

PROPUESTA DE MODELO b-STEAM-3S Y SU ESENCIA: LA LECCIÓN

b-STEAM-3S MODEL PROPOSAL AND ITS ESSENCE: THE LESSON

C. García Franchini¹
M. Alvarado Arellano²
B. Pérez Rojas³

RESUMEN

Previo a la pandemia de la COVID-19 diversas experiencias académicas a lo largo del mundo han probado la eficacia del modelo i-STEAM, para el fortalecimiento y creación de competencias en los egresados que serán los aspirantes a los nuevos puestos de trabajo generados en una sociedad 4.0. Sin embargo, en el país las experiencias sobre Science Technology Engineering Mathematics (STEM) aún están dispersas y no se ha tropicalizado para que tenga un formato, al cual se puedan acoplar los planes y programas de estudio de la educación superior nacional. Por otra parte, el aislamiento provocado por la pandemia urgió a la comunidad académica y estudiantil a concentrarse en adquirir de manera emergente nuevas competencias propias de la sociedad 4.0, y sin preparación previa en muchos casos, la comunidad se vio inmersa en un nuevo paradigma que aún no se ha asimilado. Luego, resulta importante aprovechar el impulso generado para avanzar en aquellas direcciones en que las experiencias han sido positivas y fortalecer los puntos débiles que se han detectado. Del análisis de esas experiencias se propone una orientación denominada b-STEAM-3S, que se centra en las 3S: sostenibilidad, sociedad y compartido (*shared*), bajo un esquema híbrido (*blended*) y tomándolo como premisa se plantea un punto de partida en la interacción estudiante-contenido por medio de la lección y el tratamiento de los contenidos en la clase.

ABSTRACT

Prior to the COVID-19 pandemic, various academic experiences throughout the world have proven the effectiveness of the i-STEAM model for strengthening and creating skills in graduates who will be the candidates for the new jobs generated in a society 4.0. However, in the country the experiences are still scattered, and we have not tropicalized it so that it has a format to which the plans and study programs of national higher education can be attached. The isolation caused by the pandemic urged the academic and student community to focus on emergently acquiring new skills typical of society 4.0, and without prior preparation, in many cases, the community was immersed in a new paradigm that has not yet been assimilated. Then, it is important to take advantage of the momentum generated to advance in those directions in which the experiences have been positive and to strengthen the weak points that have been detected. From the analysis of these experiences, an orientation called b-STEAM-3S is proposed, which focuses on the 3S: sustainability, society and shared, under a hybrid scheme (*blended*) and taking it as a premise, a starting point is proposed in the student-content interaction through the lesson and the treatment of the contents in the class.

ANTECEDENTES

El modelo STEM que busca el planteamiento de la educación centrada en la integración *Science-Technology-Engineering-Mathematics*, desde donde proviene el acrónimo empleado, fue ampliado en 2016, para incluir las artes (*Arts*) y se transformó en STEAM (Ortiz, *et al.*, 2021), considerando dentro de las artes las asignaturas de tipo social y de

¹ Carlos García Franchini, profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla. cgfranchini@gmail.com.

² Martha Alvarado Arellano, profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla. maraare@yahoo.com.

³ Beatriz Pérez Rojas, profesora de tiempo parcial. Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Puebla. bettypererojas@yahoo.com.mx.

comunicación desde un punto de vista integrado (i-STEAM). A partir de su propuesta fueron realizado diferentes estudios a lo largo del mundo, mostrando su eficacia para desarrollar y fortalecer nuevas competencias relacionadas con la sociedad 4.0.

Según Ortiz, *et al.* (2021) en México y más ampliamente en Latinoamérica, los esfuerzos académicos sobre STEAM han sido limitados y a la fecha no hay ninguna institución de educación superior que estructure sus planes y programas de estudio bajo esta metodología. Si bien, la práctica de STEAM ha mostrado experimentalmente ser positiva, las investigaciones arrojan puntos débiles que deben de ser abordados previo incluso a iniciar un proyecto piloto que comprenda al menos una carrera completa ofertada bajo esta metodología.

En el presente trabajo se indaga sobre esos puntos débiles y surge la pregunta de investigación sobre: ¿qué orientación se debe dar a un proyecto STEAM? y ¿cuál debe ser su punto de inicio en la clase?

El porqué es importante incidir en un enfoque STEAM en la educación superior ha quedado de manifiesto en las naciones más industrializadas, en donde se han observado más los proyectos exitosos, y dichas experiencias deben de considerarse en la región sobre todo ante las afirmaciones globales de que los futuros empleos serán cooptados por ciudadanos globales con amplias competencias en la sociedad 4.0 (Arias, *et al.*, 2021) y la región no se puede mantener al margen si se desea ser competitivos económica y socialmente (Organización de Estados Iberoamericanos [OEI], 2021a). Por tanto, el objetivo de este trabajo es construir una propuesta de enfoque STEAM que sume la experiencia lograda en la pandemia de la COVID-19 y, que permita acoplarse con ventaja en la nueva globalidad postpandemia.

Un proyecto STEAM institucional, de acuerdo con las investigaciones requiere amplios compromisos y participaciones, pero ¿qué puede hacer el profesor desde su ecosistema de aula para aportar en el bagaje del enfoque y a su vez empuje para que en un futuro cercano se pueda abordar un proyecto mayor? En el ámbito del profesor se conoce que un punto básico de todo proyecto STEAM, es la pedagogía de la clase (OEI, 2020), de tal forma que este trabajo se concreta a experimentar con pequeñas acciones de aula centradas en resolución de problemas contextuales cotidianos en clase y aportar de manera puntual al proceso formativo de los futuros ingenieros bajo una metodología STEAM.

La muestra elegida corresponde con 12 grupos de matemáticas de ingeniería del Tecnológico Nacional de México campus Puebla (TecNM-P), atendidos por los autores. Al inicio del semestre agosto-diciembre 2021, los estudiantes eligieron libremente sus cursos, conformándose una muestra arbitraria de 314 alumnos de los primeros 4 semestres de las ingenierías: Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Industrial, Logística y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. No se pretende realizar un cambio a los programas oficiales del TecNM-P, por tanto, se respetan los contenidos y competencias planteadas en los mismos, por lo que, solamente se incide en la pedagogía de la clase, en la forma de abordar los contenidos y las actividades realizadas por los estudiantes y el profesor, sin menoscabo de cumplir con los ordenamientos institucionales.

El proyecto es importante en la formación de los ingenieros, porque permite e invita a incidir en la búsqueda de acciones académicas que desde el trabajo de los profesores en el aula fortalezcan de manera integral a los estudiantes de ingeniería en los aspectos STEAM al estar inmersos en la sociedad 4.0.

METODOLOGÍA

Según Ortiz, *et al.* (2021), el movimiento STEM tiene sus inicios en los Estados Unidos en 2008 y fue ampliado a i-STEAM en 2016 para incluir la visión de las artes, para una educación integral, aquí el concepto de artes es relativamente ampliado, ya que, incluye la visión de las competencias transversales provistas por las ciencias blandas de manera general.

La Organización de Estados Iberoamericanos (OEI, 2021) y autores como Saborío, