros y lecciones interactivas, la instrucción que solía ocurrir en clase ahora se accede en casa, antes de la clase. La clase se convierte en el lugar para resolver problemas, avanzar conceptos y participar en el aprendizaje colaborativo. Lo más importante es que todos los aspectos de la instrucción se pueden repensar para maximizar al máximo el recurso de aprendizaje más escaso: el tiempo (Tucker, 2012).

A continuación, se definen los elementos (Figura 9) que se integran en el marco propuesto por Apple para el aprendizaje en retos (Gilbert et al., 2018):

- **Idea general:** es un concepto amplio que puede ser explorado en múltiples formas, es atractivo, de importancia para los estudiantes y para la sociedad. Es un tópico con significado global.
- **Pregunta esencial:** por su diseño, la idea general posibilita la generación de una amplia variedad de preguntas. El proceso se va acotando hacia la pregunta esencial que refleja el interés de los estudiantes hacia aspectos más manejables del concepto global.
- **Reto:** surge de la pregunta esencial, es articulado e implica a los estudiantes crear una solución específica que resultará en una acción concreta y significativa. El reto está enmarcado para abordar la idea general y las preguntas esenciales con acciones locales.
- **Preguntas, actividades y recursos guía:** son generados por los estudiantes, representan el conocimiento necesario para desarrollar exitosamente una solución y proporcionar un mapa para el proceso de aprendizaje. Los estudiantes identifican lecciones, simulaciones, actividades, recursos de

contenido para responder las preguntas guía y establecer el fundamento para desarrollar las soluciones innovadoras, profundas y realistas.

- **Solución:** cada reto establecido es lo suficientemente amplio para permitir una variedad de soluciones. La solución debe ser pensada, concreta, claramente articulada y factible de ser implementada en la comunidad local.
- **Implementación:** los estudiantes prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico. El alcance de esta puede variar enormemente dependiendo del tiempo y recursos, pero incluso el esfuerzo más pequeño para poner el plan en acción en un ambiente real es crítico.
- **Evaluación:** puede y debe ser conducida a través del proceso del reto. Los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje y apoyan la toma de decisiones a medida que se avanza en la implementación de la solución. Tanto el proceso como producto pueden ser evaluados por el profesor.
- **Validación:** los estudios juzgan el éxito de su solución usando una variedad de métodos cualitativos y cuantitativos incluyendo encuestas, entrevistas y videos. El profesor y expertos en la disciplina juegan un rol vital en esta etapa.
- **Documentación y publicación:** estos recursos pueden servir como base de un portafolio de aprendizaje y como un foro para comunicar su solución con el mundo. Se emplean blogs, videos y otras herramientas.
- **Reflexión y diálogo:** mucho del aprendizaje profundo tiene lugar al considerar este proceso, se reflexiona sobre el aprendizaje propio, sobre las relaciones entre el contenido, los conceptos y la experiencia e interactuando con la gente.



Figura 9. Marco metodológico del aprendizaje basado en retos de Apple. Adaptado de: Delgado et al. (2018)

2.3.6 Aula invertida

Como se puede observar en la Figura 10, en el aula invertida, la idea central es cambiar el enfoque de instrucción común: con videos creados por maestros y lecciones interactivas, la instrucción que solía ocurrir en clase ahora se accede en casa, antes de la clase. La clase se convierte en el lugar para resolver problemas, avanzar conceptos y participar en el aprendizaje colaborativo. Lo más importante es que todos los aspectos de la instrucción se pueden repensar para maximizar al máximo el recurso de aprendizaje más escaso: el tiempo (Tucker, 2012).



Figura 10. Aula tradicional vs aula invertida. Adaptado de: Mok (2014)

2.3.7 Indagación

La indagación es un aspecto de la enseñanza y el aprendizaje transformadores sobre la integración del currículo e involucra actividades y habilidades que han sido estimuladas por el desarrollo de varios principios de aprendizaje y métodos de instrucción (Setiawaty et al., 2017).

La metodología de la indagación es una estrategia de enseñanza-aprendizaje centrada en que el alumno busque soluciones a una situación problema (Agencia de Calidad de la Educación, 2016). El concepto fue presentado por John Dewey en 1910 en respuesta a que el aprendizaje de la ciencia tenía un énfasis en la acumulación de información en lugar del desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia (NRC, 2000 como se citó en Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012).

La enseñanza de la ciencia basada en indagación busca que el estudiante comprenda las ideas científicas y que desarrolle un pensamiento científico lógico y crítico basado en el razonamiento, la argumentación, la experimentación, la comunicación y la utilización de la información (Everaert, 2015).

La indagación principalmente es vista desde dos perspectivas. Por una parte, desde el trabajo que realiza el científico y por otra parte como un proceso que puede ser realizado por cualquier persona, incluidos los estudiantes (OEA, 2018).

La Figura 11 muestra los tipos de actividades que predominan a través de la indagación según la Agencia de Calidad de la Educación (2016).



Figura 11. Actividades predominantes en la Indagación. Adaptado de: Agencia de Calidad de la Educación (2016)

La indagación como estrategia de enseñanza y aprendizaje se estratifica por niveles dentro de su implementación práctica. Esta graduación por niveles implica diferencias desde una perspectiva de la enseñanza y el aprendizaje. Dentro de las cuestiones de aprendizaje encontramos qué tanto control tiene el estudiante en la actividad, mientras que las cuestiones de enseñanza se relacionan con el nivel de sofisticación trabajado con él. Este último aspecto se ve afectado tanto por la complejidad intelectual de los niveles a los cuales se hace referencia como del propio nivel cognitivo del estudiante. Los niveles de indagación se listan a continuación (OEA, 2018):

- **Indagación confirmatoria:** Basada en la confirmación y verificación de leyes y teorías.
- **Indagación estructurada:** En este tipo de indagación el facilitador influye de forma determinante en el desarrollo las actividades del estudiante, haciendo preguntas y proporcionando una guía. Son conducidos por las instrucciones del facilitador durante la investigación.
- **Indagación guiada:** El rol del facilitador cambia drásticamente y se convierte en un guía a lo largo del proceso de indagación. El facilitador coopera en la definición de las preguntas por parte de los estudiantes y proporciona consejo con respecto a procedimientos e implementación.
- **Indagación abierta:** Es lo más cercano a una investigación científica real. Los estudiantes deben ser capaces de plantear sus propias preguntas de investigación y seguir con los pasos de la indagación obteniendo respuestas basadas en la evidencia.

Se trata entonces de una estrategia que procura facilitar la construcción del aprendizaje a partir de la interacción del alumnado con los objetos del medio ambiente que le estimulan, despiertan su curiosidad, y fomentan el desarrollo de pensamientos de orden superior y la resolución de problemas (Toma & Greca, 2016).

La indagación responde a la necesidad de hacer significativo para los estudiantes el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, por lo tanto, orientarlos al estudio de las áreas STEM+A con mayores expectativas (OEA, 2018).

2.3.8 Método científico

El método científico, como su nombre lo indica, se basa en la ciencia y es por ello que también se acepta como el conjunto de procesos y prácticas que son utilizados y han sido

ratificados por la comunidad científica como válidas especialmente cuando se trata de exponer o confirmar las teorías. El método científico puede apoyarse en experimentos que certifiquen su validez, aunque la elaboración, realización y evaluación de los experimentos depende mucho de la naturaleza misma del conocimiento (Trejos, 2012). Se divide en unos pasos concretos que Francis Bacon estableció (Figura 12).

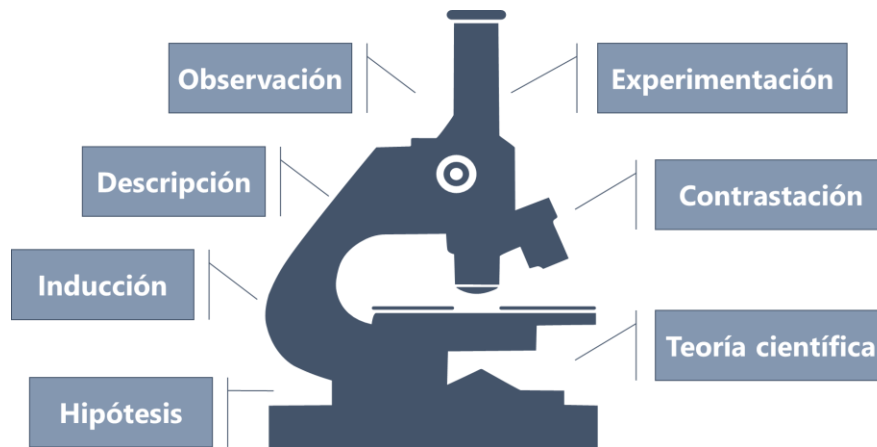


Figura 12. Método científico. Adaptado de: Trejos (2012)

El método científico para la construcción del conocimiento requiere un aspecto o nivel racional. El nivel racional se refiere al uso de la razón para la búsqueda de información teórica, la elaboración de hipótesis, conceptos, leyes y teorías, la expresión abstracta de los resultados empíricos y para la inferencia de conclusiones; por ejemplo, la hipótesis es una relación universal y su formulación no podría realizarse con base exclusiva en el conocimiento empírico, sino que requiere una actividad superior: el raciocinio (Rodríguez & Pérez, 2017).

La educación debe, pues, para ser realmente contemporánea, estimular el espíritu analítico, crítico e innovador, única manera de formar para el nuevo Siglo a los niños y jóvenes que están en las aulas escolares. Lo más importante, entonces, será proporcionarles la educación general o básica y el dominio del método científico, que les permita actuar en esta nueva sociedad (Tünnermann, 2010).

2.3.9 Pensamiento de Diseño

El pensamiento de diseño existe desde hace muchos años y ha sido adoptado por diferentes campos, entre ellos, STEM+A (Vusumuzi & Manthiba, 2020).

La metodología parte de un pensamiento divergente y objetivos difusos, tratando de buscar soluciones prácticas, conseguidas a través de un pensamiento convergente. El pensamiento de diseño se basa en los siguientes principios: empatía, imaginación, experimentación, prototipado colectivo, pensamiento integrador y aprendizaje iterativo. Estos principios integran al usuario dentro del proceso al hacerlo partícipe tanto teórica como materialmente de la acción innovadora (González, 2014). Consiste en una secuencia flexible de pasos de proceso y ciclos de iteración, cada uno de los cuales incluye varias herramientas y da como resultado diferentes artefactos (Thoring & Muller, 2011).

El pensamiento de diseño crea un entorno interactivo vibrante que promueve el aprendizaje a través de la creación rápida de prototipos conceptuales y trata del uso adaptativo de un conjunto de comportamientos y valores (Plattner, Meinel & Leifer, 2011).

El diseño, o pensamiento de diseño, puede proporcionar un marco de referencia para respaldar una visión ampliada de la enseñanza STEM+A. El pensamiento de diseño proporciona una estructura para que los maestros con incertidumbre desarrollen prácticas más creativas e interdisciplinarias, como un marco para guiar su pensamiento y como parte de las experiencias STEM+A de sus estudiantes (Henriksen, 2017).

Todo el conjunto del pensamiento de diseño se compone de cinco pasos (Figura 13): (1) empatizar; (2) definir; (3) idear; (4) prototipar; y (5) probar (Tu, Liu, & Wu, 2018).

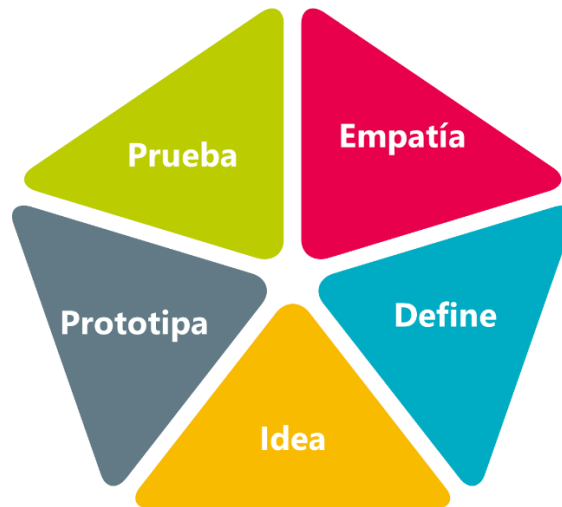


Figura 13. Pasos del pensamiento de diseño. Adaptado de: Tu, Liu, & Wu (2018)

2.3.10 Proceso de Diseño de Ingeniería

Una definición formal de diseño de ingeniería se encuentra en las pautas del plan de estudios de la Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET). La definición de ABET establece que el diseño de ingeniería es el proceso de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas. Es un proceso de toma de decisiones (a menudo iterativo), en el que se aplican las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería para convertir de manera óptima los recursos para cumplir con un objetivo establecido. Entre los elementos fundamentales del proceso de diseño se encuentra el establecimiento de objetivos y criterios, síntesis, análisis, construcción, pruebas y evaluación (Haik & Shahin, 2011). El proceso de diseño de ingeniería incluye ocho pasos como se muestra en la Figura 14 (Mangold & Robinson, 2013).



Figura 14. Pasos del proceso de diseño de ingeniería. Adaptado de: Mangold & Robinson (2013)

2.4 Metodología de la programación en la educación

Los programas de computadora definen y describen las funciones disponibles de los dispositivos en los que están integrados y nos brindan una forma de controlarlos (Mohorovičić & Strčić, 2011).

La programación es una disciplina de las Ciencias de la Computación con muchas aplicaciones, incluyendo problemas no triviales cuya resolución constituye un desafío intelectual (Arellano, et al., 2014). Es un proceso que involucra el análisis del problema, el diseño y verificación del algoritmo y su implementación en un lenguaje de programación (Guenaga, Mentxaka, Garaizar, Eguíluz, Falip & Navarro, 2017); y por eso, es considerada una tarea difícil debido a la complejidad involucrada en ella (Insuasti, 2016).

En la enseñanza de la programación siempre ha existido la tentación de enseñar el lenguaje lo antes posible, sacrificando el desarrollo de la lógica, y se cae en enseñar a operar lenguajes y no a programar; porque programar implica primero diseñar lógicamente la solución y después, codificar usando un lenguaje. En consecuencia, se

están formando muchos programadores buenos para codificar utilizando lenguajes, pero sin bases lógicas sólidas (Del Prado & Lamas, 2014).

Su enseñanza ha sufrido cambios a lo largo del tiempo. Dentro de un paradigma determinado se visualizan varios enfoques para enseñar. Algunos enseñan a programar en un lenguaje de programación particular, utilizando su sintaxis y su semántica, y otros emplean un lenguaje algorítmico lo bastante general como para permitir su traducción posterior a cualquier lenguaje de programación. El primero de estos enfoques tiene el inconveniente de ligar los conceptos básicos de la programación a un lenguaje determinado, el cual tiene sus propias características y especificidades, perdiendo de vista los conceptos generales. Dentro del segundo enfoque pueden observarse distintas tendencias en cuanto al grado de formalidad y rigurosidad en el proceso de desarrollo de los algoritmos. Unos utilizan técnicas informales mientras que otros se apoyan en algún cálculo o formalismo lógico que posibilite la verificación o la derivación formal de programas (Ferreira & Rojo, 2006).

La formación del pensamiento computacional en la resolución de problemas representa una estrategia potencialmente significativa para fomentar en los alumnos distintas habilidades, que promuevan el desarrollo del pensamiento crítico y potenciar su creatividad (Arellano, et al., 2014). Por lo que la utilización de nuevas metodologías en la enseñanza de la programación busca facilitar aprendizajes más activos y significativos, algunos de estos tipos de enfoques son: aprendizajes basados en proyectos, trabajo colaborativo, aprendizaje ubicuo, entre otros (Arellano, Aguirre & Rosas, 2015).

Estos métodos tienen como objetivo mejorar las tasas de éxito de los estudiantes aumentando su motivación y fomentando un mayor compromiso personal, no solo en las asignaciones proporcionadas dentro de un curso, sino también en una exploración más

profunda de los desafíos de programación fuera de los límites de las asignaciones (Mohorovičić & Strčić, 2011).

El software para la enseñanza-aprendizaje de algoritmos estructurados es un recurso didáctico muy valioso que debe ser considerado por profesores y alumnos relacionados con cursos introductorios de algoritmos y programación a nivel superior (Del Prado & Lamas, 2014).

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Análisis del programa de Tronco común

3.1.1 Contexto

La Escuela de Ingeniería, hoy Facultad de Ingeniería de la unidad Mexicali (FIM), fue fundada el 14 de septiembre de 1967, y las primeras clases se impartieron el 5 de octubre de 1967.

En la FIM se imparten 11 programas de licenciatura: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Civil, Ingeniero Industrial, Ingeniero en Energías Renovables, Bioingeniería, Ingeniero en Computación, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Mecatrónica y Licenciado en Sistemas Computacionales. Además, se cuenta con un Tronco Común en Ciencias de la Ingeniería.

En lo que se refiere a posgrado, son sede de cuatro campos de conocimiento del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI): Eléctrica, Computación, Mecánica-Industrial e Ingeniería Civil.

El Tronco Común en Ciencias de la Ingeniería se compone de las siguientes unidades de aprendizaje: Desarrollo humano, Comunicación oral y escrita, Introducción a la Ingeniería, química general, cálculo diferencial, álgebra lineal, probabilidad y estadística, metodología de la investigación, programación, electricidad y magnetismo, cálculo integral y estática.

La planta docente de la FIM en el ciclo 2020-2, se encuentra integrada por 394 profesores de los cuales 98 son profesores de tiempo completo (PTC), 280 son de asignatura y 16 son técnicos académicos. Del total de docentes, 8 PTC, 32 de asignatura y 2 técnicos académicos apoyan exclusivamente en el área de Tronco Común.

Según los datos reportados por la Coordinación General de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC, en el semestre 2020-2, la matrícula total de la Facultad de Ingeniería es de 4,444 estudiantes, de los cuales 660 son de nuevo ingreso, 1,061 pertenecen a la etapa básica, 1,571 se encuentran en etapa disciplinaria y 1,152 en etapa terminal. El 73% de los estudiantes son hombres y el 27% mujeres.

Del total de estudiantes de nuevo ingreso se consideran 619 como la población objetivo de esta investigación, ya que 41 estudiantes pertenecen al programa educativo de Lic. En Sistema Computacionales en el cual no se imparte la unidad de aprendizaje de Metodología de la Programación.

3.1.2 Análisis de contenidos

La unidad de aprendizaje Metodología de la Programación del Plan de Estudios 2019-2, se imparte en el primer semestre del Tronco Común (Figura 15), pertenece a la etapa básica y es de carácter obligatoria.

Mapa Curricular Plan 2019-2



Figura 15. Mapa curricular Plan 2019-2. Fuente: FIM UABC

Cuenta con una distribución 1 hora clase, 2 horas taller y 1 hora extra clase. Se imparte en los siguientes programas educativos: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología y Bioingeniero.

Su propósito es que el alumno sea capaz de analizar, diseñar y proponer soluciones a problemas del área de ingenierías, siguiendo las etapas de análisis, diseño de algoritmos, elaboración de diagramas de flujo y pseudocódigo.

Por otra parte, la competencia general que busca la unidad de aprendizaje es: Proponer soluciones a problemas de ingeniería, mediante el análisis de problemas, diseño de algoritmos, elaboración de diagramas de flujo y pseudocódigo, para el desarrollo del razonamiento lógico aplicado al ejercicio de su profesión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.

El programa de unidad de aprendizaje establece el desarrollo de contenido en cinco unidades temáticas: 1) Metodología para la solución de problemas, 2) Expresiones, 3) Estructuras de control de selección, 4) Estructuras de control de iteración y 5) Datos agrupados.

A su vez, sugiere un método de trabajo en donde el docente funge como guía del proceso de enseñanza aprendizaje, introduce al estudiante en los contenidos del curso y aplica el aprendizaje basado en problemas. En cuanto al estudiante, recomienda que este discuta las posibilidades de solución a problemas; razone e integre los conocimientos previos y adquiridos resolviendo con esto, los problemas de ingeniería planteados por medio de diagramas de flujo y pseudocódigo; realice investigación para complementar la información proporcionada por el docente y colabore en grupos pequeños en la solución de problemas.

Por último, propone un total de 14 prácticas de taller que los estudiantes deberán resolver como parte del curso. Se apoya de los apuntes de clase, la bibliografía básica, un manual de prácticas y un cuadernillo de ejercicios. Cada una de las prácticas tiene una duración de 2 horas.

3.1.3 Conclusiones del análisis

A pesar del carácter teórico – práctico de la unidad de aprendizaje Metodología de la Programación; en la parte teórica, el docente utiliza el método expositivo para introducir los contenidos del curso, dejando para las horas de práctica la resolución de problemas.

Es por estas razones que se propone la aplicación de materiales y metodologías didácticas que promuevan el aprendizaje activo dentro de las horas teóricas, buscando hacerlas más atractivas y significativas para los estudiantes para que lleguen a las horas prácticas con mayor confianza en sus conocimientos y habilidades para la resolución de problemas.

3.2 Diseño de la propuesta de intervención

3.2.1 Objetivos del diseño y contexto

El objetivo general del presente trabajo de investigación es la incorporación del modelo STEM+A mediante el aprendizaje basado en problemas al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC para contribuir a la disminución en los índices de reprobación.

Además del objetivo general, en el proceso de diseño de la propuesta de intervención se abordan los objetivos específicos como el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el modelo STEM+A y la aplicación de las mismas, en la unidad de aprendizaje de Metodología de la Programación en el que, a través del uso de la

herramienta PSEINT, se aplique el aprendizaje basado en problemas y el proceso de diseño de ingeniería, promoviendo las competencias STEM+A para el Siglo XXI.

Es una propuesta que debe ser trabajada dentro del horario escolar y es de tipo formal, esto es, programada y con una extensión de tiempo específica. Se consideran las horas asignadas a la teoría para no hacer modificaciones en las prácticas ya establecidas para el curso. Los profesores de la asignatura pueden o no estar presentes durante la intervención, sin embargo, se les solicitó que notificaran a los estudiantes sobre la actividad y se les enviara la liga de videollamada con anticipación para que pudieran acudir voluntariamente a las sesiones.

3.2.2 Elementos del currículum en la propuesta

La propuesta original de intervención considera la participación de los grupos de 1er semestre del tronco común de Ciencias e Ingeniería en la Unidad de Aprendizaje metodología de la programación, para la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en STEM+A.

La Tabla 3 muestra las actividades propuestas por tema/subtema de la unidad de aprendizaje, así como las competencias STEM+A que se favorecen con dichas actividades. Cabe resaltar, que se contemplaba realizar la intervención de manera presencial, con materiales didácticos en físico y en las horas catalogadas como clase, con la finalidad de no afectar la programación de prácticas.

Tabla 3. Actividades propuestas para intervención.

Actividad STEM+A	Unidad	Tema/Subtema PUA de la Programación	Metodología	Competencias STEM+A
Hombre Lego	I	Problema		Resolución de Problemas Comunicación Colaboración Creatividad
Solve Puzzle	I	Algoritmos		Resolución de Problemas

			Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad
Diagrama de flujo gigantes	I	Diagrama de flujo	Resolución de Problemas Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad Análisis de datos
Memoria	II	Expresiones <ul style="list-style-type: none"> • Variables y Constantes • Tipos de datos simples • Operadores • Expresiones 	Resolución de Problemas Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad
Resolución de problemas en pseudocódigo	III	Estructura de control de selección	Resolución de Problemas Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad Análisis de datos
Resolución de problemas en pseudocódigo	IV	Estructura de control de iteración	Resolución de Problemas Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad Análisis de datos
Resolución de problemas en pseudocódigo	V	Datos agrupados	Resolución de Problemas Pensamiento crítico Comunicación Colaboración Creatividad Análisis de datos

Fuente: Elaboración propia

La pandemia provocada por el SARS-CoV-2 (COVID-19), modificó el calendario escolar 2020-2, reduciendo las semanas de trabajo en el periodo. Por lo que, por acuerdo con la coordinación de Tronco Común de Ciencias e Ingeniería, se determinó intervenir los grupos con dos actividades. Las unidades seleccionadas fueron estructura de control de selección y estructura de control de iteración, que corresponden a la unidad 3 y 4 del

curso, donde los temas implican la resolución de problemas a partir de la elaboración de diagramas de flujo y/o pseudocódigo.

En la unidad 3, se busca que el estudiante aplique las estructuras de selección mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la toma de decisión, con una actitud analítica, propositiva y responsable. El contenido incluye selección condicional básica, selección condicional doble, selección condicional múltiple y la anidación de condiciones.

La competencia de la unidad 4 se centra en que el estudiante aplique las estructuras de repetición mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable. El contenido incluye: teoría de ciclos, en donde se trabajan los conceptos de contadores, acumuladores y centinela; ciclos controlados por contador; ciclos controlados por centinela y por último la anidación de ciclos.

3.2.3 Metodología didáctica

Como ha sido establecido en el objetivo general, la propuesta incluye metodologías utilizadas en aprendizaje STEM+A que tienen en común que son consideradas metodologías activas, es decir, están centradas en el alumno son capaces de alcanzar objetivos de alto nivel cognitivo, generan aprendizajes significativos y facilitan la conexión a diversos contextos (Fernández, 2006).

Durante la intervención se consideraron los pasos del Aprendizaje Basado en Problemas explicado por Manzanares (2009): 1) presentación del problema, 2) aclaración de terminología, 3) identificación de factores, 4) generación de hipótesis, 5) identificación de lagunas de conocimiento, 6) facilitación del acceso a la información necesaria y 7)

resolución del problema o identificación de problemas nuevos. A partir de la presentación de soluciones, los estudiantes identificarán y discutirán las dificultades encontradas en el proceso de solución.

Asimismo, los estudiantes transitarán de manera natural por el proceso de diseño de ingeniería que presenta Mangold & Robinson (2013): 1) definir el problema, 2) investigar el problema, 3) lluvia de posibles soluciones, 4) analizar y evaluar soluciones, 5) seleccionar la mejor solución, 6) crear un prototipo, 7) probar el prototipo y 8) rediseñar si es necesario. La herramienta PSEINT permite a los estudiantes crear una solución y ponerla en marcha para descubrir si su funcionamiento es correcto o requiere de ajustes.

Debido a la contingencia sanitaria, las intervenciones se realizaron a distancia de manera síncrona y se acordó con la coordinación de Tronco Común utilizar para dichas sesiones, la plataforma Zoom de video llamada para evitar problemas de dominio de las cuentas de correo de los estudiantes, agilizar la formación de equipos de trabajo y llevar un control estricto del tiempo asignado para la resolución de problemas.

3.2.4 Materiales y recursos

Los materiales y recursos necesarios para llevar a las actividades fueron los siguientes: a) Zoom, b) Herramienta PSEINT, c) cuaderno u hojas, lápiz o pluma, o d) herramientas de edición de diagramas como: Paint, Word, PowerPoint, Excel, Visio, entre otros.

a) ZOOM

Su sitio web la define como la empresa líder en comunicaciones de video empresariales modernas, con una plataforma en la nube fácil y confiable para videoconferencia y audioconferencia, colaboración, chat y seminarios web en dispositivos móviles, computadoras de escritorio, teléfonos y sistemas de sala. Zoom Rooms es la solución de sala de conferencias original basada en software utilizada en todo el mundo

en salas de juntas, conferencias, reuniones y capacitación, así como en oficinas ejecutivas y aulas. Fundada en 2011, Zoom ayuda a las empresas y organizaciones a reunir a sus equipos en un entorno sin fricciones para hacer más”.

Entre sus características principales se encuentra: reuniones uno a uno, videoconferencias grupales, uso compartido de pantalla, grabación, transcripción automática de audio y las salas para grupos pequeños. Es intuitiva y fácil de utilizar para usuarios nuevos.

b) PSEINT

Es una herramienta para asistir a un estudiante en sus primeros pasos en programación. Mediante un sencillo e intuitivo pseudolenguaje en español (complementado con un editor de diagramas de flujo), le permite centrar su atención en los conceptos fundamentales de la algoritmia computacional, minimizando las dificultades propias de un lenguaje y proporcionando un entorno de trabajo con numerosas ayudas y recursos didácticos.

Permite generar y editar el diagrama de flujo del algoritmo, determina y marca claramente los errores (de sintaxis y de ejecución) y ofrece descripciones detalladas de cada error, con sus causas y soluciones más frecuentes. Puede convertir el algoritmo de pseudocódigo a código de números lenguajes de programación como C, C++, C#, Java, JavaScript, MatLab, Pascal, PHP, Python, entre otros. Es multiplataforma (probado en Microsoft Windows, GNU/Linux y Mac OS) y es totalmente libre y gratuito.

La herramienta ha sido seleccionada ya que contribuye a que el estudiante adquiera, practique y ejercite la capacidad de resolver problemas de forma metódica aventajando a herramientas similares desde la perspectiva de los recursos didácticos de los cuales dispone (Del Prado & Lamas, 2014). Es económicamente accesible para los estudiantes.

Además, se puede ejecutar la solución de manera muy sencilla para conocer si cuenta con errores de sintaxis y si su funcionamiento es correcto.

c) Cuaderno u hojas/ lápiz o pluma

Se recomienda a los estudiantes tener a la mano hojas o cuaderno, lápiz o pluma para que puedan hacer anotaciones sobre los problemas, la construcción de ideas de solución y compartirlas con el equipo para agilizar los tiempos de trabajo.

d) Herramientas de edición de diagramas

Para aquellos estudiantes que cuentan con equipo de PC o laptop en donde pueden tener más de una aplicación abierta, o que en ese momento no contaban con la herramienta PSEINT disponible en su equipo, se recomienda tener a la mano herramientas de edición de diagramas como Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Microsoft Visio, Lucid Chart, entre otros. El estudiante tiene la libertad de seleccionar la aplicación con la que se sienta más cómodo para trabajar, sin embargo, las soluciones a presentar durante la sesión deberán estar en la herramienta PSEINT utilizando pseudocódigo o diagrama de flujo.

3.2.5 Actividades

A continuación, se desglosan y describen las actividades incluidas dentro de la secuencia didáctica propuesta.

Bienvenida/Presentación del instructor

1. Los estudiantes se incorporan a la sesión síncrona en zoom, y enseguida se les da la bienvenida.
2. El instructor se presenta y expone los objetivos de la sesión.

Instrucciones/Reglas

3. El instructor explica el desarrollo de la sesión, establece las reglas de trabajo y los materiales a utilizar.
4. Los estudiantes abren la aplicación y toman los materiales.

Selección de equipos de trabajo

5. El instructor crea las salas en donde se distribuirán los estudiantes. Se eligió utilizar la opción de creación de grupos aleatorios de la aplicación zoom.

Proyección de ejercicio

6. El instructor proyectará el ejercicio a resolver por un lapso de 1 minuto para que los estudiantes puedan leerlo, hacer anotaciones y empezar a trabajar en sus respectivos equipos.

Trabajo en equipo

7. El instructor envía los estudiantes a las salas correspondientes de los equipos.
8. Los estudiantes trabajan en sus grupos la solución al problema planteado.

Presentación y revisión de resultados

9. Los equipos presentan las soluciones propuestas de forma oral.
10. El instructor retroalimenta las soluciones.

Cierre

11. Reflexión final utilizando la herramienta menti.com en donde expresaron con palabras y/o frases cortas que se llevan de la actividad.
12. Evaluación de la actividad mediante el cuestionario Entornos de Aprendizaje Basado en Problemas.

3.2.6 Evaluación

a) Percepción de los estudiantes sobre los entornos de aprendizaje basado en problemas

Este instrumento fue construido por Senocak (2009) para medir las opiniones de los estudiantes sobre el entorno de ABP. Los supuestos eran que este instrumento podría medir una amplia gama de actividades de ABP y ayudar a los educadores a apreciar las opiniones de los estudiantes sobre las actividades de ABP. Este instrumento también se desarrolló para ayudar a los desarrolladores de planes de estudio a evaluar sus actividades de ABP y realizar mejoras según lo sugerido por las opiniones de los estudiantes. La construcción de este instrumento fue precedida por una extensa revisión de la literatura para determinar qué instrumentos ya estaban en uso y cómo este instrumento podría basarse en los anteriores.

El instrumento mide cuatro escalas que cubren una dimensión diferente del entorno de aprendizaje basado en problemas. Estas son: 1) apoyo docente, 2) responsabilidad del estudiante, 3) interacción y colaboración del estudiante y 4) calidad del problema.

La escala de apoyo docente cuenta con 7 ítems y mide el grado en el que el profesor actúa como facilitador o entrenador metacognitivo y apoya varios de los objetivos del ABP.

En relación con la escala de responsabilidad del estudiante, se mide el grado en que los estudiantes asumen la responsabilidad principal de lo que se aprende y cómo resolver problemas complejos. Considera 6 ítems.

La escala de interacción y colaboración del estudiante cuenta con 6 ítems y mide el grado en que los estudiantes son capaces de resolver problemas mal estructurados y trabajar en grupos colaborativos, donde pueden construir sobre el conocimiento de los demás.

Por último, la escala referente a la calidad del problema con 4 ítems, mide hasta qué punto los problemas actúan como estímulo y el ABP comienza con un problema mal estructurado que debe resolverse. La Tabla 4 muestra la distribución de los ítems por escala.

Tabla 4. Ítems del instrumento Percepción de los estudiantes sobre entornos de aprendizaje basado en problemas.

Escala	Ítems
Apoyo docente	El profesor nos dirigió con algunas preguntas metacognitivas
	Si hice una pregunta, el maestro me dio una pista en lugar de la respuesta correcta
	El profesor nos animó a utilizar diversas fuentes de información
	El profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad
	El profesor nos proporcionó comentarios positivos y negativos sobre nuestras propuestas
	El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento
	El maestro consideró mi desempeño durante el proceso de resolución de problemas al calificar
Responsabilidad del estudiante	Cumplí con las tareas que me encomendaron durante el trabajo en grupo
	Hice el esfuerzo suficiente para llegar a varias fuentes de información
	Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones
	Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje
	Evalué el desempeño de los miembros de mi grupo y de mí mismo
	Cuando me encontré con algo que no entendía, primero consulté con un compañero de estudios y luego consultamos a la maestra como grupo
	Colaboré con los otros miembros de mi grupo
	Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo

Interacción y colaboración del estudiante	Compartí los resultados de mi investigación individual con los otros miembros de mi grupo
	Respeto las ideas de los demás en mi grupo
	Participé en el trabajo en grupo tanto como pude
	Elaboramos un portafolio como grupo en el que recolectamos diferentes productos de nuestro trabajo grupal
Calidad del problema	Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana
	Los problemas fueron bastante fáciles de resolver sin ninguna dificultad seria
	Los problemas se redactaron en un lenguaje comprensible
	Los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones

Adaptado de: Senocak (2009)

Este instrumento se seleccionó porque fue desarrollado específicamente para estudiantes de ciencias y ha sido validado debidamente. Considera las 4 escalas y un total de 23 ítems con respuestas registradas en un formato de cinco puntos, que van desde Siempre a Nunca (5-Siempre, 1-Nunca). La puntuación máxima que se puede recibir del instrumento es 115 y la puntuación mínima es 23.

Se realizó la traducción del cuestionario y se subió en la herramienta de software Google Forms para su aplicación en línea.

b) Cuestionario IRIS

El proyecto IRIS es un estudio internacional a gran escala sobre el reclutamiento, la retención y la equidad de género de los estudiantes en los cursos universitarios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). El estudio fue desarrollado por un consorcio de universidades europeas y financiado por el European Commission's 7th Framework Program (FP7) - Ciencia en la sociedad. Investiga las perspectivas de los estudiantes sobre las influencias en sus decisiones para elegir cursos STEM universitarios, sus experiencias posteriores de esos cursos y sus intenciones de continuar. También busca identificar las

barreras a la participación de los jóvenes en estos cursos, incluidas las que desalientan a las mujeres de ingresar a campos en los que la representación femenina es baja. Se espera que los hallazgos del estudio contribuyan a comprender y mejorar el reclutamiento, la retención y la equidad de género en los cursos universitarios de STEM (Lyons et. al, 2012).

El cuestionario IRIS Q comprende un total de 65 ítems que utiliza predominantemente preguntas de escala Linkert de respuesta fija con algunas preguntas de respuesta abierta (Lyons et.al, 2012). Las cuestiones cerradas de IRIS-Q comparten un diseño común: una pregunta inicial seguida por un conjunto de diferentes ítems relacionados con la pregunta. Se pide al encuestado evaluar cada ítem en un formato de cinco puntos (desde no importante / no de acuerdo -1- a importante / de acuerdo -5-) en la relación con la pregunta inicial (Vázquez & Manassero, 2016). La población objetivo para el cuestionario IRIS son los estudiantes de carreras STEM de 1er año.

Se realizó la traducción del cuestionario y se subió en la herramienta de software Survey Monkey para su aplicación en línea.

c) Índice de reprobación

Como parte de la comprobación de la hipótesis, se midió el índice de reprobación tanto de los grupos de intervención como de los grupos de control que no fueron intervenidos y que se utiliza como referencia del proceso convencional de enseñanza en base a la calificación ordinaria al finalizar el curso.

3.3 Estudio 1: grupo piloto

El estudio piloto fue el primero de los dos estudios de aplicación práctica de la propuesta de intervención, con el objetivo de detectar posibles fallos de diseño en el plan

de clase, en los tiempos, en la comprensión de las instrucciones y los materiales asignados.

3.3.1 Muestra

Para la muestra del estudio piloto se seleccionó un grupo de 40 estudiantes del tronco común de ciencias e ingeniería.

Los estudiantes fueron convocados por el profesor de la asignatura a través de la plataforma institucional y participaron voluntariamente conectándose a la plataforma zoom en el horario estipulado.

3.3.2 Instrumento

Además de los instrumentos que incorpora el diseño del proyecto de investigación y tomando en consideración el trabajo a distancia; durante la prueba piloto se utilizó la herramienta mentimeter para conocer la experiencia de los estudiantes en la sesión.

La aplicación permite lanzar diferentes formatos de participación a un público, una clase o en una reunión. Los participantes responden mediante teléfonos móviles, tabletas o PC's y los resultados se pueden ver en la pantalla en tiempo real.

3.3.3 Procedimiento

El estudio piloto se desarrolló en dos sesiones de 1 hora de duración. La secuencia didáctica original (Tabla 5) tuvo que ser modificada ya que el número de estudiantes fue grande y su participación en la presentación y discusión de soluciones acortaron los tiempos para resolver problemas.

Tabla 5. Plan de clase original para grupo piloto sobre estructuras de control de selección

Plan de clase Estructuras de control de selección				
Fase	Duración	Actividad	Recursos	Productos

Inicio	2 min.	Bienvenida / Presentación del instructor	Presentación	El alumno recibe la bienvenida y conoce al instructor.
	4 min.	Instrucciones / Reglas	Presentación	El alumno comprende la forma de trabajo y reglas de la actividad.
	4 min.	Selección de equipos de trabajo	Plataforma zoom	Se crean las salas con los equipos de trabajo al azar y de manera automática.
Desarrollo	Ejercicio 1: Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que, dado como dato el sueldo semanal de un trabajador, considere un aumento del 15% si su sueldo mensual es inferior a 10,000 y de un 12% en caso contrario. Imprima el sueldo con el aumento incorporado.			
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
	5 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	2 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
	Ejercicio 2: Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que solicite al usuario una calificación entre 0 y 10 y mostrarla en pantalla de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> • Entre 0 y 5. “Insuficiente” • Entre 6 y 7. “Suficiente” • Entre 8 y 9. “Bien” • Igual a 10. “Notable” 			
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora

			Editor de texto	mediante una captura de pantalla.
5 min.	Trabajo en equipo		PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
2 min.	Presentación y revisión de resultados		PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
Ejercicio 3: Realiza el diagrama de flujo/pseudocódigo para calcular el precio del boleto de ida y vuelta en ferrocarril, conociendo la distancia del viaje de ida y el tiempo de estancia. Se sabe además que si el número de días de estancia es superior a 7 y la distancia total (ida y vuelta) a recorrer es superior a 800 km, el precio del boleto tiene una reducción del 30%. El precio por km es de \$0.20 pesos.				
1 min.	Proyección de ejercicio		Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
5 min.	Trabajo en equipo		PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
2 min.	Presentación y revisión de resultados		PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
Ejercicio 4: Cinopolis club, ofrece la promoción de llevarse tres películas por el precio de las dos más baratas. Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que, dados los tres precios de las películas, determine e imprima la cantidad a pagar.				
1 min.	Proyección de ejercicio		Presentación Cuaderno/ Lápiz	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora

			Editor de texto	mediante una captura de pantalla.
	5 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	2 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
<p>Ejercicio 5: Para calcular el precio de entrada en un parque de atracciones a las personas se les pregunta su año de nacimiento. Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que solicite el año de nacimiento de la persona y calcular e imprimir la edad. En caso de que la edad sea menor a 15 años deberá mostrar un mensaje informando que se tiene 50% de descuento en el precio de entrada, de lo contrario, mostrar un mensaje informando que pagará precio normal.</p>				
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
	5 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	2 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
Cierre	5 min.	Retroalimentación grupal	Mentimeter	El alumno reflexiona y expresa con palabras o frases cortas lo que se lleva de la actividad.

	5 min.	Evaluación de la sesión	Google Forms	El alumno responde el instrumento sobre entornos de aprendizaje basado en problemas.
--	--------	-------------------------	--------------	--

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6 muestra la temporalización que se utilizó en este estudio piloto y que se replicó en la aplicación del segundo estudio.

Tabla 6. Plan de clase aplicado a grupo piloto sesión 1.

Plan de clase Estructuras de control de selección				
Fase	Duración	Actividad	Recursos	Productos
Inicio	3 min.	Bienvenida / Presentación del instructor	Presentación	El alumno recibe la bienvenida y conoce al instructor.
	3 min.	Instrucciones / Reglas	Presentación	El alumno comprende la forma de trabajo y reglas de la actividad.
	2 min.	Selección de equipos de trabajo	Plataforma zoom	Se crean las salas con los equipos de trabajo al azar y de manera automática.
Desarrollo	Ejercicio 1: Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que, dado como dato el sueldo semanal de un trabajador, considere un aumento del 15% si su sueldo mensual es inferior a 10,000 y de un 12% en caso contrario. Imprima el sueldo con el aumento incorporado.			
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.

	8 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	5 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
<p><u>Ejercicio 2:</u> Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que solicite al usuario una calificación entre 0 y 10 y mostrarla en pantalla de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entre 0 y 5. “Insuficiente” • Entre 6 y 7. “Suficiente” • Entre 8 y 9. “Bien” • Igual a 10. “Notable” 				
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
	8 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	5 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.

<p><u>Ejercicio 3:</u> Realiza el diagrama de flujo/pseudocódigo para calcular el precio del boleto de ida y vuelta en ferrocarril, conociendo la distancia del viaje de ida y el tiempo de estancia. Se sabe además que si el número de días de estancia es superior a 7 y la distancia total (ida y vuelta) a recorrer es superior a 800 km, el precio del boleto tiene una reducción del 30%. El precio por km es de \$0.20 pesos.</p>				
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
	8 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	5 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
Cierre	5 min.	Retroalimentación grupal	Mentimeter	El alumno reflexiona y expresa con palabras o frases cortas lo que se lleva de la actividad.
	5 min.	Evaluación de la sesión	Google Forms	El alumno responde el instrumento sobre entornos de aprendizaje basado en problemas.

Fuente: Elaboración propia

La primera sesión inició con la bienvenida, presentación del instructor y los objetivos de la sesión. Enseguida, se explicaron las reglas e instrucciones a seguir durante la

aplicación, además, de la creación de equipos de manera automática, de no más de 4 integrantes. Se proyectaron los ejercicios sobre estructuras de control de selección durante 1 minuto para que los estudiantes tuvieran la oportunidad de anotar o hacer una captura de pantalla y de ahí pasar a las salas correspondientes a sus equipos de trabajo. Cada equipo trabajó en una solución única que presentarían una vez terminado el tiempo asignado. Al regresar a la sala principal, cada equipo compartió la solución a la que llegaron y los retos que tuvieron que enfrentar para realizarla. Aquellos equipos que no lograron establecer una solución transmitieron sus dificultades. Al finalizar la dinámica de resolución de ejercicios se les solicitó hacer una evaluación general de la actividad mediante la herramienta mentimeter, en donde, de manera anónima establecieron lo que consideraban se llevaban de la actividad. Por último, se les envió la liga para la evaluación de la sesión a través del chat de la sesión de zoom.

En la segunda sesión, como se muestra en la Tabla 7, se dio la bienvenida al grupo haciendo una reflexión sobre el trabajo realizado en la sesión 1. Se presentó el instructor y los objetivos que persigue la intervención. Enseguida, se explicaron las reglas e instrucciones a seguir durante la aplicación además de la creación de equipos de manera automática. Se proyectaron los ejercicios durante 1 minuto para que los estudiantes tuvieran la oportunidad de anotar o hacer una captura de pantalla y de ahí pasar a las salas correspondientes a sus equipos de trabajo. Cada equipo trabajó en una solución única que presentarían una vez terminado el tiempo asignado. La aplicación automáticamente regresa a los estudiantes a la sala principal de la sesión una vez concluido el tiempo establecido para el trabajo en equipo. Una vez reunidos, los equipos presentan los resultados de su trabajo. Aquellos equipos que terminaron la solución en la herramienta PSEINT comparten su pantalla y explican su razonamiento para resolver el problema, muestran el diagrama de flujo y/o pseudocódigo y lo ejecutan para verificar que la solución funcione correctamente. El resto de los equipos opina sobre lo expuesto

y presentan sus soluciones. Aquellos equipos con dificultades para terminar explican las limitantes y el maestro retroalimenta. Al finalizar la dinámica de resolución de ejercicios se les solicitó hacer una evaluación general de la actividad mediante la herramienta mentimeter, en donde, de manera anónima establecieron lo que consideraban se llevaban de la actividad. Por último, se les envió la liga para la evaluación de la sesión a través del chat de la sesión de zoom. El plan de clase descrito anteriormente fue el que se utilizó para todos los grupos de tratamiento.

Tabla 7. Plan de clase aplicado a grupo piloto sesión 2

Plan de clase				
Estructuras de control de iteración				
Fase	Duración	Actividad	Recursos	Productos
Inicio	3 min.	Bienvenida / Presentación del instructor	Presentación	El alumno recibe la bienvenida y conoce al instructor.
	3 min.	Instrucciones / Reglas	Presentación	El alumno comprende la forma de trabajo y reglas de la actividad.
	2 min.	Selección de equipos de trabajo	Plataforma zoom	Se crean las salas con los equipos de trabajo al azar y de manera automática.
Desarrollo	<p><u>Ejercicio 1:</u> Suponga que en una reciente elección hubo cuatro candidatos (con identificadores 1, 2, 3, 4). Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo, que encuentre el número de votos correspondiente a cada candidato y el porcentaje que obtuvo respecto al total de los votantes. El usuario tecleará los votos de manera desorganizada, tal y como se obtuvieron en la elección, el final de datos está representado por un cero. Por ejemplo, la siguiente lista: 1 3 1 4 2 2 1 4 1 1 1 2 1 3 1 4 0. Donde 1 representa un voto para el candidato 1; 3 un voto para el candidato 3; y así sucesivamente.</p>			
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/	El alumno toma nota del ejercicio en su

			Lápiz Editor de texto	cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
8 min.	Trabajo en equipo		PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
5 min.	Presentación y revisión de resultados		PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
<u>Ejercicio 2:</u> Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo, que solicite un número y muestre en pantalla la tabla de multiplicar (hasta el 10) correspondiente a dicho número.				
1 min.	Proyección de ejercicio		Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
8 min.	Trabajo en equipo		PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
5 min.	Presentación y revisión de resultados		PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.

	<u>Ejercicio 3:</u> Escribir un diagrama de flujo/pseudocódigo que solicite un número e imprima si un número es primo o no. Un número es primo si sólo es divisible por sí mismo y por la unidad.			
	1 min.	Proyección de ejercicio	Presentación Cuaderno/ Lápiz Editor de texto	El alumno toma nota del ejercicio en su cuaderno o en su computadora mediante una captura de pantalla.
	8 min.	Trabajo en equipo	PSEINT Editor de diagramas	El alumno colabora en su equipo de trabajo en la resolución del problema utilizando la herramienta seleccionada.
	5 min.	Presentación y revisión de resultados	PSEINT Editor de diagramas	Los equipos presentan los resultados de su trabajo y se discuten las diferentes soluciones.
Cierre	5 min.	Retroalimentación grupal	Mentimeter	El alumno reflexiona y expresa con palabras o frases cortas lo que se lleva de la actividad.
	5 min.	Evaluación de la sesión	Google Forms	El alumno responde el instrumento sobre entornos de aprendizaje basado en problemas.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Estudio 2: aplicación de la propuesta

3.4.1 Muestra

Para la muestra de la aplicación de la propuesta, se solicitó la participación de los profesores de la asignatura vía correo electrónico y se seleccionaron 8 grupos que aceptaron colaborar en la intervención.

Se establecieron los días y horarios para cada una de las sesiones en coordinación con los profesores. El instructor les envió la liga de la video llamada y fueron los docentes los encargados de notificar a los estudiantes con anticipación para que acudieran voluntariamente.

Con los 8 grupos participantes, se trabajó una muestra del 20% considerando un total de 619 estudiantes que cursaron la unidad de aprendizaje y la participación de los estudiantes en ambas sesiones de intervención.

3.4.2 Instrumento

A todos los grupos se les aplicaron los instrumentos de medición: 1) Percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas (en ambas sesiones) y 2) El cuestionario IRIS (segunda sesión).

Gracias al resultado de aplicación de la herramienta mentimeter durante la prueba piloto se decidió utilizar en el resto de las intervenciones para dar cierre a las sesiones.

3.4.3 Procedimiento

El estudio, realizado dentro del horario asignado como trabajo de clase, dispuso de dos sesiones de 60 minutos, correspondientes a las unidades 3 y 4 del curso.

Se tomó en consideración la secuencia didáctica trabajada con el grupo piloto en donde se resolvieron tres problemas. En la primera sesión referente a las estructuras de control selectivas y en la segunda, con las estructuras de control iterativas.

4. RESULTADOS

En este capítulo se recogen los resultados de los dos estudios realizados: el estudio con grupo piloto y el estudio de aplicación de la intervención. Los resultados del primero de ellos se centran en la corrección y ajustes del diseño de la intervención. Los segundos, miden aspectos centrales de la investigación como la percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas.

4.1 Resultados del Estudio 1: grupo piloto

Los resultados del estudio con el grupo piloto se dividen en (1) resultados obtenidos en el instrumento aplicado en la primera sesión, (2) resultados obtenidos en el instrumento aplicado en la segunda sesión (ambos sobre la percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas).

En la sesión 1 del estudio del grupo piloto, se registró la participación de 28 estudiantes en la primera sesión. Se conformaron 10 equipos de manera aleatoria que trabajaron como se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Distribución de equipos sesión 1 (grupo piloto).

Sesión 1										
Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Participantes	4	4	3	3	2	2	3	2	3	2

Fuente: Elaboración propia.

En el primer ejercicio, los estudiantes trabajaron diferentes soluciones durante 5 minutos, las presentaron y compartieron su razonamiento para resolverlo. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de seleccionar entre las estructuras de control selectivas *Si-Entonces* y *Según*, así como, utilizarlas de forma simple o anidadas.

La Figura 16 muestra un ejemplo de solución realizada en pseudocódigo en PSEINT utilizando la estructura de selección *si-entonces* y *sino*. En la dinámica de discusión de las soluciones, los estudiantes se percataron que, en algunos casos, la falta de comprensión del problema, no les permitió generar la solución correcta.

```
14:34:03      From Diego Martinez : Algoritmo sin_titulo
Definir sueldo como real;
Escribir "ingrese sueldo";
Leer sueldo;
Si sueldo<=10000 entonces
    Aumento<-sueldo*0.15;
    Escribir "El 15% es :", Aumento;
    sueldo<-sueldo+Aumento;
    Escribir "el sueldo actualizado es: $", sueldo;
SiNo
    aumento<-sueldo*0.12;
    Escribir "el 12% es :", aumento;
    sueldo<-sueldo+Aumento;
    Escribir "el sueldo actualizado es: $", sueldo;
FinSi
FinAlgoritmo
```

Figura 16. Ejemplo de solución primer ejercicio sobre estructuras de selección (grupo piloto)

Para el segundo ejercicio, los estudiantes ya habían experimentado la dinámica de trabajo, por lo que pusieron mayor atención a la presentación del problema presentado por la profesora. El uso del tiempo dentro de los equipos se mejoró, En la Figura 17 se observa un ejemplo de solución desarrollada en pseudocódigo utilizando la herramienta PSEINT utilizando condiciones anidadas que parten de la estructura *Si-entonces* y *SiNo*.

En la segunda sesión se registró la participación de 17 estudiantes. Los equipos quedaron conformados, tal y como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9. Distribución de equipos sesión 2 (grupo piloto)

Sesión 2					
Equipos	1	2	3	4	5
Participantes	4	4	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

En el primer ejercicio, los estudiantes trabajaron en equipos diferentes soluciones durante 8 minutos. Los equipos tuvieron oportunidad de seleccionar entre las estructuras de control de iteración *mientras*, *repetir* y *para*, según consideren pertinente para la propuesta de solución a los problemas.

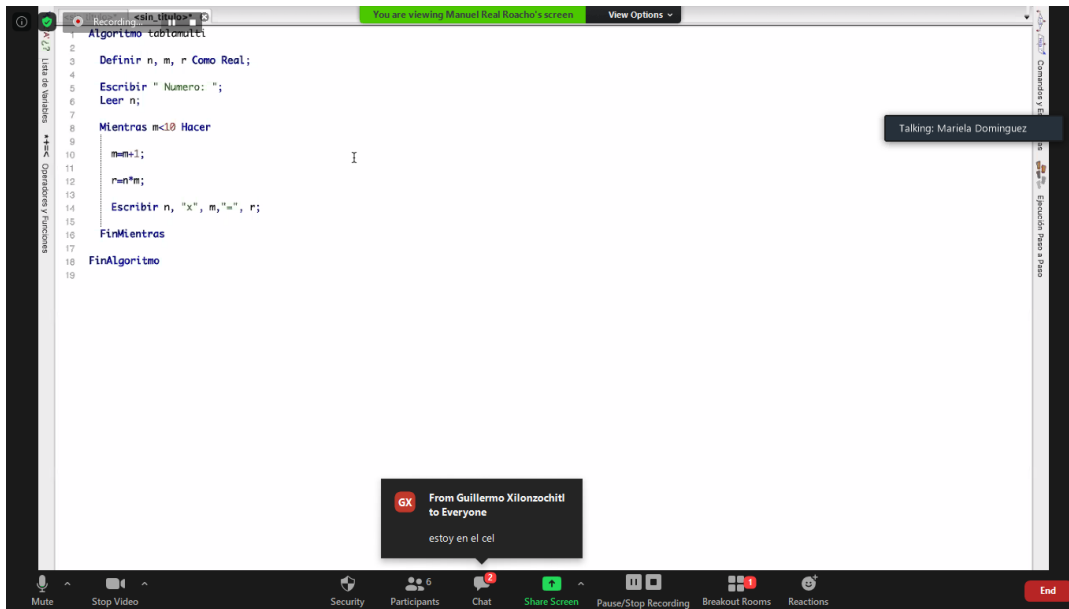
La Figura 19 muestra un ejemplo de solución del ejercicio 1 presentada por los estudiantes, utilizando pseudocódigo en la herramienta PSEINT.

```

1 Algoritmo sin_titulo
2 Definir Votos,V1,V2,V3,V4, Iter como Entero
3 Repetir
4     Escribir " Ingrese su voto, en cualquiera de los 4 candidatos:"
5     Leer Votos
6     Iter= Iter+1
7     Si Votos = 1 Entonces
8         V1 = V1 +1
9     FinSi
10    Si Votos = 2 Entonces
11        V2 = V2 + 1
12    FinSi
13    Si Votos = 3 Entonces
14        V3= V3+1
15    FinSi
16    Si Votos = 4 Entonces
17        V4 = V4+1
18    FinSi
19 Hasta Que Votos = 0
20
21 Escribir "Total de votos fueron:"
22 Mostrar "Can. 1: ", V1 , " , V1/Iter*100
23 Mostrar "Can. 2: ", V2 , " , V2/Iter*100
24 Mostrar "Can. 3: ", V3 , " , V3/Iter*100
25 Mostrar "Can. 4: ", V4 , " , V4/Iter*100
26 FinAlgoritmo
27
  
```

Figura 19. Ejemplo de solución del primer ejercicio sobre estructuras de iteración (grupo piloto)

En el segundo ejercicio, los estudiantes trabajaron diferentes soluciones. En la Figura 20, se observa el resultado de uno de los equipos utilizando pseudocódigo en la herramienta PSEINT y la estructura iterativa *mientras*.



```
1 Algoritmo tabonuttt
2
3 Definir n, m, r Como Real;
4
5 Escribir " Numero: ";
6 Leer n;
7
8 Mientras m<10 Hacer
9
10     m=m+1;
11
12     r=m*m;
13
14     Escribir n, "x", m, "=", r;
15
16 FinMientras
17
18 FinAlgoritmo
19
```

Figura 20. Ejemplo de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupo piloto)

Para finalizar la sesión, se les solicitó a los estudiantes ingresar a la herramienta menti.com para responder de manera anónima con palabras o frases cortas, lo que se llevaron de la actividad. La Figura 21 presenta el resultado de las opiniones de los estudiantes, en donde sobresale que la actividad fue dinámica, entretenida e interesante. También se menciona buena experiencia, retroalimentación y poner en práctica.

¿Qué te llevas de la actividad?

Mentimeter



Figura 21. Resultados de actividad de cierre sesión 2 (grupo piloto)

4.1.1 Resultados del test: Percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas

Los resultados del test aplicado en ambas sesiones se dividen en a) información de carácter general, b) apoyo docente, c) responsabilidad del estudiante, d) interacción y colaboración del estudiante y e) calidad del problema.

Para presentar los resultados de los ítems del instrumento, se consideró solamente aquellos estudiantes que estuvieron presentes y que respondieron el test en ambas sesiones. En el grupo piloto, 9 estudiantes cumplen con los dos requisitos, por lo que la muestra con respecto a la población objetivo de 619 estudiantes fue de 2%.

a) Información general

De los 9 estudiantes considerados, 7 son hombres y 2 mujeres. La distribución por sexo del grupo piloto se muestra en la Figura 22.

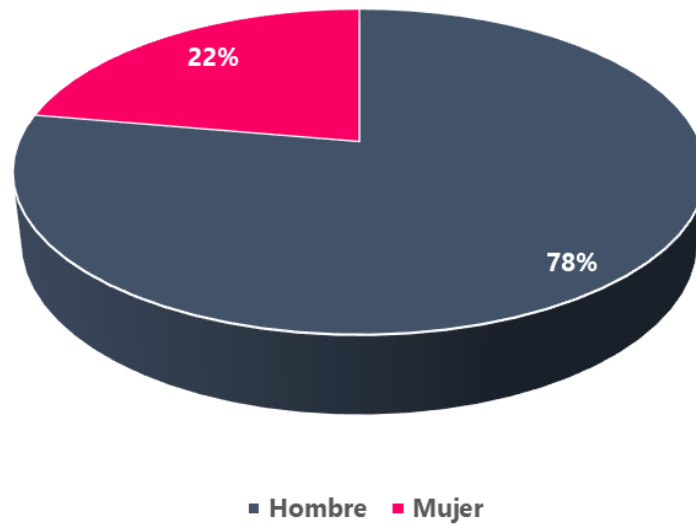


Figura 22. Distribución de estudiantes por sexo (grupo piloto)

La distribución al programa inscrito por sexo de los estudiantes encuestados se encuentra representado en la Figura 23.

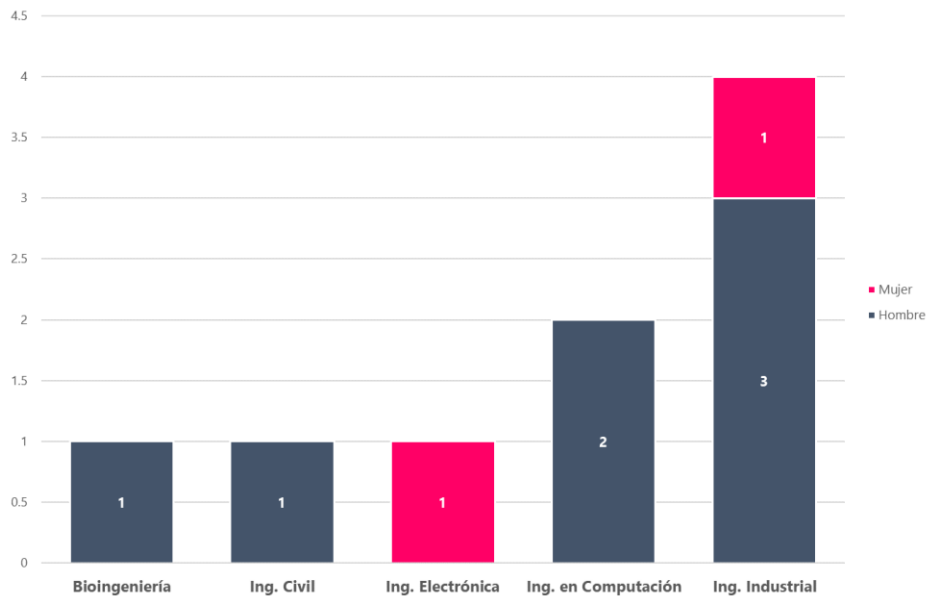


Figura 23. Distribución por programa y sexo (grupo piloto)

El promedio general (promedio de todos los promedios de todos los participantes encuestados) fue de 4.22 para el grupo piloto para ambas sesiones. La Tabla 10 muestra los resultados generales del promedio por ítem y por sesión.

Tabla 10. Resultados generales por ítem del grupo piloto

Resultados generales del grupo piloto		
Elemento evaluado	Sesión 1	Sesión 2
El profesor nos dirigió con algunas preguntas metacognitivas	3.77	4.44
Si hice una pregunta, el maestro me dio una pista en lugar de la respuesta correcta	4.00	4.44
El profesor nos animó a utilizar diversas fuentes de información	3.77	4.33
El profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad	4.55	5.00
El profesor nos proporcionó comentarios positivos y negativos sobre nuestras propuestas	4.66	4.77
El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento	4.50	4.66
El maestro consideró mi desempeño durante el proceso de resolución de problemas al calificar	4.44	4.77
Cumplí con las tareas que me encomendaron durante el trabajo en grupo	4.33	4.22
Hice el esfuerzo suficiente para llegar a varias fuentes de información	4.11	4.44
Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones	4.66	4.66
Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje	4.22	4.55
Evalué el desempeño de los miembros de mi grupo y de mí mismo	4.55	4.77
Cuando me encontré con algo que no entendía, primero consulté con un compañero de estudios y luego consultamos a la maestra como grupo	3.88	4.44
Colaboré con los otros miembros de mi grupo	4.11	4.44
Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo	4.00	4.11
Compartí los resultados de mi investigación individual con los otros miembros de mi grupo	3.33	3.44
Respeto las ideas de los demás en mi grupo	5.00	4.88
Participé en el trabajo en grupo tanto como pude	4.11	4.33
Elaboramos un portafolio como grupo en el que recolectamos diferentes productos de nuestro trabajo grupal	3.00	4.00
Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana	4.00	4.11
Los problemas fueron bastante fáciles de resolver sin ninguna dificultad seria	3.22	4.22
Los problemas se redactaron en un lenguaje comprensible	4.44	4.88
Los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones	4.11	4.88
Promedio	4.12	4.47

Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación de las sesiones, se logra ver un incremento hacia la segunda sesión en donde los estudiantes ya conocían la dinámica de trabajo y se sintieron en confianza para realizar las actividades.

b) Apoyo docente

Sobre la escala de apoyo docente, se seleccionaron los siguientes ítems relacionados con los pasos del aprendizaje basado en problemas.

En primer lugar, se observa en la Figura 24 la respuesta a la afirmación: “el profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento”. El 62.5% de los estudiantes considera que el profesor lo hizo *siempre* en la primera sesión y el 77.8% en la segunda, lo cual muestra un incremento significativo en la percepción de los estudiantes. Se puede ver, además, un decremento en la respuesta *muchas veces* de la primera sesión con un 25.0%, a la segunda con un 11.1% derivado del incremento en la opción *siempre*.

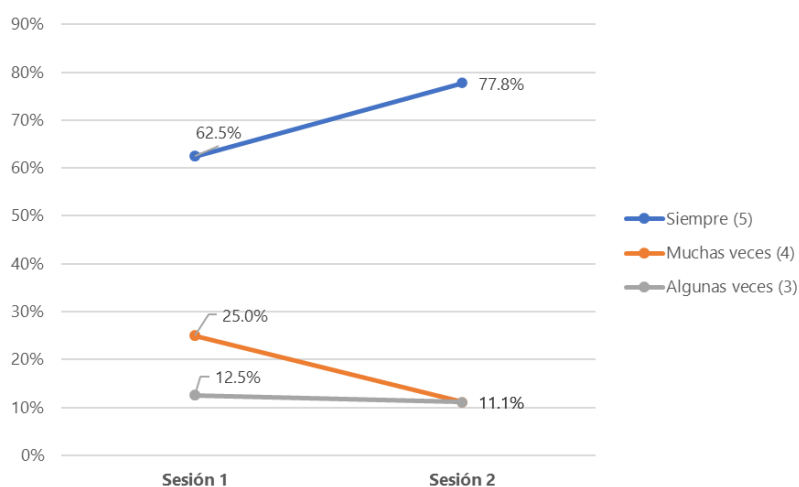


Figura 24. El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento (grupo piloto)

Ahora bien, en relación con el ítem: “el profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad” que se muestra en la Figura 25, los estudiantes valoraron de manera positiva la participación del profesor. Se puede apreciar el incremento de la respuesta *siempre* de

la primera sesión con un 66.7% a la segunda, con un 100.00%. Asimismo, se destaca el decremento en la respuesta *muchas veces* y *algunas veces*, en donde el 22.2% y 11.1% de los estudiantes respectivamente, la seleccionaron en la primera sesión y el 0% en la segunda.

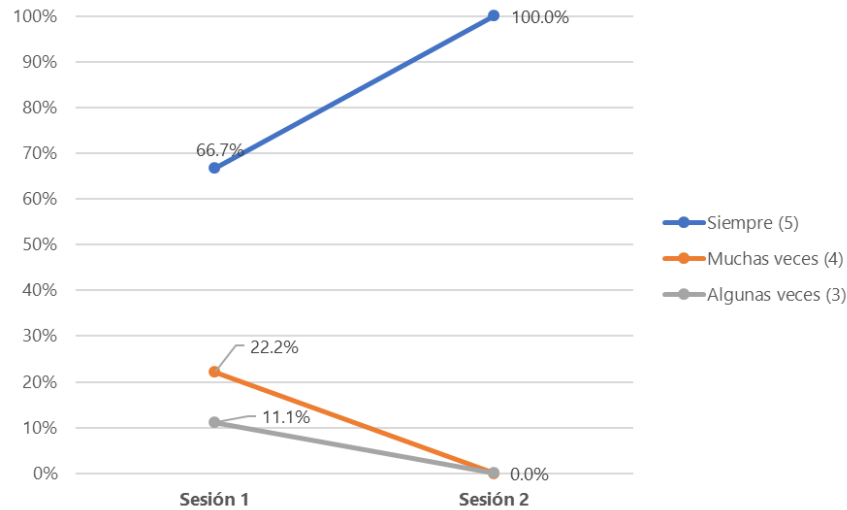


Figura 25. El profesor nos animó a expresar ideas con claridad (grupo piloto)

c) Responsabilidad del estudiante

En relación con la escala de responsabilidad del estudiante, se presentan los siguientes ítems. En la Figura 26, se aprecia que los estudiantes consideraron que tuvieron que tomar sus propias decisiones al momento de trabajar las actividades, en la misma medida en ambas sesiones, es decir, no se registraron cambios. El 77.8% respondió *siempre*, mientras que el 11.1% respondió *muchas veces* y en la misma proporción *algunas veces*.

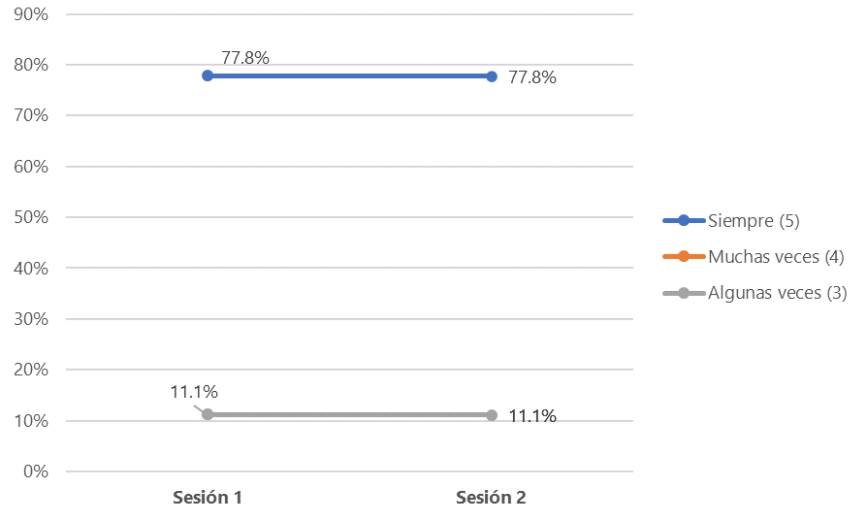


Figura 26. Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones (grupo piloto)

El segundo ítem seleccionado es: "jugué un papel importante en mi propio aprendizaje". En la Figura 27, se muestra que el 77.8% de los estudiantes en la primera sesión y el 66.7% en la segunda, valoraron de forma positiva su participación seleccionando la respuesta *siempre*. A pesar del decremento en esta opción, se puede observar el incremento de la sesión 1 a la sesión 2 en las respuestas de *muchas veces* del 0% al 22.2% y *algunas veces* del 0% al 11.1%. Cabe resaltar que la opción *nunca*, disminuyó de 11.1% a 0%.

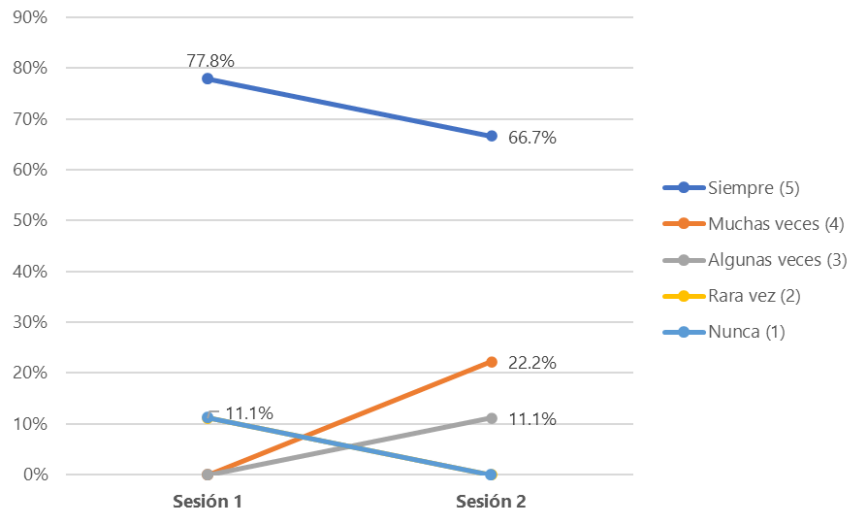


Figura 27. Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje (grupo piloto)

d) Interacción y colaboración del estudiante

En la escala de interacción y colaboración del estudiante se seleccionaron los ítems: 1) Colaboré con los otros miembros de mi grupo y 2) Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo. En la Figura 28, se observa un incremento entre la sesión 1 y 2, que va del 33.3% al 55.6% de los estudiantes que consideran que colaboraron con los otros miembros de su grupo valorando la opción *siempre*. Se aprecia, además, un decremento del 55.6% al 33.3% de estudiantes que respondieron la categoría *muchas veces* y un intercambio entre las respuestas *algunas veces* y *rara vez* que va del 14.3% al 0% de estudiantes que respondieron *rara vez*.

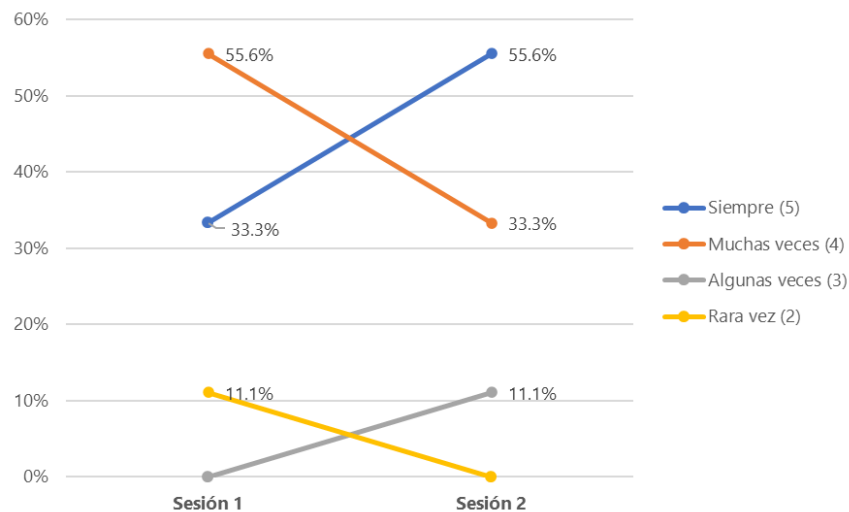


Figura 28. Colaboré con los otros miembros de mi grupo (grupo piloto)

En el ítem: “discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo”, el 44.9% de los estudiantes valoraron la respuesta *siempre* en la primera sesión y el 55.6% en la segunda. También se observa un decremento que va del 22.2% al 11.1% en la categoría *muchas veces*. Las opciones *algunas veces* y *rara vez* no tuvieron cambios con 22.2% y 11.1% respectivamente como se muestra en la Figura 29.

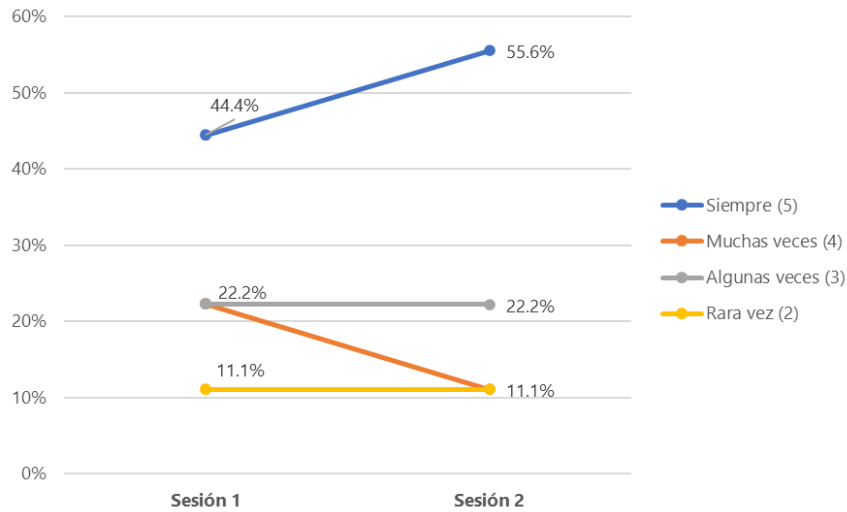


Figura 29. Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo (grupo piloto)

e) Calidad del problema

Sobre la última escala se seleccionaron los siguientes ítems. La Figura 30 muestra que el 22.2% de los estudiantes en la primera sesión y el 44.4% en la segunda, consideran que los problemas resueltos trataban sobre la vida cotidiana, seleccionando la opción *siempre*, se observa, además, el decremento en la opción *muchas veces* de 66.7% a 44.4% y un intercambio entre las opciones *rara vez* y *nunca*.

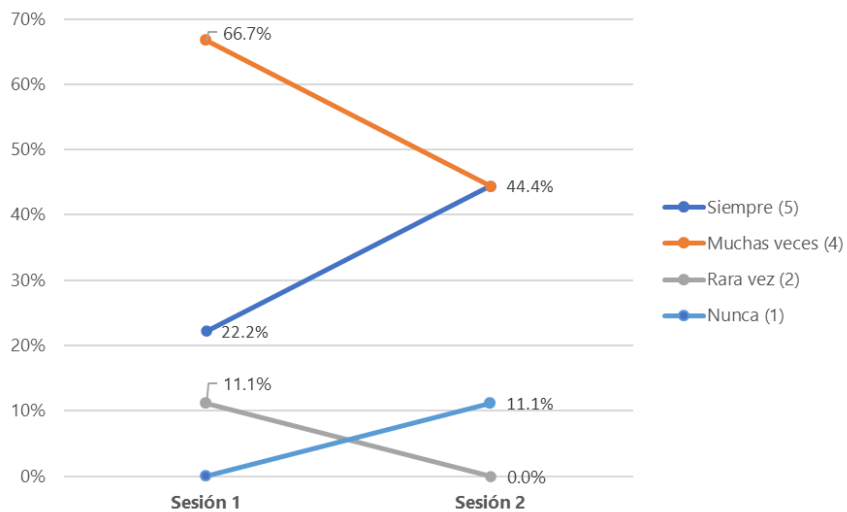


Figura 30. Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana (grupo piloto)

A continuación, se presenta el resultado del ítem: “los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones”. En la Figura 31 se observa que los estudiantes tuvieron un cambio significativo en su percepción de la variedad de soluciones hacia un mismo problema durante la segunda sesión. El 44.4% de los estudiantes de la primera sesión y el 88.9% en la segunda sesión respondieron la categoría de *siempre*. Además, se aprecia el decremento en las respuestas *muchas veces* del 22.2% al 11.1% y *algunas veces* del 33.3% al 0% respectivamente, encontrando que, en problemas más complejos, los caminos a seguir pueden ser diferentes, utilizando los aprendizajes previos que ayudan a la construcción de soluciones más elaboradas.

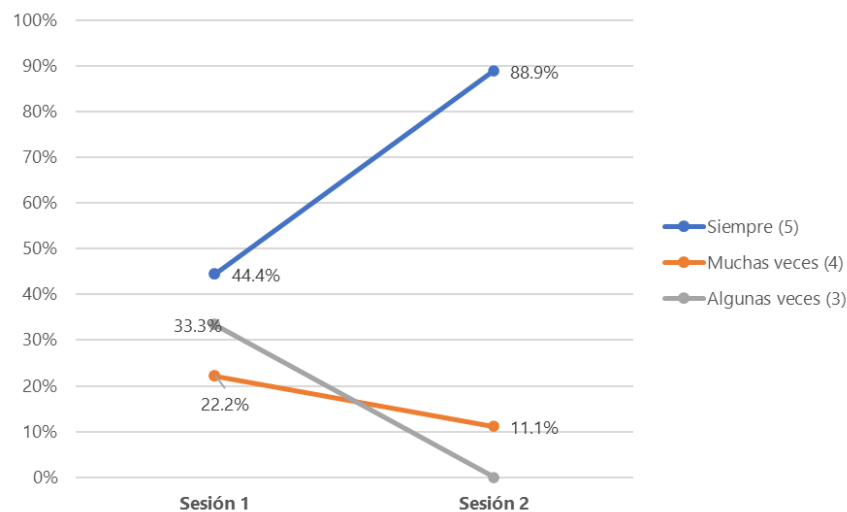


Figura 31. Los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones (grupo piloto)

4.2 Resultados del Estudio 2: aplicación de la propuesta

Los resultados del test aplicado en ambas sesiones se dividen en a) información de carácter general, b) apoyo docente, c) responsabilidad del estudiante, d) interacción y colaboración del estudiante y e) calidad del problema.

Como se menciona en la sección 3.4.1, se intervinieron 8 grupos y la participación de estudiantes se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Participación de estudiantes en el estudio de aplicación de la propuesta de intervención

Participación de estudiantes en el estudio de aplicación de la propuesta de intervención		
Grupo	Sesión 1	Sesión 2
1	8	8
2	30	22
3	24	21
4	33	23
5	26	19
6	31	26
7	24	10
8	20	7
Total	196	136

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la evidencia de la sesión 1 en los grupos de tratamiento. La Figura 32, muestra los ejemplos de las soluciones de los diferentes equipos sobre el ejercicio 1.

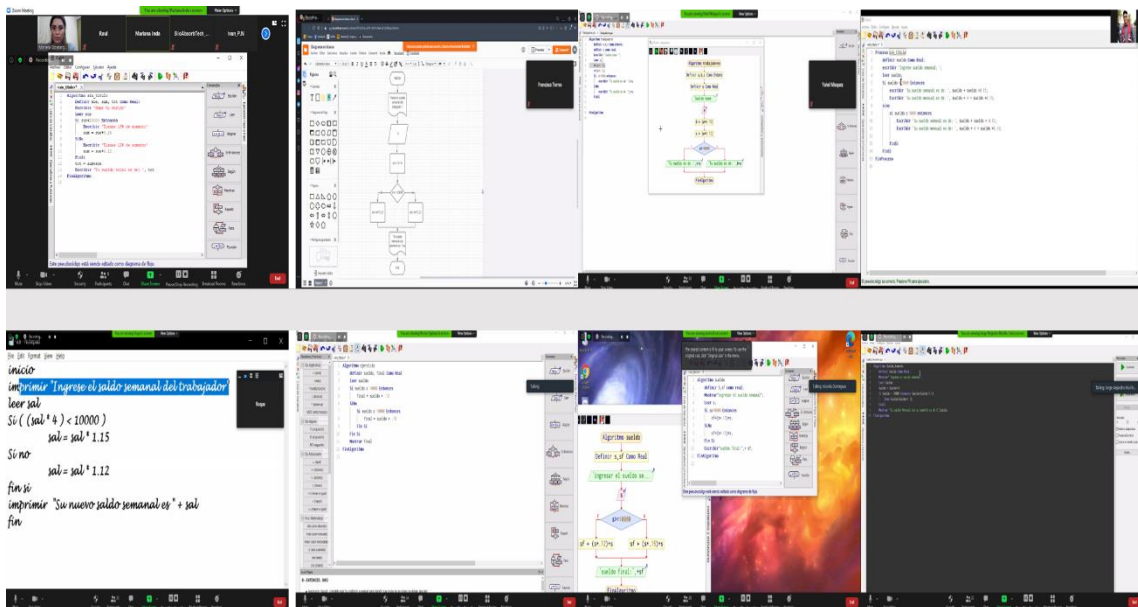


Figura 32. Ejemplos de solución del primer ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)

En la Figura 33, se observan los ejemplos de propuestas de solución de los diferentes equipos de los grupos de tratamiento sobre el ejercicio 2.

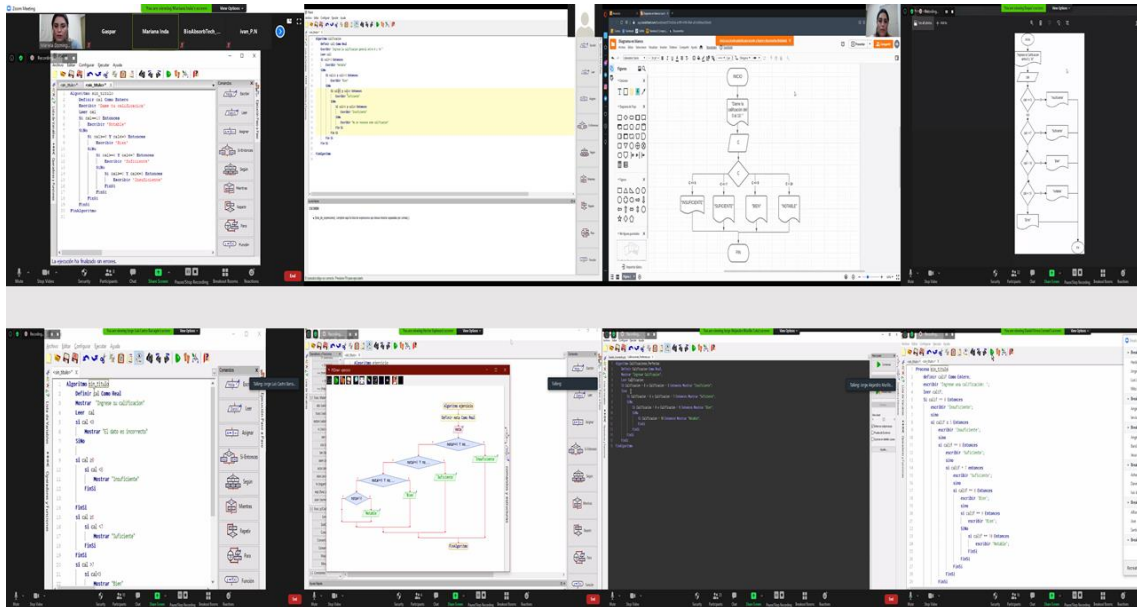


Figura 33. Ejemplos de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)

En la Figura 34, se presentan los ejemplos de propuestas de solución de los diferentes equipos de los grupos de tratamiento sobre el ejercicio 3.

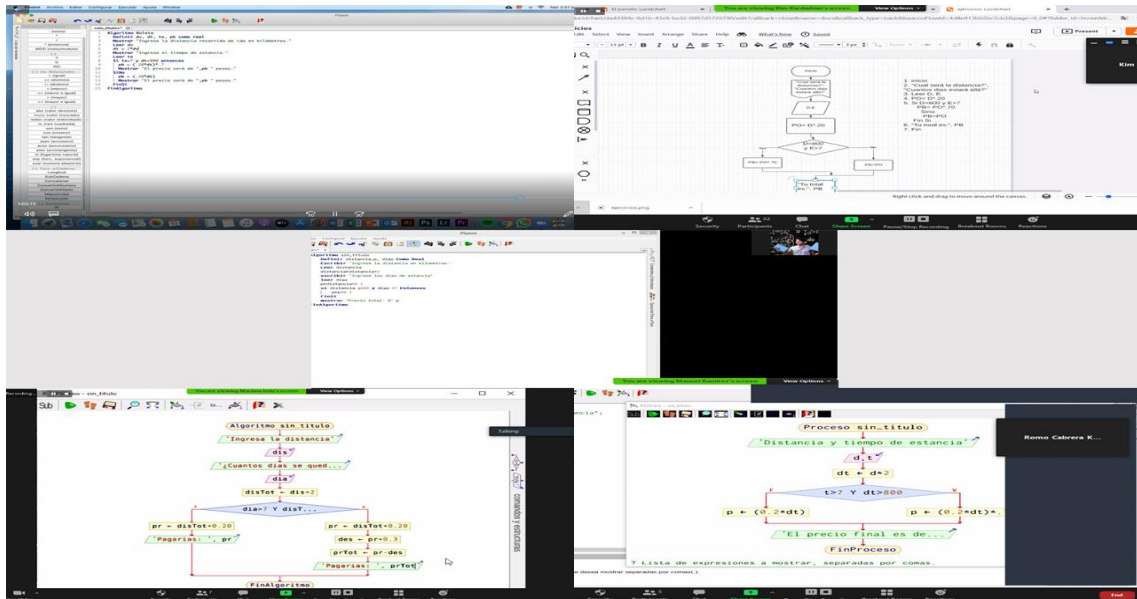


Figura 34. Ejemplos de solución del tercer ejercicio sobre estructuras de selección (grupos de tratamiento)

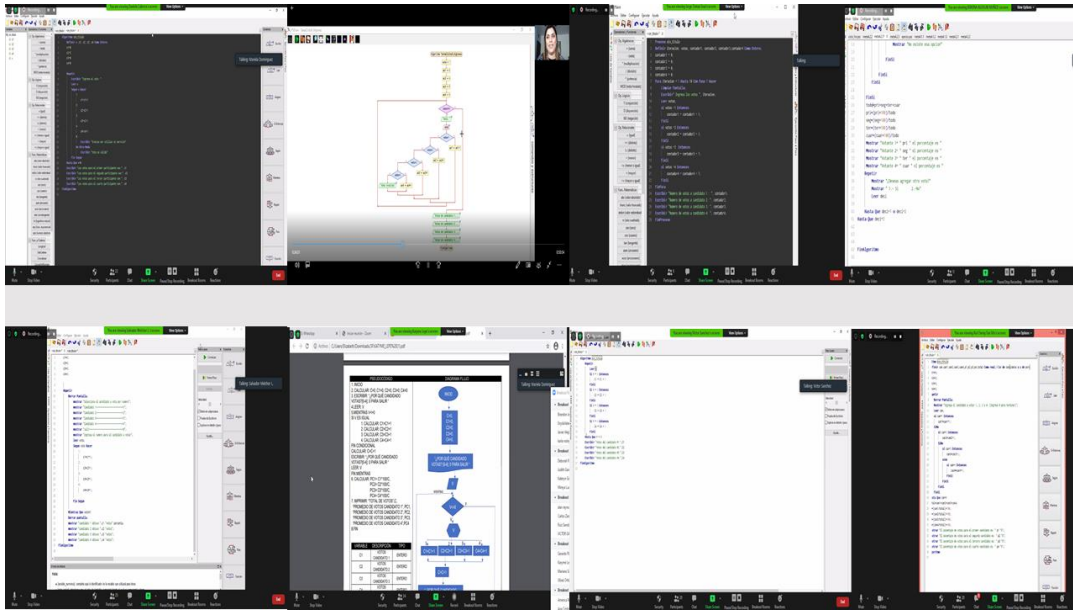


Figura 36. Ejemplos de solución del primer ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)

Enseguida, se presentó el segundo ejercicio en donde lo estudiantes tuvieron 1 minuto para hacer anotaciones. Regresaron a trabajar con sus equipos durante 8 minutos y al regresar a la sesión principal expusieron sus soluciones tal y como se observa en la Figura 37.

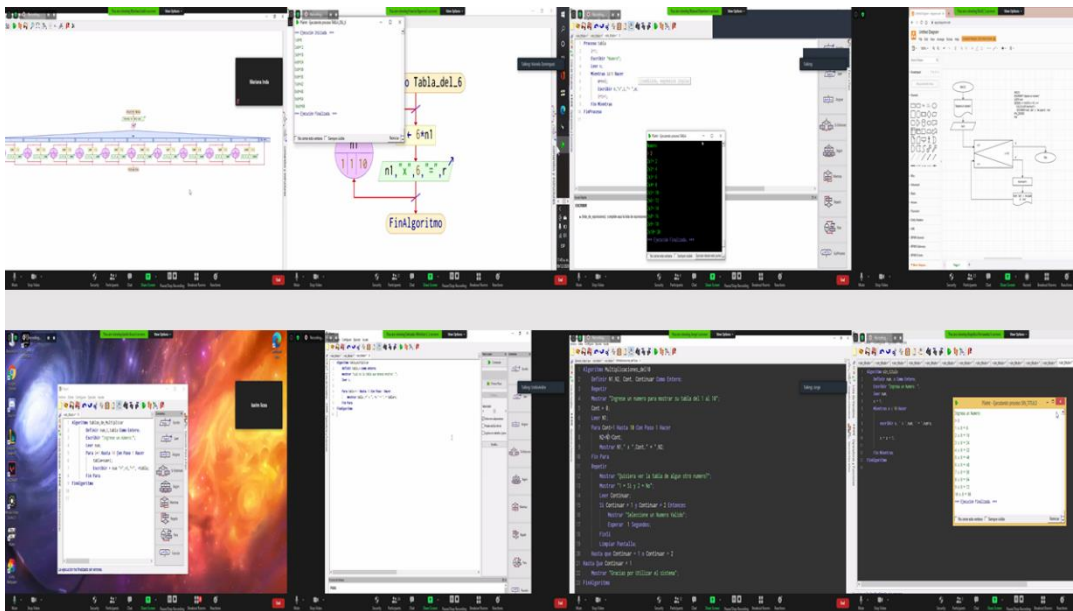


Figura 37. Ejemplos de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)

En la Figura 38, se presentan los ejemplos de propuestas de solución de los diferentes equipos de los grupos de tratamiento sobre el ejercicio 3.

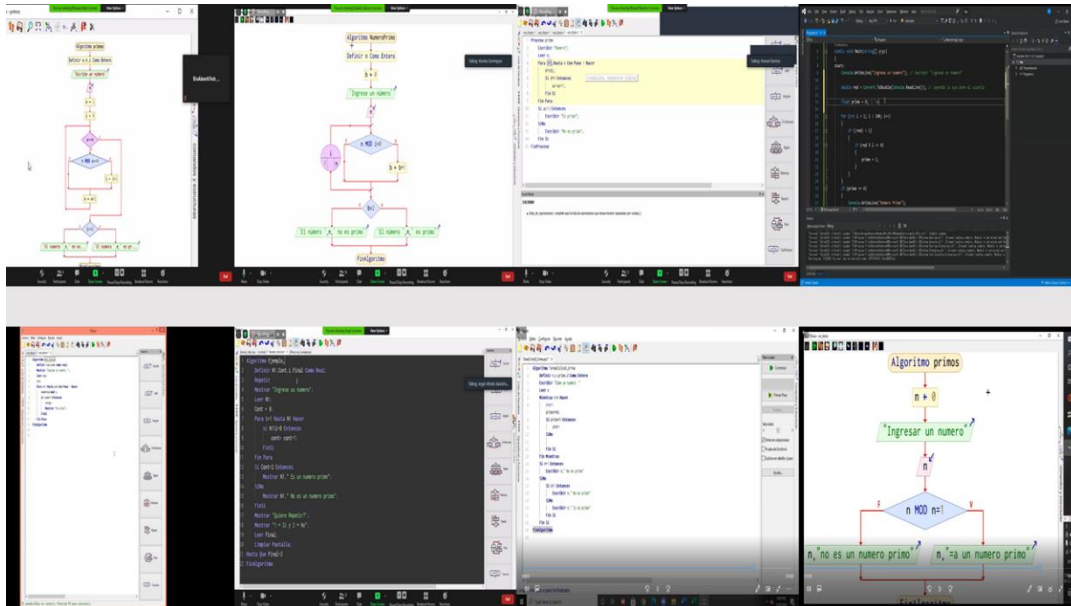


Figura 38. Ejemplos de solución del segundo ejercicio sobre estructuras de iteración (grupos de tratamiento)

Para finalizar la sesión, los estudiantes respondieron a la pregunta: ¿Qué te llevas de la actividad? por medio la herramienta menti.com, utilizando palabras o frases cortas que expresaran su experiencia durante a la actividad. En la Figura 39, se muestran los resultados de la actividad de cada uno de los grupos de tratamiento. Destacan palabras o frases como trabajo en equipo, trabajo bajo presión, conocimiento, práctica, ciclos, retroalimentación, comunicación, esfuerzo, aprendizaje, programación, experiencia, interesante, entre otras.

a) Información General

De los 56 estudiantes considerados, 39 son hombres y 17 mujeres. La distribución por sexo se muestra en la Figura 40.

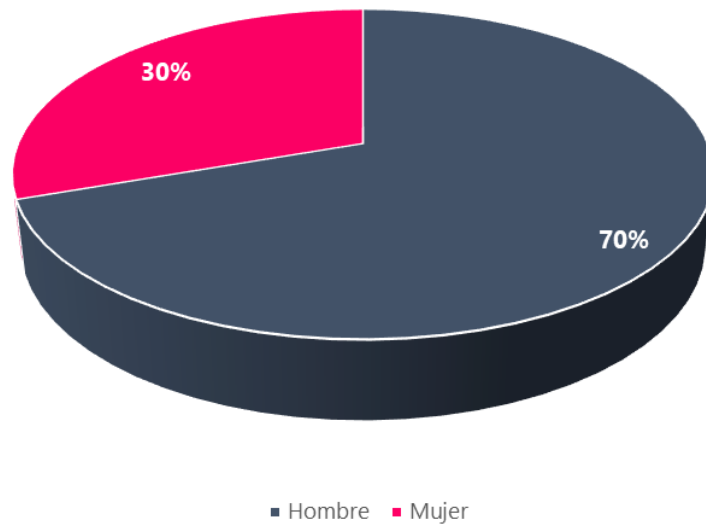


Figura 40. Distribución de estudiantes por sexo (grupos de tratamiento)

La distribución por programa educativo inscrito y por sexo de los estudiantes encuestados se encuentra representado en la Figura 41.

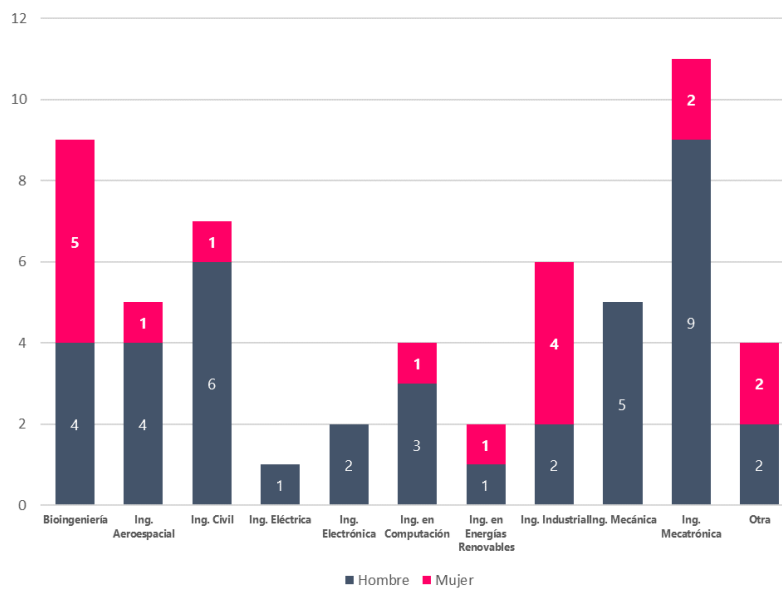


Figura 41. Distribución por programa educativo y sexo (grupos de tratamiento)

El promedio general (promedio de todos los promedios de todos los participantes encuestados) fue de 4.31 en las dos sesiones el cual supera por muy poco al resultado obtenido con el grupo piloto. La Tabla 12 presenta los resultados generales del promedio por ítem y por sesión.

Tabla 12. Resultados generales (grupos de tratamiento)

Resultados generales de los grupos de tratamiento		
Elemento evaluado	Sesión 1	Sesión 2
El profesor nos dirigió con algunas preguntas metacognitivas	4.11	4.29
Si hice una pregunta, el maestro me dio una pista en lugar de la respuesta correcta	4.07	4.21
El profesor nos animó a utilizar diversas fuentes de información	4.32	4.32
El profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad	4.62	4.46
El profesor nos proporcionó comentarios positivos y negativos sobre nuestras propuestas	4.72	4.48
El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento	4.55	4.55
El maestro consideró mi desempeño durante el proceso de resolución de problemas al calificar	4.40	4.32
Cumplí con las tareas que me encomendaron durante el trabajo en grupo	4.46	4.30
Hice el esfuerzo suficiente para llegar a varias fuentes de información	4.19	4.31
Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones	4.35	4.37
Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje	4.52	4.49
Evalué el desempeño de los miembros de mi grupo y de mí mismo	4.26	4.29
Cuando me encontré con algo que no entendía, primero consulté con un compañero de estudios y luego consultamos a la maestra como grupo	4.19	4.12
Colaboré con los otros miembros de mi grupo	4.41	4.29
Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo	4.35	4.29
Compartí los resultados de mi investigación individual con los otros miembros de mi grupo	3.90	3.77
Respeto las ideas de los demás en mi grupo	4.73	4.62
Participé en el trabajo en grupo tanto como pude	4.38	4.21
Elaboramos un portafolio como grupo en el que recolectamos diferentes productos de nuestro trabajo grupal	3.54	3.89
Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana	4.16	4.17

Los problemas fueron bastante fáciles de resolver sin ninguna dificultad seria	4.14	3.89
Los problemas se redactaron en un lenguaje comprensible	4.65	4.48
Los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones	4.55	4.41
Promedio	4.33	4.28

Fuente: Elaboración propia.

b) Apoyo docente

En la escala de apoyo docente, se seleccionaron los siguientes ítems relacionados con los pasos del aprendizaje basado en problemas.

En primer lugar, se muestra en la Figura 42, que el 71.7% de los estudiantes en la primera sesión y el 70.9% en la segunda, consideran que el profesor preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento valorando la opción de *siempre*. Se observa, además, un incremento en la categoría de *muchas veces* del 16.7% al 21.5%.

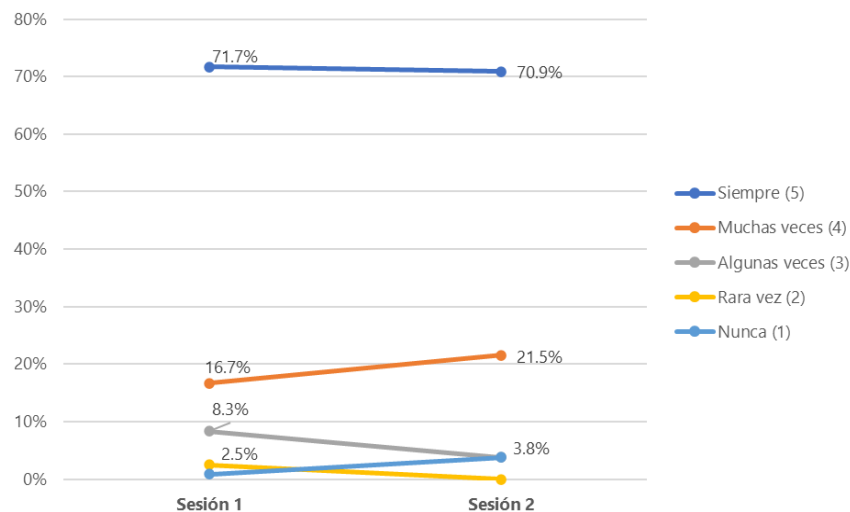


Figura 42. El profesor nos preguntó cómo llegamos a una solución y cuáles eran los pasos en nuestro proceso de pensamiento (grupos de tratamiento)

Por otra parte, en relación con el ítem: “el profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad”, en la Figura 43, se aprecia que por encima del 60% de los estudiantes valoraron de manera positiva la participación del profesor en ambas sesiones respondiendo la opción *siempre*. Se observa un incremento de la sesión 1 a la sesión 2, en la categoría *muchas veces*, del 17.5% al 24.1% respectivamente. Cabe destacar, que entre las opciones *siempre* y *muchas veces* antes mencionadas, se encuentra arriba del 88% de las respuestas de los estudiantes.

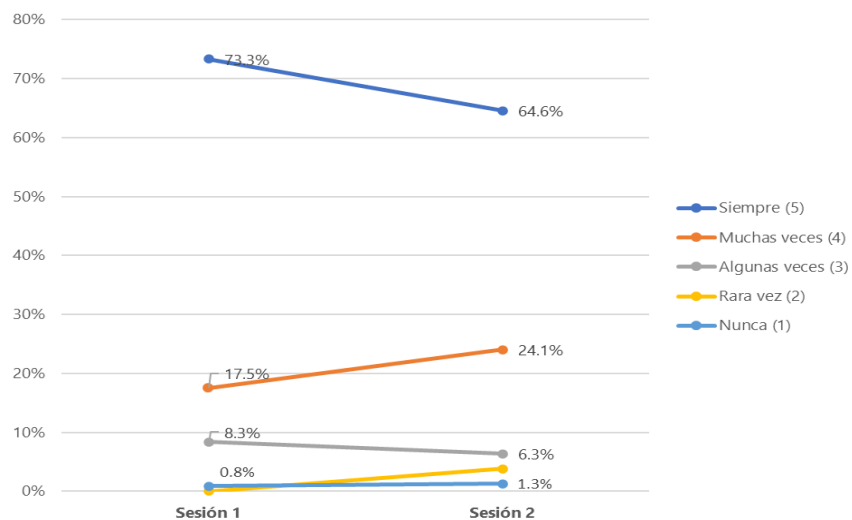


Figura 43. El profesor nos animó a expresar nuestras ideas con claridad (grupos de tratamiento)

c) Responsabilidad del estudiante

Para la escala de responsabilidad del estudiante, se presentan los siguientes ítems. En la Figura 44, se aprecia que en ambas sesiones sobresalen los valores de *siempre* con arriba del 57% y *muchas veces* superior al 27% de las respuestas de los participantes, a la pregunta: “hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones”, lo que indica que en algunos casos faltó comunicación entre los miembros del equipo.

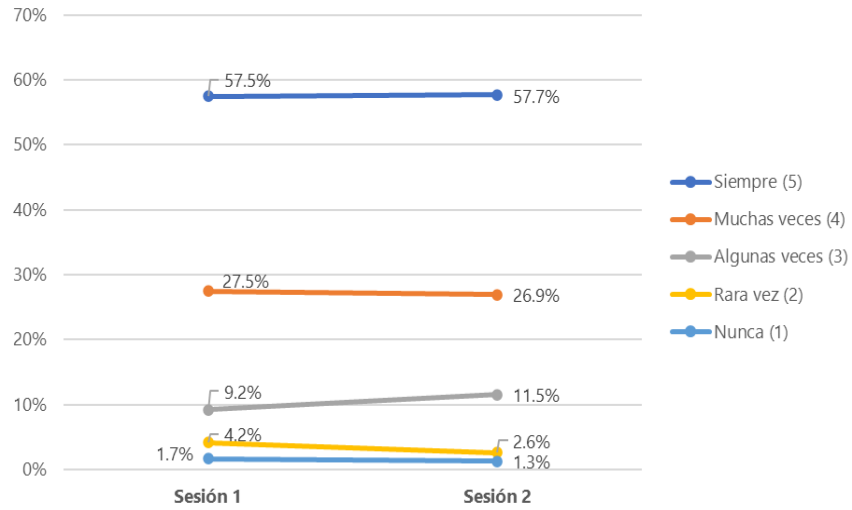


Figura 44. Hubo momentos en los que tuve que tomar mis propias decisiones (grupos de tratamiento)

El segundo ítem seleccionado fue: "jugué un papel importante en mi propio aprendizaje". En la Figura 45 se muestra que los estudiantes valoraron de forma positiva las respuestas de *siempre* con arriba del 60% y *muchas veces* con una participación superior al 26.7% en ambas sesiones. Considerando entonces, que trabajaron en su propio aprendizaje durante la resolución de los problemas planteados por el profesor.

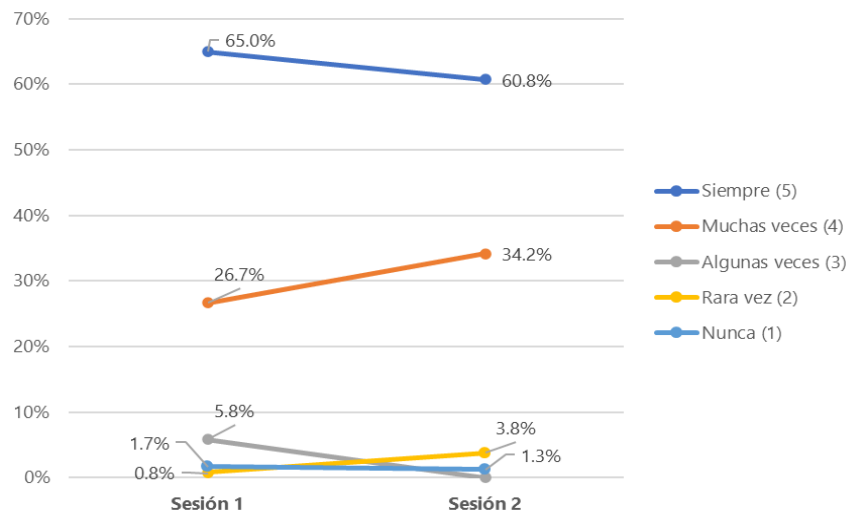


Figura 45. Jugué un papel importante en mi propio aprendizaje (grupos de tratamiento)

d) Interacción y colaboración del estudiante

En la escala de interacción y colaboración del estudiante se seleccionaron los ítems: 1) Colaboré con los otros miembros de mi grupo y 2) Discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo. En la Figura 46 se observa que los estudiantes consideran que colaboraron con los otros miembros de su grupo valorando las opciones *siempre* con una participación superior al 57% y *muchas veces* con arriba de 20.5% de las respuestas en ambas sesiones.

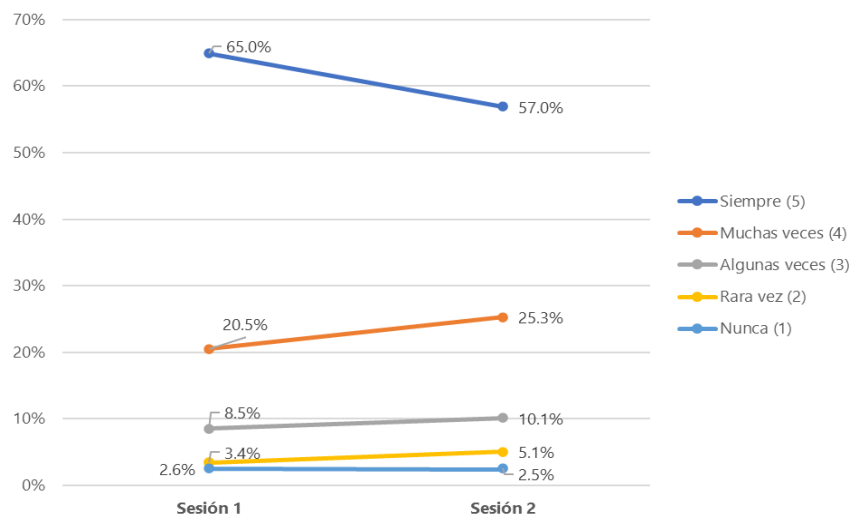


Figura 46. Colaboré con los otros miembros de mi grupo (grupos de tratamiento)

En el ítem: "discutí mis ideas con otros miembros de mi grupo", el 60.83% de los estudiantes valoraron con la opción *siempre* en la primera sesión y el 56.96% en la segunda. Por otra parte, se observa un incremento en la categoría *muchas veces* que va del 24.17% al 27.85% de los estudiantes, indicando que durante el trabajo en equipo compartieron ideas para la resolución de problemas tal y como se presenta en la Figura 47.

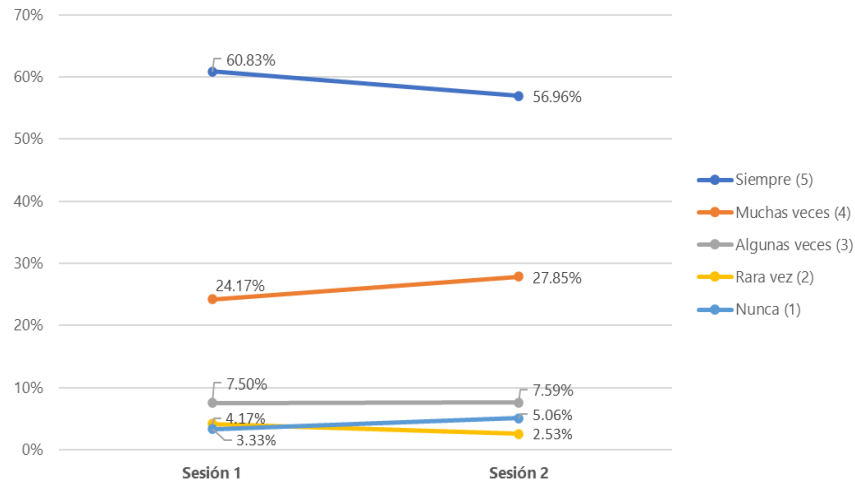


Figura 47. Discutí mis ideas con otros miembros del equipo (grupos de tratamiento)

e) Calidad del problema

Sobre la última escala se seleccionaron los siguientes ítems. La Figura 48, muestra que el 43.3% y el 51.3% de los estudiantes consideran que los problemas resueltos trataban sobre la vida cotidiana en la sesión 1 y 2 respectivamente, valorando la opción *siempre*. También, se aprecia un decremento en la opción *muchas veces* que va del 37.5% al 24.4%. Sin embargo, se aprecia un ligero incremento en las respuestas *algunas veces* y *rara vez*. Cabe destacar, que arriba del 75.6% de los estudiantes seleccionaron entre las opciones *siempre* y *muchas veces*, en ambas sesiones.

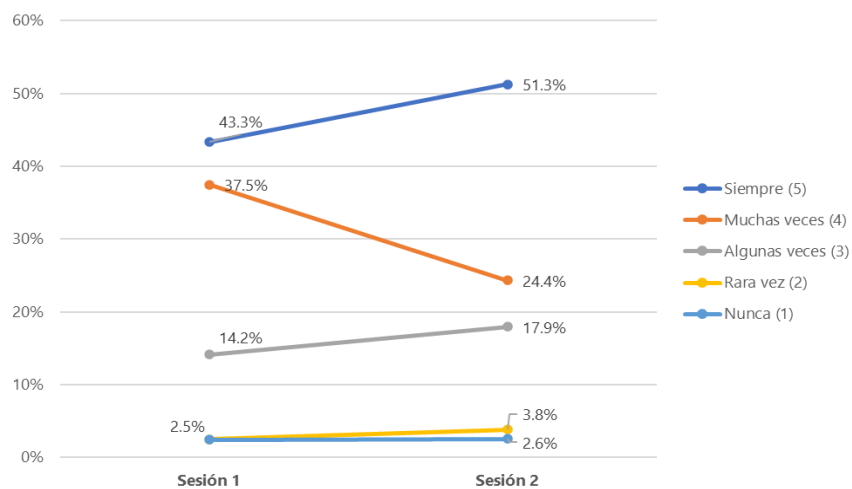


Figura 48. Los problemas que estudiamos eran sobre la vida cotidiana (grupos de tratamiento)

A continuación, se presenta el resultado del ítem: “los problemas eran del tipo para los que se pueden producir diferentes soluciones”. En la Figura 49, se observa que el 70% de los estudiantes consideran que los problemas se pueden abordar desde diferentes caminos en la primera sesión y el 57.7% en la segunda. Se observa un incremento del 19.2% de los estudiantes al 30.8% que califican la opción *muchas veces* y del 7.5% al 9.0% la opción *algunas veces*.

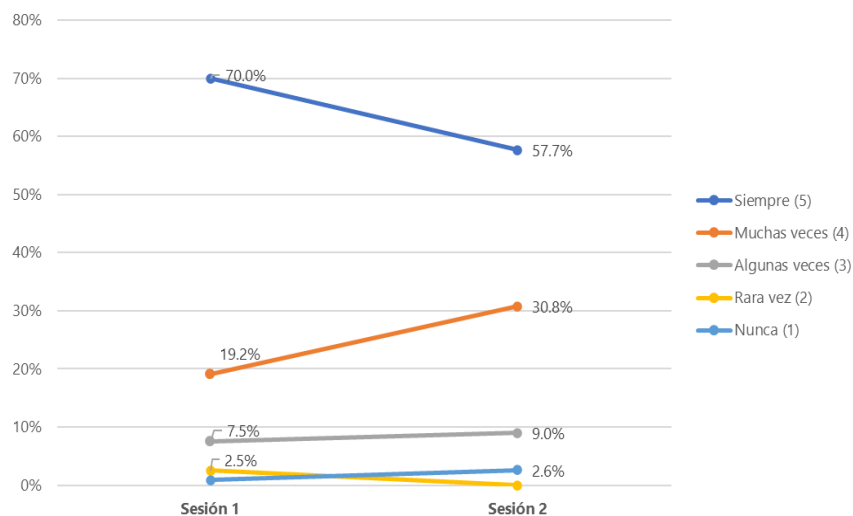


Figura 49. Los problemas eran del tipo para los que se puede producir diferentes soluciones (grupos de tratamiento)

De los ítems presentados anteriormente, tanto en el estudio piloto como en el de aplicación de la propuesta de intervención, los resultados obtenidos muestran un incremento en su promedio que va, del 59% al 67.1% de los estudiantes que evaluaron con el valor más alto de la escala, los ítems sobre la percepción de entornos de aprendizaje basado en problemas de la primera sesión a la segunda.

4.3 Resultados del cuestionario IRIS

Al finalizar la segunda sesión, se le proporcionó a cada uno de los grupos la liga de la herramienta survey monkey en donde se encuentra el cuestionario IRIS, para conocer las motivaciones para estudiar una carrera STEM de una forma exploratoria.

Se recibieron un total de 81 respuestas, correspondiente al 59.6% de los estudiantes que participaron en la segunda sesión. La distribución por sexo se muestra en la Figura 50.

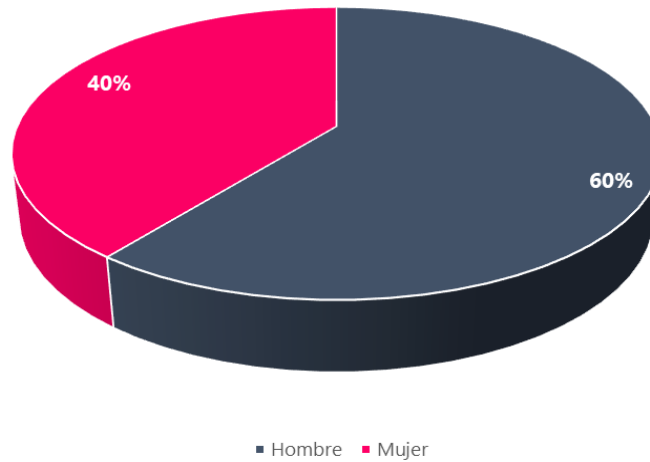


Figura 50. Distribución de estudiantes por sexo

Por otra parte, la distribución por programa educativo y sexo se muestra en la Figura 51.

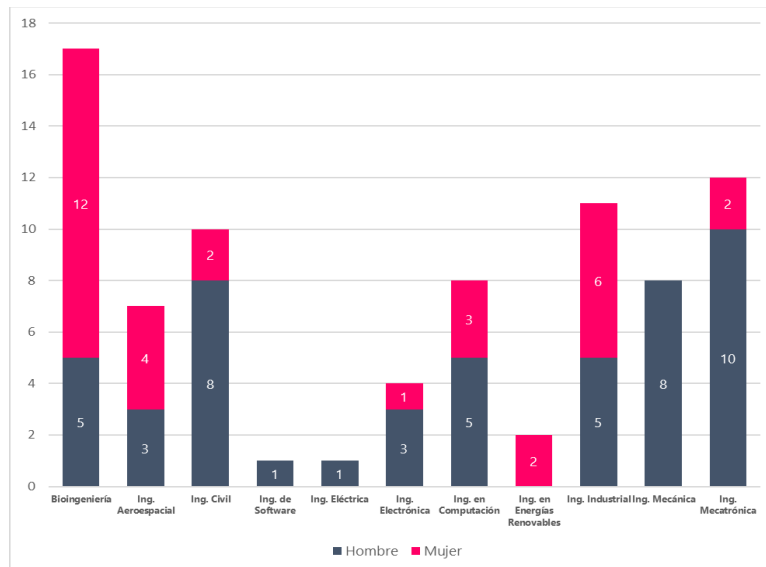


Figura 51. Distribución de estudiantes por programa educativo y sexo

A continuación, se muestran los resultados de los ítems relacionados a la experiencia universitaria de los estudiantes. En la Figura 52, se muestra la frecuencia de respuesta de los estudiantes, que en su mayoría disfrutaban de la compañía de los otros estudiantes en su programa educativo. El 44.4% de los estudiantes están *totalmente de acuerdo*, el 30.86% de acuerdo, el 11.11% respondió *neutral*, 4.94% *totalmente en desacuerdo* y el 8.64% no respondió.

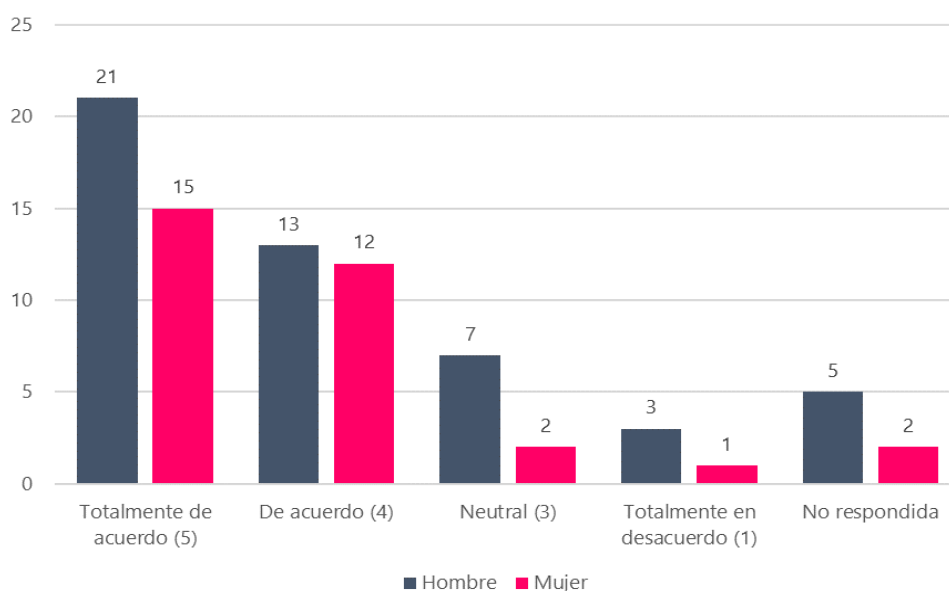


Figura 52. Disfruta de la compañía de los otros estudiantes de mi programa

Por otra parte, los estudiantes encuestados consideran que pueden seguir el ritmo de enseñanza, tal y como se presenta en la Figura 53. En estos tiempos, la respuesta es relevante ya que ellos iniciaron su carrera universitaria en línea y a distancia. El 37% respondió *totalmente de acuerdo* y el 35.8% *de acuerdo*, que es donde se concentra la mayoría de las respuestas.

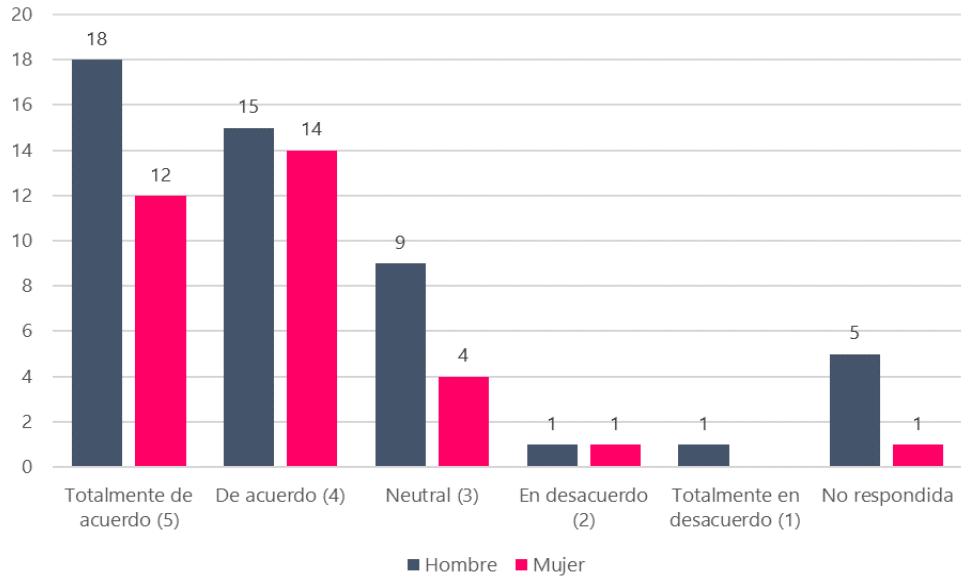


Figura 53. Siento que puedo seguir el ritmo de la enseñanza

En la Figura 54 se observa la frecuencia de respuesta de los estudiantes en la afirmación: “recibo comentarios personales de mis profesores cuando lo necesito”. El 29.6% están totalmente de acuerdo, coincidiendo con las respuestas dadas en la escala de apoyo docente en el instrumento sobre percepción de los estudiantes de los entornos de aprendizaje basado en problemas. El 24.7% de los estudiantes respondió *de acuerdo*, y el 25.9% tiene una opinión *neutral*. Este último resultado, es un área de oportunidad para que los profesores realicen mejores retroalimentaciones en un tiempo adecuado que le permita al estudiante progresar durante el desarrollo del curso.

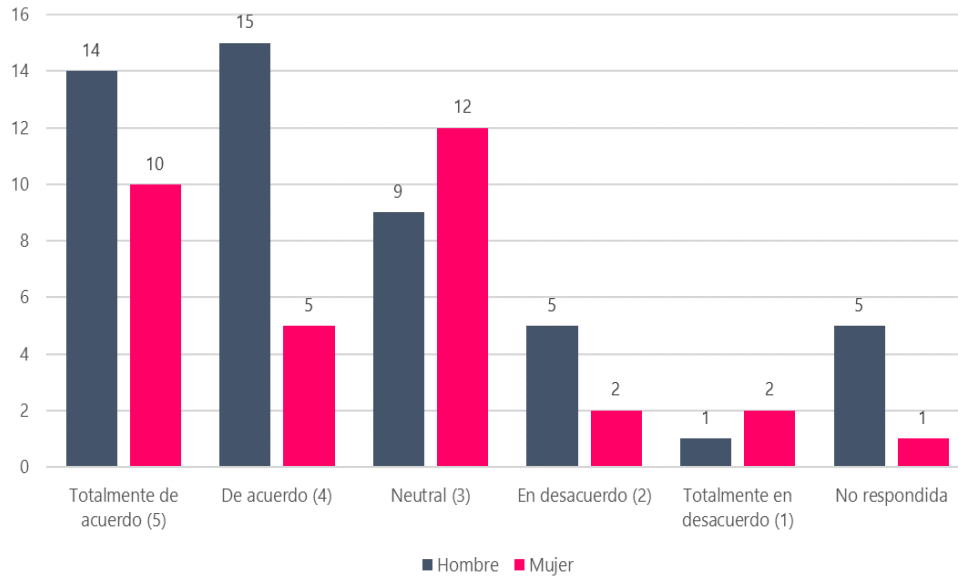


Figura 54. Recibo comentarios personales de mis profesores cuando lo necesito

En el mismo sentido, la Figura 55 muestra la frecuencia de respuesta de los estudiantes a la afirmación: “siento que a mis maestros les importa si los estudiantes aprenden o no”. El 37% opina que está *totalmente de acuerdo*, el 27.2% respondió *de acuerdo*, el 23.5% tiene una opinión *neutral*, por lo que es importante buscar estrategias que le permitan al docente interactuar con los estudiantes durante su progreso en el curso.

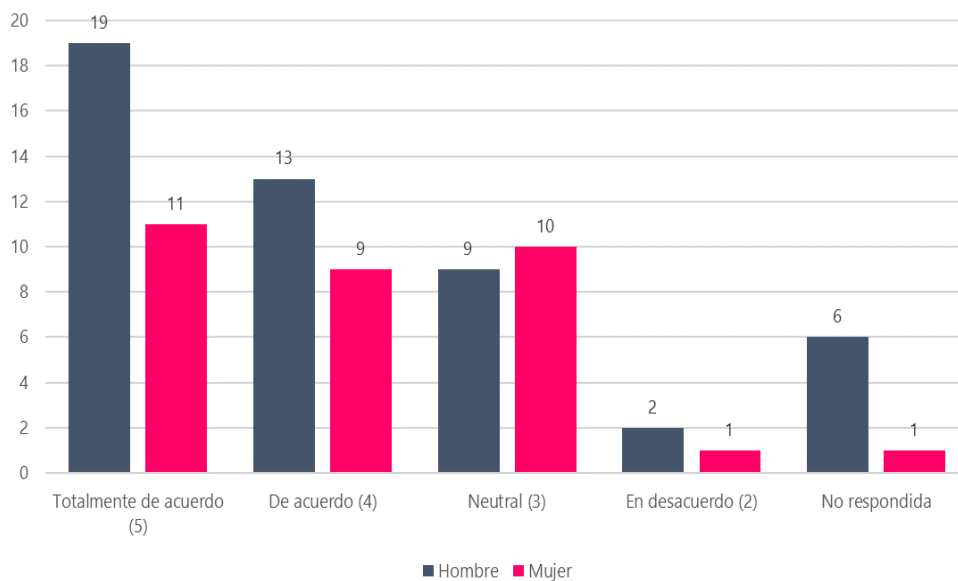


Figura 55. Siento que a mis maestros les importa si los estudiantes aprenden o no

Al cuestionar a los estudiantes acerca si pueden ver la aplicación de lo que aprenden, los estudiantes respondieron en su mayoría de una forma favorable, tal y como se muestra en la Figura 56. El 39.5% respondió estar *totalmente de acuerdo*, el 24.7% *de acuerdo* y el 22.2% tiene una opinión *neutral*. En este sentido, es importante que los profesores estén en constante revisión acerca de los contenidos y su impacto en aplicaciones reales.

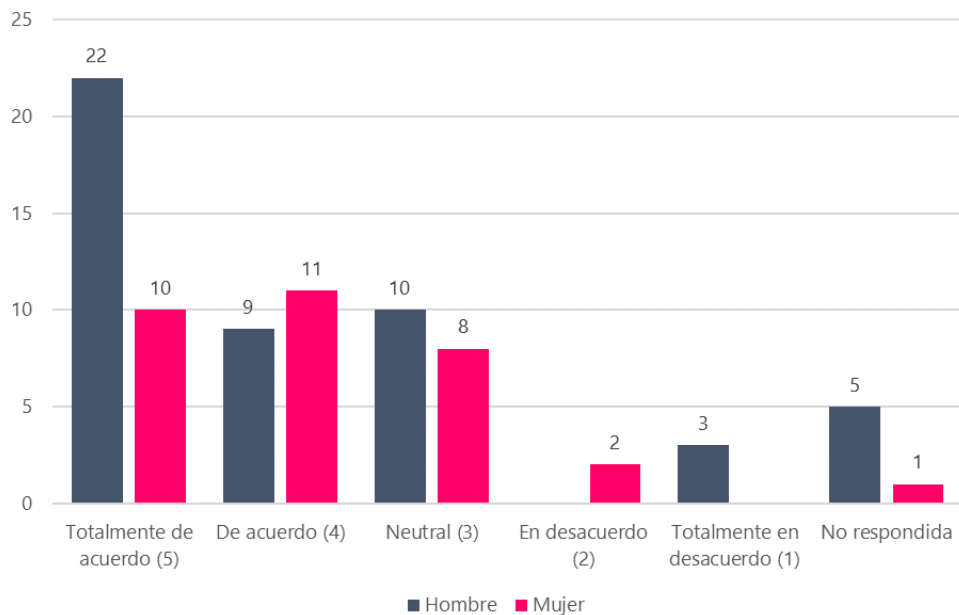


Figura 56. Puedo ver la aplicación de lo que aprendo

Por último, se cuestionó si se han interesado más en los temas relacionados con su carrera desde que iniciaron su programa educativo. El 44.4% de los estudiantes opina que están *totalmente de acuerdo*, el 25.9% *de acuerdo* y el 14.8% tienen una opinión *neutral*. La Figura 57 muestra la frecuencia de respuesta de los estudiantes, concordando con la afirmación, indicando que a pesar de la situación por la que están pasando actualmente, se encuentran motivados por los temas que han trabajado.

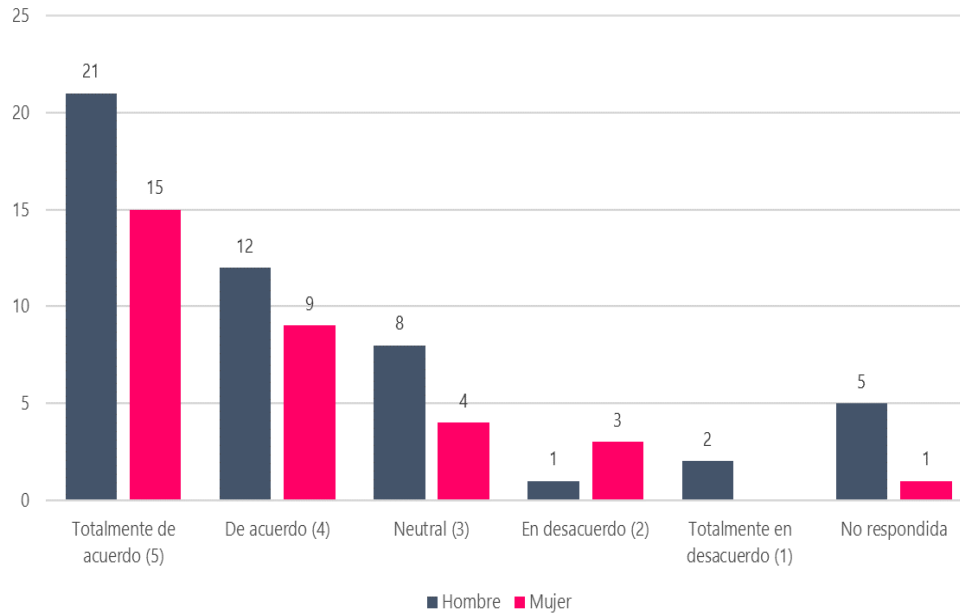


Figura 57. Me he interesado más en los temas relacionados con mi carrera desde que empecé el programa

De los ítems presentados anteriormente, el 39% de los estudiantes en promedio, valoraron con el punto más alto de la escala, indicando que hay puntos en los que mejorar para incrementar la motivación de los estudiantes en el primer año de su carrera.

4.4 Índice de reprobación

En esta sección, se mostrarán los resultados de los grupos de tratamiento y los grupos de control con referencia al índice de reprobación, para hacer la comparación de los mismos y determinar si hay una variación significativa después de las intervenciones.

La Tabla 13 muestra los índices de reprobación proporcionados por la Facultad de Ingeniería de la asignatura de Metodología de la Programación por grupo. Los grupos de tratamiento son aquellos que fueron intervenidos durante el curso y los de control aquellos en los que no se aplicaron las estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el modelo STEM+A.

Tabla 13. Índice de reprobación de la asignatura Metodología de la Programación semestre 2020-2

Grupo	Tratamiento	Control
190		19%
217	13%	
535		18%
600	7%	
601		31%
603		20%
604	26%	
605	21%	
606		21%
607		38%
608		39%
609	23%	
611	10%	
612		12%
613		15%
614	36%	
615	22%	
616		19%
617	20%	
618		13%
Promedio	20%	22%

Fuente: FIM (2021)

Los resultados muestran una disminución de 2% entre los grupos de tratamiento y los grupos de control, lo cual no es significativa, sin embargo, al solo intervenir en dos unidades del curso y que el estudio de la percepción sobre los entornos de aprendizaje basado en problemas nos indica que hay una recepción favorable hacia la estrategia de enseñanza-aprendizaje, el impacto puede ser mayor si la intervención se puede realizar en cada una de las unidades de la asignatura.

5. CONCLUSIONES

Con el presente trabajo de investigación, se logró la incorporación el modelo STEM+A mediante el aprendizaje basado en problemas al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC, para contribuir a la disminución en los índices de reprobación.

Gracias a las intervenciones realizadas con los estudiantes de primer semestre de tronco común en la unidad de aprendizaje metodología de la programación, se integran las disciplinas STEM+A en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la resolución de problemas a partir de algoritmos (E), el uso de la herramienta PSEINT para la programación de dichos algoritmos (T), las matemáticas, que mediante las operaciones aritméticas ayudan en la resolución de los problemas propuestos (M) y la creatividad en las soluciones presentadas por parte de los estudiantes (A).

Además, se favorecen las competencias STEM+A propuestas en la literatura como pensamiento crítico, colaboración, creatividad, manejo y análisis de datos y computación e informática, ya que incrementó en 8%, los estudiantes que evaluaron favorablemente con el punto más alto los ítems relacionados con el apoyo docente, la responsabilidad del estudiante, la interacción y colaboración del estudiante y la calidad de los problemas resueltos en el instrumento de percepción de los entornos de aprendizaje basado en problemas en la segunda sesión.

También se evidencia de forma cualitativa, la promoción de las habilidades en los resultados de los cierres de las sesiones de intervención, en donde libremente, los estudiantes expresaron lo que se llevaron de la actividad, destacando algunas de estas con sus repetidas menciones.

Por otra parte, las respuestas del cuestionario IRIS indicaron que los estudiantes del primer semestre del tronco común se encuentran motivados con el trabajo realizado por

sus profesores, la institución y por ellos mismos; pueden ver la aplicación de lo que están aprendiendo, por lo que es importante continuar con la aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje que promuevan el aprendizaje activo en donde la participación de los estudiantes sea el elemento central.

El indicador sobre el cual fue establecida la hipótesis y la propuesta de intervención realizada en este proyecto es el índice de reprobación. En este sentido, los resultados tuvieron un ligero decremento entre los grupos de tratamiento y los grupos de control. Para los primeros, el promedio del índice de reprobación fue del 20% y para los segundos del 22%, por lo que, si se aplican estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo el modelo STEM+A en cada una de las unidades de la asignatura utilizando las metodologías activas, los índices de reprobación pueden tener un decremento mayor.

Es importante destacar que el período en el que se aplicó la intervención fue afectado por la pandemia provocada por el SARS-CoV-2 (COVID-19), lo que implicó la realización de ajustes en los diseños originales para adaptarlos a la modalidad en línea y a distancia. Esto demuestra que el modelo STEM+A favorece el uso de las tecnologías de la información para el mejor aprovechamiento de los contenidos curriculares.

En resumen, el aprendizaje STEM+A y el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje asociadas al modelo utilizando las metodologías activas, son áreas de investigación con un amplio potencial por desarrollar en la educación en México. En este sentido, la presente investigación se ofrece como punto de partida de futuras investigaciones en donde la programación puede ser el puente entre las disciplinas para generar proyectos innovadores y de alto impacto social.

REFERENCIAS

- Agencia de Calidad de la Educación (2016). Metodología de Indagación en el aula. [http://archivos.agenciaeducacion.cl/talleres/Taller Metodologia indagacion en aula.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/talleres/Taller%20Metodologia%20indagacion%20en%20aula.pdf)
- Alianza para la Promoción de STEM. (2019). Visión STEM para México. <https://movimientostem.org/investigacion>
- Alonzo Riveradiana, D. L., Valencia Gutiérrez, M. del C., Vargas Contreras, J. A., & Bolívar Fernández, N. del J. (2015). Estrategias para el desarrollo de competencias en el aula, con enfoque socioformativo. Revista Boletín Redipe, 4(9), 77–85. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/341>
- Alters, B., & Nelson, C. (2002). Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *Evolution*, 56(10), 1891-1901. <http://www.jstor.org/stable/3094632>
- Arcila Niño, Oscar H. (1996). Las líneas de investigación como elemento articulador de los procesos académicos en la Universidad. *Nómadas (Col)*, (5). ISSN: 0121-7550. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105118998013>
- Arellano, N., Fernández, J., Rosas, M. V., & Zuñiga, M. E. (2014). Estrategia metodológica de la enseñanza de la programación para le permanencia de los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* N°13. ISSN 1850-9959. [Estrategia metodológica de la enseñanza de la programación para la permanencia de los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica \(unlp.edu.ar\)](http://www.unlp.edu.ar/revista/13/1/13101401)
- Arellano, N. M., Aguirre, J. F., & Rosas, M. V. (2015). Clase invertida: una experiencia en la enseñanza de la programación. En X Congreso sobre Tecnología en Educación &

Educación en Tecnología (TE & ET) (Corrientes, 2015). [Clase invertida: una experiencia en la enseñanza de la programación \(unlp.edu.ar\)](#)

Arredondo Trapero, F., Vázquez Parra, J., & Velázquez Sánchez, L. (2019). STEM y Brecha de Género en Latinoamérica. *Revista De El Colegio De San Luis*, 9(18), 137-158. <https://doi.org/10.21696/rcsl9182019947>

Barell, J. (2007). El aprendizaje basado en problemas: Un enfoque Investigativo. [293316379-el-aprendizaje-basado-en-problemas-john-barell.pdf \(wordpress.com\)](#)

Battelle for kids (2019). Framework for 21st Century Learning. [P21 Framework Brief.pdf \(battelleforkids.org\)](#)

Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23-37.

Bøe, M. V. (2012). Science choices in Norwegian upper secondary school: What matters? *Science Education*, 96(1), 1–20. <https://doi.org/10.1002/sce.20461>

Boyd, M. & Tian, S. (2016). STEM Education and STEM Work: Nativity Inequalities in Occupations and Earnings. *International Migration*. <https://www.researchgate.net/publication/311973430> [STEM Education and STEM Work Nativity Inequalities in Occupations and Earnings](#)

Brassler, M., & Dettmers, J. (2017). How to Enhance Interdisciplinary Competence— Interdisciplinary Problem-Based Learning versus Interdisciplinary Project-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1686>

- Briceño Mosquera, A. (2011). La educación y su efecto en la formación de capital humano y en el desarrollo económico de los países. Apuntes del CENES. Vol. 30. No. 51 pp. 45-59. <http://hdl.handle.net/10919/86985>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology & Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Carvajal Rojas, J.H. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States. [IEEE Conference Paper Template \(laccei.org\)](#)
- Castro C. (2007). La importancia de la formación continua de los docentes. <http://www.educaweb.com/noticia/2007/09/24/importancia-formacion-continua-docentes-2525/>
- Chen, A. & Lin, Y. (2017). Girls in Robot Class_Smart Textiles Interactive Tool-Kits to Enhance the Participatory of Women in Technology. 134-147. 10.1007/978-3-319-58515-4_11.
- Cobo Gonzales, G. & Valdivia Cañote, S. M. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Instituto de Docencia Universitaria. Colección Materiales de Apoyo a la Docencia #1. ISBN: 978-612-47489-4-3. <https://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/08/5.-Aprendizaje-Basado-en-Proyectos.pdf>
- Cobos-Sanchiz, D., Gómez-Galán, J. & López-Meneses, E. (2016). La Educación Superior en el Siglo XXI: Nuevas Características Profesionales y Científicas. UMET Press,

Universidad Metropolitana, Sistema Universitario Ana G. Méndez, San Juan, PR.
<http://hdl.handle.net/10433/3169>

Cooper, M. M., Caballero, M. D., Ebert-May, D., Fata-Hartley, C. L., Jardeleza, S. E., Krajcik, J. S., Lavery, J. T., Matz, R. L., Posey, L. A., & Underwood, S. M. (2015). Challenge faculty to transform STEM learning: Focus on core ideas, crosscutting concepts, and scientific practices. *Science*, 350(6258), 281–282. https://www.researchgate.net/publication/282944128_Challenge_faculty_to_transform_STEM_learning

Cordray, D., Harris, T.R., & Klein, S. (2009). A Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability, and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering. *Journal of Engineering Education*, 98, 335-348.

Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M., (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.

Cortizo Pérez, J. C., Carrero, F., Monsalve, B., Velasco. A., Días del Dedo, I. & Pérez, J. (2011). Gamificación y docencia: lo que la universidad tiene que aprender de los videojuegos. En *viii Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* (pp. 1-8). https://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/1750/46_Gamificacion.pdf

Council of Canadian Academies (2015). Some assembly required: STEM skills and Canada's economic productivity. <https://cca-reports.ca/wp-content/uploads/2018/10/stemfullreporten.pdf>

- Crosling, G., Heagney, M., Thomas, L. (2009). Improving student retention in higher education. Improving Teaching and Learning. *Australian Universities Review*, no. 51, pp. 2, 2009. [AUR 51-02 Crosling.pdf \(universityworldnews.com\)](#)
- Cruz López, Y. & Cruz López, A. (2008). La educación superior en México tendencias y desafíos. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 13(2), 293-311. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772008000200004>
- Dana-Picard, T. & Hershkovitz, S. (2020). STEAM Education: Technological Skills, Students' Cultural Background and Covid-19 Crisis. *Open Education Studies*, 2(1), 171-179. <https://doi.org/10.1515/edu-2020-0121>
- Del Prado, A., & Lamas, N. (2014). Alternativas para la enseñanza de pseudocódigo y diagrama de flujo. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología (RIECyT)*, 5(3), 102-113
- Díaz Mora, J. A. (2018) *La tecnología como una oportunidad de mejora para la gestión de los servicios educativos en México*. In 4as Jornadas de Investigación PhDay Educación, Mayo 2018, Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación - Centro de Formación del Profesorado. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/60187/>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Duncan, R.G., & Cavera, V.L. (2015). DCIs, SEPs, and CCs, Oh My! Understanding the Three Dimensions of the NGSS. *The Science Teacher*, 82, 67-71. https://static.nsta.org/pdfs/samples/tst1507_67.pdf
- Edunation (2020). STEM Education in Finland: What you might not know. [STEM Education in Finland: What You Might Not Know - Edunation](#)

- English, L.D. & King, D.T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *IJ STEM Ed* **2**, 14 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Everaert Maryssael, C. (2016). La indagación y las teorías de aprendizaje. Antología sobre Indagación. Teorías y Fundamentos de la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación. 1era Edición. INNOVEC. ISBN: 978-607-96833-7-5. <http://www.innovec.org.mx/home/images/7-antologia v2 digital-min.pdf>
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, **24**, 35-56. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- Fernández E. (2014). Retos de la Educación Superior en México: el reto de la ANUIES. *Revista México Social*. <https://www.mexicosocial.org/retos-de-la-educacion-superior-en-mexico-el-reto-de-la-anuies/>
- Fernández Fassnacht, E. (2017). Una mirada a los desafíos de la educación superior en México. *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 17, número 74, pp. 183-207. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n74/1665-2673-ie-17-74-00183.pdf>
- Ferrada, C. & Díaz-Levicoy, D. & Salgado Orellana, N. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. *Espacios*. 40. 2. [a19v40n08p02.pdf \(revistaespacios.com\)](#)
- Ferrando Palomares, I., Hurtado Soler, D. & Beltrán Meneu, M. J. (2018). Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente. *@tic. revista d'innovació educativa*, (20), 35-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349557964004>
- Ferreira Szpiniak, A., & Rojo, G. A. (2006). Enseñanza de la programación. *Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología*, (1), 8 p. <https://doi.org/10.24215/18509959.0.8 p>

- Flores Camacho, F. (2012). La enseñanza de la Ciencia en la educación básica en México. México: INEE. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>
- Fuentes-Hurtado, M., & González-Martínez, J. (2019). Qué gana stem con la gamificación. *Academia Y Virtualidad*, 12(2), 79-94. <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>
- García Cartagena, Y., Reyes González, D. & Burgos Oviedo, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista Electrónica Diálogos Educativos* 17 (33), 35-46
- Gilbert Delgado, R.P., Rojo Hernández, M., Torres Morales, J. G. & Becerril Mendoza, H. (2018). Aprendizaje basado en retos. *Revista Electrónica Anfei digital*. Año 5, N°9, Jul-Dic. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/465>
- Ghanbari, S. (2015). Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM. *International Journal of Education by the Arts*, 16(7). <http://www.ijea.org/v16n7/>
- González González, C. S. (2015). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (40). <https://revistas.um.es/red/article/view/234291>
- Gorgone, H.R., Galli, D., Acedo, F., Guillen, G., Diab, J., & Voda, D. (2010). Nuevo enfoque en la enseñanza de la ingeniería. Futuro y relación con el desarrollo sustentable. X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur. Mar del Plata. <https://core.ac.uk/download/pdf/30377721.pdf>

- Guenaga, M., Mentxaka, I., Garaizar, P., Eguíluz, A., Falip, S. & Navarro, I. (2017). Make World, A Collaborative Platform to Develop Computational Thinking and STEAM. 50-59. 10.1007/978-3-319-58515-4_5.
- Haik, Y. & Shahin, T. (2011). Engineering Design Process. Second Edition. Cengage Learning. [68141_00_FM_pi-xvi.qxd \(researchgate.net\)](#)
- Hall, A. and Miro, D. (2016). A Study of Student Engagement in Project-Based Learning Across Multiple Approaches to STEM Education Programs. School Science and Mathematics, 116: 310-319. <https://doi.org/10.1111/ssm.12182>
- Henriksen, D. (2017) "Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration," The STEAM Journal: Vol. 3: Iss. 1, Article 11. <https://scholarship.claremont.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1154&context=steam>
- Hernández Y. (2009). La importancia de la formación docente ante los retos de la sociedad del conocimiento. GestioPolis. <https://www.gestiopolis.com/importancia-formacion-docente-ante-retos-sociedad-conocimiento/>
- Husin, W.N., Arsad, N.M., Othman, O., Halim, L., Rasul, M.S., Osman, K., & Iksan, Z. (2016). Fostering Students' 21st Century Skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in Integrated STEM Education Program. 17. 3. [Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning \(POPBL\) in integrated STEM education program \(eduhk.hk\)](#)
- Johnston, B. (2013). El primer año de universidad: una experiencia positiva de transición. Editorial Narcea.

- Insuasti, J. (2016). Problemas de enseñanza y aprendizaje de los fundamentos de programación. *Revista Educación Y Desarrollo Social*, 10(2), 234-246. <https://doi.org/10.18359/reds.1966>
- Kanematsu, H., & Barry, D. M. (2016). Theory of creativity. In H. Kanematsu & D. M. Barry (Eds), *STEM and ICT education in intelligent environments* (pp. 9–13). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. [10.1007/978-3-319-19234-5.pdf](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5.pdf) (springer.com)
- Khadri, H. O. (2014). A strategy for developing and enhancing interdisciplinary research and graduate education at Ain Shams University (ASU). *European Scientific Journal*, 10(28), 87–106. [328024572.pdf \(core.ac.uk\)](https://doi.org/10.18045/ESJ.2014.1028.87-106)
- Kidron, A., & Kali, Y. (2015). Boundary breaking for interdisciplinary learning. *Research in Learning Technology*, 23. <https://doi.org/10.3402/rlt.v23.26496>
- Krajcik, J. (2013). The next generation science standards: A focus on physical science. *The Science Teacher*, 80(3), 27–35.
- Lyons, T., Quinn, F., Rizk, N., Anderson, N., Hubber, P., Kenny, J., Wilson, S. A. (2012). Starting out in STEM: a study of young men and women in first year science, technology, engineering and mathematics. Armidale: University of New England, SiMERR National Research Centre
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. *UC Berkeley: Laboratory for Manufacturing and Sustainability*. <https://escholarship.org/uc/item/8390918m#main>
- Manzanares Moya, A. (2009). Sobre el aprendizaje basado en problemas. El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior. Narcea, S.A. de Ediciones. I.S.B.N. eBook: 978-84-277-1617-9

- Martín, O., & Santaolalla, E. (2020). Educación STEM: Formación con «con-ciencia». *Padres Y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (381), 41-46. <https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
- Martini, S. & Chiarella, M. (2017). Didáctica Maker. Estrategias colaborativas de aprendizaje STEM en Diseño Industrial. SIGraDi 2017, XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital. 22 – 24 Noviembre, 2017 – Concepción, Chile. [992 \(cumincad.org\)](http://992.cumincad.org)
- Mestre Gómez, U., Fuentes González, H., & Álvarez Valiente, I. (2004). Didáctica como ciencia: una necesidad de la educación superior en nuestros tiempos. *Praxis Educativa (Arg)*, (8),18-23. ISSN: 0328-9702. [DIDACTICA COMO CIENCIA: UNA NECESIDAD DE LA EDUCACION SUPERIOR EN NUESTROS TIEMPOS \(redalyc.org\)](http://redalyc.org)
- Mohorovi, S., & Str, V. (2011). An Overview of Computer Programming Teaching Methods. http://archive.ceciis.foi.hr/app/public/conferences/1/archive2011/EIS_3.pdf
- Mok, H. N. (2014). Teaching tip: The flipped classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25 (1), 7-11. [Teaching tip: The flipped classroom \(smu.edu.sg\)](http://smu.edu.sg)
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2018). *The Integration of the Humanities and Arts with Sciences, Engineering, and Medicine in Higher Education: Branches from the Same Tree*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/24988>
- National Research Council. (2014). *STEM Learning Is Everywhere: Summary of a Convocation on Building Learning Systems*. S. Olson and J. Labov, Rapporteurs. Planning Committee on STEM Learning Is Everywhere: Engaging Schools and Empowering Teachers to Integrate Formal, Informal, and Afterschool Education to Enhance Teaching and Learning in Grades K-8, Teacher Advisory Council, Division of

Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/18818>

Nicolescu, B. (2013). La necesidad de la transdisciplinariedad en la educación superior. *Trans-Pasando Fronteras*, (3), 23-30. <https://doi.org/10.18046/retf.i3.1624>

Niemi, H. (2015). Desarrollo profesional docente en Finlandia: Hacia un enfoque más holístico (trad. al castellano de C. Marín). *Psychology, Society and Education*, 7(3), 387-404. [V.O.: Teacher professional development in Finland: Towards a more holistic approach. *Psychology, Society and Education*, 7(3), 279-294].

OEA (2018). La indagación como estrategia para la educación STEAM. Guía práctica. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20OEA%20Indagacio%CC%81n.pdf>

OECD (2019), Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>

OECD (2019). *El futuro de la educación superior en México: Fortalecimiento de la calidad y la equidad*, Revisión de Políticas Nacionales de Educación, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/005689e0-es>.

Ocegueda Hernández, J. M., Miramontes Arteaga, M. A., & Moctezuma Hernández, P. (2014). La educación superior en México: un estudio comparativo. *CIENCIA ergosum*, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 21(3), 181-192. ISSN: 1405-0269. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10432355002>

Ortiz Ocaña, A. (2015). *Pedagogía y Docencia: Hacia una Didáctica de la Educación Superior*. Tomo 2. 1a ed. Bogotá: Distribooks Editores.

https://www.researchgate.net/publication/315843894_PEDAGOGIA_Y_DOCENCIA_UNIVERSITARIA_Hacia_una_Didactica_de_la_Educacion_Superior_Tomo_1

Ozkan, G., & Topsakal, U.U. (2017). Examining Students' Opinions about STEAM Activities. *Journal of education and training studies*, 5, 115-123.

Paico, J. (2014). "La enseñanza de la ingeniería debe ser más integradora". <http://udep.edu.pe/hoy/2014/la-ensenanza-de-la-ingenieria-debe-ser-mas-integradora/>

Park N., & Ko Y. (2012) Computer Education's Teaching-Learning Methods Using Educational Programming Language Based on STEAM Education. In: Park J.J., Zomaya A., Yeo S.S., Sahni S. (eds) Network and Parallel Computing. NPC 2012. Lecture Notes in Computer Science, vol 7513. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35606-3_38

Pinos Vélez, E. (2013). La educación universitaria: exigencias y desafíos. *Alteridad*, 8(1), pp. 97-105. Quito: Editorial Abya-Yala. <https://doi.org/10.17163/alt.v8n1.2013.06>

Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2011). *Design Thinking Understand – Improve – Apply* (1st ed. 2011.). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13757-0>

Porter, A.L., Roessner, J.D., Oliver, S. and Johnson, D. (2006), A Systems Model of Innovation Processes in University STEM Education. *Journal of Engineering Education*, 95: 13-24. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00874.x>

Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000400002&lng=es&tlng=es.

Rodríguez Jiménez, A., Pérez Jacinto, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, 82, pp.179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Rodríguez Ramírez, N. E., Delgadillo Salgado, M. D., Torres Trejo, S. L. (2018). Los ambientes de aprendizaje constructivistas como alternativa para generar innovación en la universidad. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 5(2), 41-52. <http://uajournals.com/ojs/index.php/ijisebc/article/view/397/293>

Rogers, M., Pfaff, T., Hamilton, J. and Erkan, A. (2015), "Using sustainability themes and multidisciplinary approaches to enhance STEM education", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 16 No. 4, pp. 523-536. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2013-0018>

Sánchez-Castañeda, A. (2002). Los retos de la Educación Superior: hacia una política de estado. Instituto de Investigaciones Jurídicas. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/341/19.pdf>

Sánchez Mendiola, M. (2020). "Educación en línea y la pandemia: ¡no más onfaloskepsis!". *Investigación en educación médica*, 9(36), 5-7. Epub 09 de diciembre de 2020. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2020.36.20320>

Schwab, Klaus (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. En: World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

- Seara, B. (2016). ¿Qué es la educación STEM?. ExperCiencia. <https://www.experciencia.com/educacion-stem/>
- Senocak, E. (2009). Development of an instrument for assessing undergraduate science students' perceptions: The problem-based learning environment inventory. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 560–569
- SEP (2016). Modelo Educativo 2016. El planteamiento pedagógico de la Reforma educativa. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114501/Modelo Educativo 2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114501/Modelo_Educativo_2016.pdf)
- SEP (2017). Modelo Educativo para la educación obligatoria. Segunda Edición. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207252/Modelo Educativo OK.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/207252/Modelo_Educativo_OK.pdf)
- Setiawaty, S., Fatmi, N., Rahmi, A., Unaida, R., Fakhrah, , Hadiya, I., Muhammad, I., Mursalin, , Muliana, , Rohantizani, , Alchalil, and Permana Sari, R. (2018), "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Student's Science Process Skills and Science Attitudes", *Proceedings of MICoMS 2017 (Emerald Reach Proceedings Series, Vol. 1)*, Emerald Publishing Limited, Bingley, pp. 575-581. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-793-1-00036>
- Siekman, G., & Korbel, P. (2016). Defining "STEM" Skills: Review and Synthesis of the Literature. Support Document 1. *National Centre for Vocational Education Research*.
- Silva Quiroz, J., & Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación educativa (México, DF)*, 17(73), 117-131.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117&lng=es&tlng=es.

Sullivan, A., Bers, M. U. (2017). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>

Tecnológico de Monterrey (2015). Reporte Edu Trends “Aprendizaje basado en retos”. [EduTrends Retos — Observatorio de Innovación Educativa \(tec.mx\)](#)

Thomasian, J. (2011). Building a Science, Technology, Engineering, and Math Education Agenda: An Update of State Actions. NGA Center for Best Practices. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532528.pdf>

Thoring, K. & Mueller, R. (2011). Understanding design thinking: A process model based on method engineering. DS 69: Proceedings of E and PDE 2011, the 13th International Conference on Engineering and Product Design Education. https://www.researchgate.net/publication/234065413_Understanding_design_thinking_A_process_model_based_on_method_engineering

Toma, R.B., Greca, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo*, pp.391-395. Educación Editora. [310 SIEC 2016 Toma.pdf \(educoas.org\)](#)

Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, XIV(1),131-142. ISSN: 1409-42-58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114419012>

Trejos B., O. (2012). Consideraciones Sobre el Método Científico y su Papel en el Desarrollo del Pensamiento Científico del Ingeniero de Sistemas. *Scientia Et Technica*, 2(50), 90-96. <https://doi.org/10.22517/23447214.6679>

- Tu, J.-C., Liu, L.-X., & Wu, K.-Y. (2018). Study on the Learning Effectiveness of Stanford Design Thinking in Integrated Design Education. *Sustainability*, 10(8), 2649. doi:10.3390/su10082649
- Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom. Online instruction at home frees class time for learning. *Education Next*, 12 (1), 82-83. [the flipped classroom article 2.pdf \(msuedtechsandbox.com\)](#)
- Tünnermann Bernheim, C. (2008). Modelos educativos y académicos. Editorial Hispamer. ISBN: 978-99924-79-35-3. [Libro - Modelos educativos y académicos \(enriquebolanos.org\)](#)
- Tünnermann Bernheim, C. (2010). La educación permanente y su impacto en la educación superior. *Revista iberoamericana de educación superior*, 1(1), 120-133. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722010000100008&lng=es&tlng=.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722010000100008&lng=es&tlng=)
- U.S. Department of Education. (2007). Report of the Academic Competitiveness Council. Washington, D.C. [Report of the Academic Competitiveness Council \(coalition4evidence.org\)](#)
- Valerio Ureña, G., & Rodríguez Martínez, M. (2017). Perfil del profesor universitario desde la perspectiva del estudiante. *Innovación Educativa*, vol. 17, número 74, pp. 109-124. ISSN: 1665-2673. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179452787007.pdf>
- Vasiu, R. & Andone, D. (2019). "An Analyze and Actions to Increase the Quality in STEM Higher Education," *2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, Princeton, NJ, USA, 2019, pp. 295-299, doi: 10.1109/ISECon.2019.8882107.
- Vazquez Alonso, A. & Manassero Mas, M.A. (2016). La voz de los estudiantes de primer año en seis países: evaluación de sus experiencias en estudios superiores científico-

técnicos. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 22, n. 2, p. 391-411. ISSN: 1516-7313.
<https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020008>

Vusumuzi, M. & Manthiba, E. R. (2020). The Design Thinking Approach to students STEAM projects. *Procedia CIRP*, Volume 91, 2020, Pages 230-236, ISSN 2212-8271.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.100>

Wade-Leeuwen, B., Vovers, J., Silk, M. (2018). Explainer: what's the difference between STEM and STEAM? *The Conversation* 2018. [Explainer: what's the difference between STEM and STEAM? \(theconversation.com\)](https://www.theconversation.com/explainer-what-s-the-difference-between-stem-and-steam/)

World Economic Forum (2020). The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum.
[The Future of Jobs Report 2020 | World Economic Forum \(weforum.org\)](https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/)

Yasin R. & Rahman S. (2011). Problem Oriented Project Based Learning (POPBL) in Promoting Education for Sustainable Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 15, 2011, Pages 289-293, ISSN 1877-0428.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.088>

Yata, C., Ohtani, T. & Isobe, M. Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles. *IJ STEM Ed* **7**, 12 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00205-8>

Yildirim B. (2016) An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. *Journal of Education and Practice* 7(34): 23–33. [Microsoft Word - JEP-Vol.7 No.34 2016.docx \(ed.gov\)](https://www.ed.gov/media/jep-vol7-no34-2016-01.pdf)

Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, (41).
<http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Zavala Guirado M. A., González Castro I. & Vázquez García M. A. (2019). La innovación docente para la transformación de la enseñanza en el nivel superior. *Pedagogía y Sociedad*, 22(54), 272-288. <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/view/788>

ANEXOS

TRABAJO FUTURO

En esta sección, se proponen líneas futuras de investigación a explorar, a partir del presente trabajo y de la problemática que afronta.

A pesar de que el concepto de educación STEM y STEM+A no es tan reciente a nivel mundial, aún existe poca literatura en idioma español y en relación con las experiencias en Educación Superior en México lo que permite que se puedan derivar líneas futuras de investigación del presente trabajo.

Considerar la asignatura de metodología de la programación como un eje en el cual, se pueda dar la integración de diferentes asignaturas para diseñar y elaborar problemas o proyectos, asociados a los temas que los estudiantes están trabajando durante el primer semestre del programa educativo y que se puedan resolver a través de algoritmos. Por ejemplo, que los estudiantes puedan resolver problemas de cálculo, química, probabilidad y estadística, física, incluso de comunicación oral y escrita.

De igual forma, la experiencia derivada de la contingencia sanitaria también invita a explorar otras metodologías utilizadas en el modelo STEM+A que se pueden utilizar de manera efectiva como el aula invertida. En este entorno, los estudiantes trabajarán fuera del aula en la apropiación de los conceptos y se aprovechará el tiempo de clase teórica para trabajar el aprendizaje basado en problemas, en proyectos o gamificación, propiciando la comunicación, colaboración y creatividad.

También es importante señalar, que el Instituto de Ingeniería de la UABC cuenta con aula interactiva STEAM en el que sería deseable se implementaran diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje con los estudiantes de Educación Superior, aprovechando que es un espacio en donde los jóvenes pueden crear y elaborar prototipos para diferentes asignaturas.

Por otra parte, el diseño e implementación de materiales didácticos STEM+A ya sea en físico o digital es una buena oportunidad para mejorar la práctica educativa con

estudiantes de nivel licenciatura, con el objetivo de que su aprendizaje sea significativo, manteniendo su motivación y curiosidad por las asignaturas de su carrera profesional.

Finalmente, para la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje STEM+A, es de suma importancia la participación de los profesores, por lo que se considera pertinente generar nuevas líneas de investigación relacionadas con la formación docente en educación STEM+A.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE MATERIAL UTILIZADO EN INTERVENCIONES

Presentación sobre Estructuras de control de selección.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
 INSTITUTO DE INGENIERÍA
 PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
ESTRUCTURA DE CONTROL DE SELECCIÓN
 DR. PATRICIA DOMÍNGUEZ OSUNA

OBJETIVO

- Trabajar actividades bajo la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas para promover el desarrollo de competencias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) en estudiantes de Ingeniería.

¿QUÉ NECESITAMOS?

- PSEINT
- Cuaderno/hojas
- Lápiz/pluma
- Paint/word/power point/excel

REGLAS

- Equipos de máximo 4 integrantes.
- Elegir a un representante.
- Tendrán 1 minuto para leer el problema.
- Trabajar en equipos en PSEINT para generar la solución (8 minutos máximo en breakout rooms).
- Regresar a la sala principal.
- Presentar las soluciones.
- El primer equipo que termine correctamente el problema tiene un punto.

EJERCICIO 1

Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que, dado como dato el sueldo semanal de un trabajador, considere un aumento del 15% si su sueldo mensual es inferior a 10,000 y de un 12% en caso contrario. Imprima el sueldo con el aumento incorporado.

EJERCICIO 2

Realiza un diagrama de flujo/pseudocódigo que solicite al usuario una calificación entre 0 y 10 y mostrarla en pantalla de la siguiente forma:

- Entre 0 y 5. "Insuficiente"
- Entre 6 y 7. "Suficiente"
- Entre 8 y 9. "Bien"
- Igual a 10. "Notable"

EJERCICIO 3

Realiza el diagrama de flujo/pseudocódigo para calcular el precio del boleto de ida y vuelta en ferrocarril, conociendo la distancia del viaje de ida y el tiempo de estancia. Se sabe además que si el número de días de estancia es superior a 7 y la distancia total (ida y vuelta) a recorrer es superior a 800 km, el precio del boleto tiene una reducción del 30%. El precio por km es de \$0.20 pesos.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

¿Cómo llegaron a la solución?

- ¿Qué fue lo más sencillo de realizar?
- ¿Qué fue lo más difícil de realizar?
- ¿Qué cambiarían?

2

CIERRE

Presentación sobre Estructuras de control iterativas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
 INSTITUTO DE INGENIERÍA
 PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y INGENIERÍA EN ENERGÍA
Estructuras de control iterativas (ciclos)
 Mtra. Patricia Mariela Domínguez Osuna

Objetivos

- Trabajar actividades bajo la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas para promover el desarrollo de competencias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) en estudiantes de Ingeniería.
- Resolver problemas utilizando los ciclos while (mientras), for (desde hasta) y do while (repetir-hasta)

¿Qué necesitamos?

- PSEINT
- Cuaderno/hojas
- Lápiz/pluma
- Paint/word/power point/excel

Reglas

- Equipos de máximo 4 integrantes.
- Elegir a un representante.
- Tendrán 1 minuto para leer el problema.
- Trabajar en equipos en PSEINT para generar la solución (8 minutos máximo en breakout rooms).
- Regresar a la sala principal.
- Presentar las soluciones.
- El primer equipo que termine correctamente el problema tiene un punto.

Ejercicio #1

Suponga que en una reciente elección hubo cuatro candidatos (con identificadores 1, 2, 3, 4). Realiza un diagrama de flujo que encuentre el número de votos correspondiente a cada candidato y el porcentaje que obtuvo respecto al total de los votantes. El usuario tecleará los votos de manera desorganizada, tal y como se obtuvieron en la elección, el final de datos está representado por un cero. Por ejemplo, la siguiente lista: 1 3 1 4 2 2 1 4 1 1 1 2 1 3 1 4 0. Donde 1 representa un voto para el candidato 1; 3 un voto para el candidato 3; y así sucesivamente

Ejercicio #2

Realiza un diagrama de flujo que solicite un número y muestre en pantalla la tabla de multiplicar (hasta el 10) correspondiente a dicho número.

Ejercicio #3

Escribir un diagrama de flujo que solicite un número e imprima si un número es primo o no. Un número es primo si sólo es divisible por sí mismo y por la unidad.

Presentación de resultados

- ¿Cómo llegaron a la solución?
- ¿Qué ciclo seleccionaron y por qué?
- ¿Qué fue lo más sencillo de realizar?
- ¿Qué fue lo más difícil de realizar?
- ¿Qué cambiarían?

CIERRE

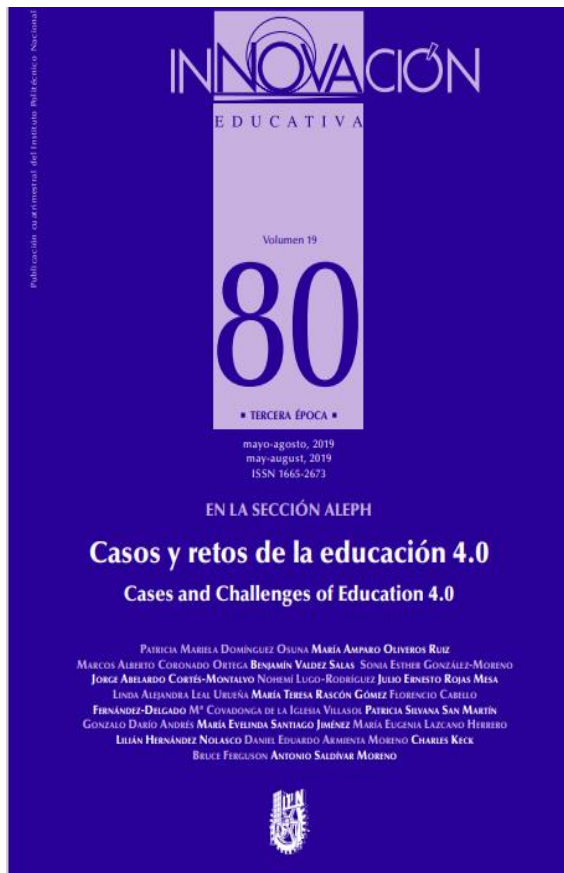
ACTIVIDADES Y OTROS PRODUCTOS ACADÉMICOS

Derivado del proyecto de investigación se realizaron diferentes actividades relacionadas a la divulgación y capacitación en el modelo STEM+A. A continuación, se describen brevemente cada una de ellas.

- 1) Colaboración en el diseño y creación del Aula Interactiva STEAM ubicada en el Instituto de Ingeniería de la UABC, con el fin de contar con un espacio en el cual estudiantes de todos los niveles podrán participar en actividades en relación con la promoción y el acercamiento de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas de una manera atractiva.
- 2) Creación y elaboración de material didáctico STEM+A: Retos de Ingeniería, presentado en diferentes foros como ferias y capacitaciones, con el objetivo de que estudiantes de todos los niveles incursionen en conceptos básicos de ingeniería y la ciencia, para encontrar diferentes formas de resolver un problema utilizando la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración.
- 3) Creación y elaboración de material didáctico STEM+A para el su uso en el aula interactiva STEAM sobre equivalencia de fracciones.
- 4) Colaboración en el diseño del curso taller STEAM para docentes impartido a una institución de educación básica (secundaria) pública. Además, se diseñaron los materiales a utilizar en algunas de los módulos

Publicaciones

Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A., & Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación educativa (México, DF)*, 19(80), 15-32. <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-80/Retos-de-ingenieria-enfoque-educativo.pdf>



Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0

Patricia Mariela Domínguez Osuna
María Amparo Oliveros Ruiz
Marcos Alberto Coronado Ortega
Benjamín Valdez Salas
Universidad Autónoma de Baja California

Resumen

El uso del material didáctico, enfocado en el concepto STEM+A, es presentado de forma descriptiva, basada en la experiencia de niños y jóvenes que participaron en el taller Retos de Ingeniería, actividad vivencial que se llevó a cabo en diversas ferias de ciencias durante el 2017. El material permite a los alumnos de cualquier nivel educativo incursionar en los conceptos básicos de ingeniería y la ciencia, utilizándolos para encontrar diferentes formas de solucionar un mismo problema con una cantidad limitada de elementos. De esta manera, se fomenta el pensamiento crítico, trabajo en equipo y creatividad; habilidades necesarias para cumplir con los desafíos que representa la revolución industrial 4.0. La experiencia de los alumnos participantes fue altamente positiva, ya que encontraron interesante el uso de los elementos y las condiciones para cumplir con cada uno de los retos valiéndose del trabajo colaborativo y participativo, aprovechando su creatividad e inclusive habilidades artísticas para generar soluciones innovadoras.

Palabras clave

Educación STEM+A, enseñanza de ingeniería, feria de ciencias, material didáctico, Revolución Industrial 4.0.

Engineering challenges: a STEM+A educational approach in the 4.0 industrial revolution

Abstract

The use of didactic material, focused on the STEM+A concept, is described, based on the experience of children and youth who participated in the workshop, "Engineering Challenges," an activity that took place at various science fairs in 2017. The material permits students at any educational level to apprehend the basic concepts of engineering and science using them to find different ways to solve a single problem with a limited amount of elements. This method promotes critical thinking, teamwork and creativity; necessary skills to meet the challenges represented by the 4.0 industrial revolution. The experience of the participating students was extremely positive because it was interesting for them to use elements and conditions to successfully meet each of the challenges through collaborative and participative work, taking advantage of their creativity and even their artistic skills in order to create innovative solutions.

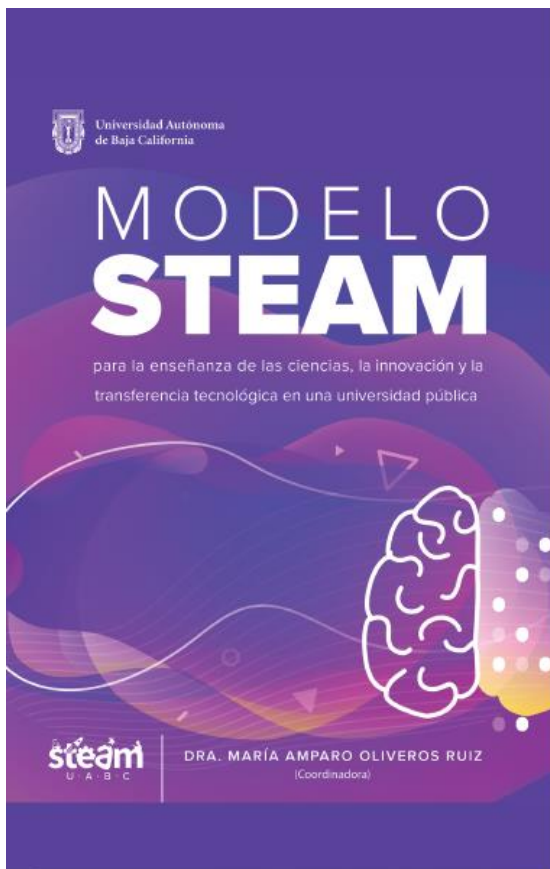
Keywords

4.0 industrial revolution, didactic materials, engineering education, science fairs, STEM+A education.

Recibido: 28/02/2018
Aceptado: 25/02/2019

Innovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 19, número 80 | mayo-agosto, 2019 |

Domínguez Osuna, P. M (2020). Educación Superior y revolución industrial 4.0 en Oliveros Ruiz, M. A. (Coord.), *Modelo STEAM para la enseñanza de las ciencias, la innovación y la transferencia tecnológica en una universidad pública* (pp. 73-95). UABC. http://pedagogia.mxl.uabc.mx/docencia_e_inv/Biblioteca_fpie/2020_STEAM.pdf



EDUCACIÓN SUPERIOR Y REVOLUCIÓN INDUSTRIAL 4.0

Patricia María Domínguez Osuna¹

En este capítulo se discuten los conocimientos y habilidades requeridos por la revolución industrial 4.0 y cómo el modelo STEAM en la educación superior favorece la adquisición de dichas habilidades para responder a las necesidades de la sociedad actual.

En primer lugar, se describe brevemente la evolución de las revoluciones industriales a través de sus características más significativas, para conocer sus diferencias y los impactos de cada una de ellas en la sociedad. Se hace énfasis en la cuarta revolución industrial, en la que actualmente estamos inmersos y la que dictará los cambios en las profesiones y, por lo tanto, en la educación a todos los niveles.

A continuación, se detallan los conocimientos y habilidades que un profesionista debe adquirir en su paso por la educación superior para poder insertarse exitosamente en el mercado laboral de la industria 4.0, en los trabajos más demandados y con la calidad requerida.

¹ Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Derechos de autor

Evidencia de registro del libro: *Modelo STEAM para la enseñanza de las ciencias, la innovación y la transferencia tecnológica en una universidad pública* ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. 27 de octubre de 2020.

FICHA REGISTRO DE ISBN
INTERNATIONAL STANDARD BOOK NUMBER
Agencia Nacional de ISBN de México
 Instituto Nacional del Derecho de Autor
 Puebla No. 143, Col. Roma, Delegación Cuauhtémoc, C. P. 06700, México, D. F.
 www.indautor.gob.mx

No Radicación 429725

Fecha de asignación: 2020-10-27

Tipo de Obra		Información del Título	
ISBN Obra Independiente: 978-607-607-655-2		Título: Modelo STEAM para la enseñanza de las ciencias, la innovación y la transferencia tecnológica en una universidad pública	
ISBN Volumen:		Título:	
ISBN Obra Completa:		Título:	
Sello editorial: Universidad Autónoma del Estado de Baja California (978-607-607-)			

Subtítulo	
Subtítulo Obra Independiente:	
Subtítulo Obra Volumen:	
Subtítulo Obra Completa:	

Temas	
Materia: 370 - Educación superior	Tipo de Contenido: Libros Universitarios
CLASIFICACIÓN TEMAS	
JNK - Organización y gestión educativa	
JNTC - Desarrollo de competencias	
GPS - Métodos de Investigación: generalidades	
Colección:	No colección: Serie:
Público objetivo: Profesional / académico	
IDIOMAS	
Español	

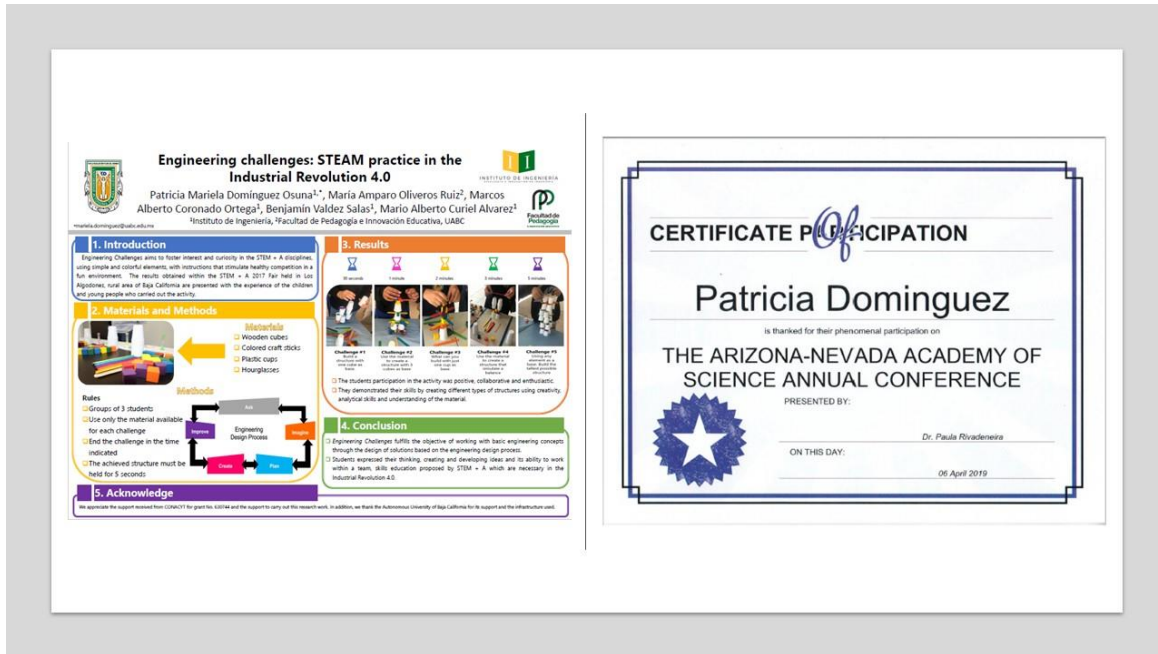
Colaboradores y Autor(es)		
Nombre	Nacionalidad	Rol
Olivere Ruiz, María Amparo	México	Coordinador editorial
Olivere Ruiz, María Amparo	México	Autor
Valdez Salas, Benjamín	México	Autor
Curiel Álvarez, Mario Alberto	México	Autor
Barras Willey, Roberto	México	Autor
Coronado Ortega, Marcos Alberto	México	Autor
Beltrán Partida, Ernesto Alonso	México	Autor
Vargas Osuna, Lidia Esther	México	Autor
Artiaga Reynaga, Francisco Javier	México	Autor
Dominguez Osuna, Patricia Mariela	México	Autor
Soto Calderón, Azimba	México	Autor
Roa Rivera, Reyna Isabel	México	Autor
Piguaz Morrey, César Gonzalo	México	Autor
Rodríguez González, Rosario Esméralda	México	Autor
Espinosa Pulido, Aides	México	Autor
Hernández Mesa, Lisseth	México	Autor
García Salazar, Mario	México	Autor
Mendivil Rosas, Griselda	México	Autor
Castellanos de la Torre, Paulina	México	Autor
Mungaray Modestama, Alejandro	México	Autor
Beltrán Mainero, Mario	México	Autor

Traducción			
Traducción: No	Del:	Al:	Idioma Original:
Título Original:			

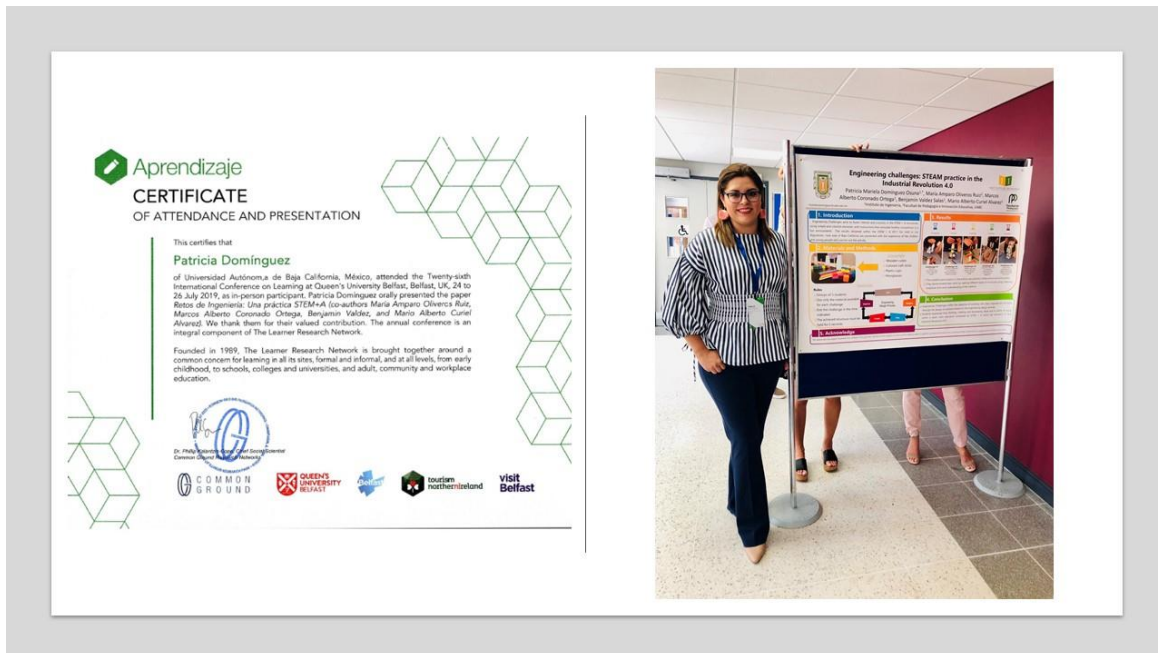
Información de Edición	

Presentación de póster, talleres y ponencias

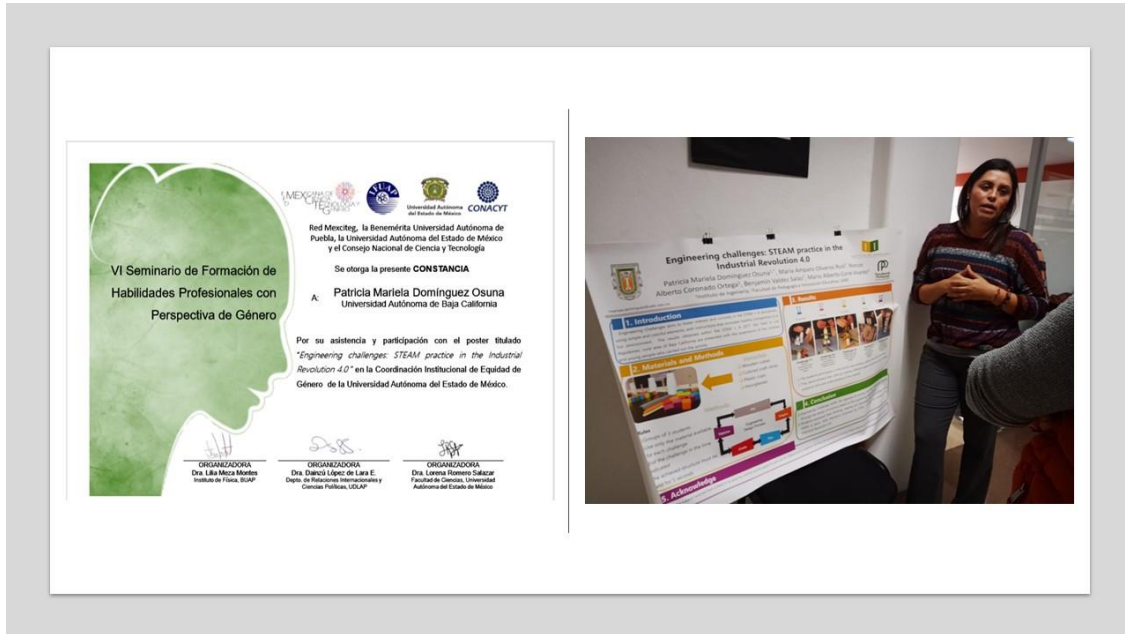
Presentación de Poster: **Engineering challenges: STEAM practice in the Industrial Revolution 4.0** en Arizona – Nevada Academy of Science Annual Meeting. Yuma Arizona. 6 de abril de 2019.



Presentación de Poster: **Engineering challenges: STEAM practice in the Industrial Revolution 4.0** en: Twenty-sixth International Conference of Learning at Queen’s University Belfast, Belfast, UK. Del 24 al 26 julio de 2019.



Presentación de Poster: **Engineering challenges: STEAM practice in the Industrial Revolution 4.0** en: VI Seminario de Formación de Habilidades Profesionales con Perspectiva de Género. Universidad Autónoma del Estado de México. Del 31 de octubre al 3 de noviembre de 2019.



Ponente con el tema: **Modelo STEAM e innovación en la industria 4.0** en la primera edición del Seminario **“La Revolución Industrial 4.0 y sus implicaciones en la formación de ingenieros”**. Modalidad en línea. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco del Instituto Politécnico Nacional. 21 de julio de 2020.



Taller: Retos de Ingeniería. Feria STEM+A 2017. CEART. Mexicali, B. C. 10 octubre de 2017.



Taller: Retos de Ingeniería. Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología 2017. Museo Sol del Niño. Mexicali, B. C. 23 de octubre de 2017.



Taller: **Retos de Ingeniería.** Feria STEM+A 2017 Algodones. Secundaria 7. Algodones, B. C. 8 de diciembre de 2017.



Taller: **Retos de Ingeniería.** Semana Nacional de Ciencia y Tecnología 2018. Sol del Niño. Mexicali, B. C. 22 de octubre de 2018.





Taller: Retos de Ingeniería. Feria STEAM: Explora, Ciencia, Tecnología + Arte. ICBC CEART. Mexicali, B. C. 7 de noviembre de 2018.



Taller: Retos de Ingeniería. Club de Niñas Científicas. Sol del Niño. Mexicali, B. C. 30 de marzo de 2019.



Taller: Retos de Ingeniería. Feria STEAM Algodones 2019. Secundaria 7. Algodones, B. C. 22 de mayo de 2019.



Taller: Retos de Ingeniería. Club de Niñas Científicas. Sol del Niño. Mexicali, B. C. 22 de junio de 2019.



Taller: Retos de Ingeniería. Club de Niñas Científicas. Sol del Niño. Mexicali, B. C. 23 de septiembre de 2019.



Taller: Retos de Ingeniería. Evento STEM+A 2019. San Quintín, B.C. Del 16 al 18 de octubre de 2019.



Taller: Retos de Ingeniería. Curso/Taller STEAM de Formación Docente. Colegio de las Américas. Mexicali, B.C. 22 de febrero de 2020.



Taller: **Retos de Ingeniería**. 1er Campamento de las jóvenes en las ciencias. UABC. Mexicali, B.C. 11 de marzo de 2020.



Taller: **Retos de Ingeniería**. Curso-Taller STEAM para docentes. Escuela Secundaria General No. 9 "La Juventud del Tercer Milenio". Mexicali, B.C. 28 de octubre de 2020.



Expositor. **Capacitación STEM.** Benemérita Escuela Normal "Educadora Rosaura Zapata". Mexicali, B.C. mayo 2019.



Tallerista. **Material didáctico: del enfoque tradicional al enfoque STEAM.** Benemérita Escuela Normal "Educadora Rosaura Zapata". Mexicali, B.C. noviembre 2019.



Tallerista. **Modelo STEAM para habilidades del Siglo XXI.** 2do Encuentro Estatal de Enseñanza de las Matemáticas. Mexicali, B.C. 20 y 21 de noviembre 2020.



Logo of the Faculty of Pedagogy and Educational Innovation, Universidad Autónoma de Baja California, and the ANPM logo.

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa
Cuerpo Académico Didáctica de la Matemática

ENCUENTRO ESTATAL DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Otorga la presente

Constancia

A: PATRICIA MARIELA DOMÍNGUEZ OSUNA

Por la impartición del taller "MODELO STEAM PARA HABILIDADES DEL SIGLO XXI"

Llevado a cabo el 20 y 21 de noviembre de 2020 con una duración de 4 horas, en modalidad virtual.

Ernesto Israel Santillán
ERNESTO ISRAEL SANTILLÁN
Director de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa
Universidad Autónoma de Baja California

Gricelda Mendivil Rosas
GRICELDA MENDIVIL ROSAS
Presidenta de la Delegación de Baja California
Asociación Nacional de Profesores de Matemáticas

Higinio Barrón Rodríguez
HIGINIO BARRÓN RODRÍGUEZ
Presidente de la Asociación Nacional de Profesores de Matemáticas

Instructor. **Innovación educativa a través del modelo STEAM en la Educación Media Superior y el Trabajo con la Metodología Aula Invertida (flipped classroom).** COBACH. Mexicali, B.C. 12 de febrero 2021.



CoBachBC
Colegio de Bachilleres del Estado de Baja California

Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a:

MBA. Patricia Mariela Domínguez Osuna

Por su valiosa contribución como instructor(a) en el Foro "Innovación educativa a través del modelo STEAM en la Educación Media Superior y el Trabajo con la Metodología Aula Invertida (flipped Classroom)" y oferta educativa de Maestrías y Posgrados de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa.

steam
U A B C

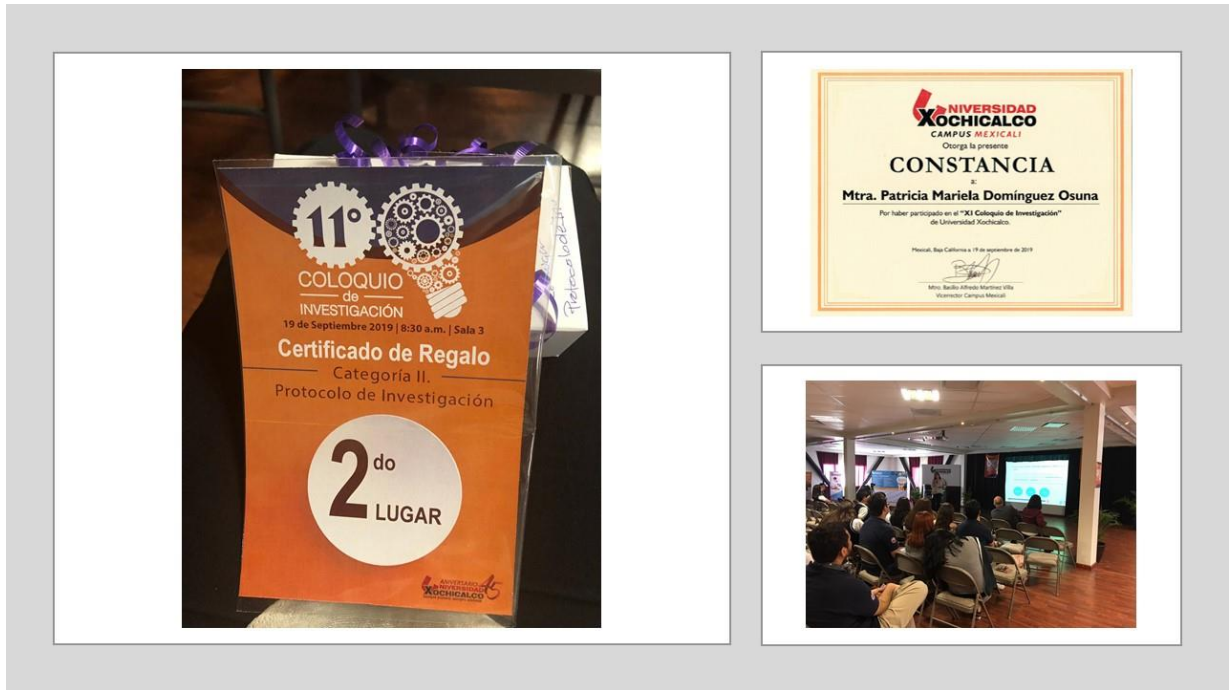
Mtro. Víctor González Verduzco
Mtro. Víctor González Verduzco
Director General

Expositor. Taller: **Construye con Ciencia**. Foro virtual del 2do Campamento de las jóvenes en la ciencia. UABC. Mexicali, B.C. 26 de marzo 2021.



Reconocimientos

2º lugar. Categoría II. Protocolo de Investigación con el tema: **Modelo STEM+A para la enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de UABC.** 11º Coloquio de Investigación. Universidad Xochicalco. 19 de septiembre de 2019.



3er lugar. **STEAM kits for Projects & Play.** 2da Feria de Emprendimiento e Innovación Educativa 2019. UABC. 11 de octubre de 2019.



Participación en cursos STEAM

Capacitación: Introducción al Modelo Enseña-Aprendizaje STEM. Movimiento STEM. 7 de junio de 2019.



Movimiento STEM otorga la presente

Constancia

A: Patricia Mariela Domínguez Osuna
Código: STEM-0928041

Por haber participado en la **Capacitación**
Introducción al Modelo Enseñanza-Aprendizaje STEM


Con duración de 40 horas - Generación: 2019-3
Ciudad de México, a 07 de junio del 2019



Lic. Graciela del Carmen Rojas Montemayor
Fundadora y Presidenta Movimiento STEM

 movimientostem.org [#sinstemmeaburro](https://twitter.com/sinstemmeaburro)

Primer Summit Virtual STEAM 2020: ante la crisis mundial, la apuesta es la Educación STEAM. Movimiento STEAM. 1 de julio de 2020.




Se otorga la presente **constancia** a:





Patricia Mariela Domínguez Osuna

Por su asistencia al **Primer Summit Virtual STEAM 2020**,
realizado los días 16, 17, 18, 20, 23, 24 y 25 de junio de 2020.

Ciudad de México, a 01 de julio de 2020



Lic. Graciela del Carmen Rojas Montemayor
Presidenta y Fundadora de Movimiento STEAM

*Sin validez oficial, con valor curricular

Desarrollo de material didáctico STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) a distancia. ICAT. Del 25 al 29 de mayo de 2020.

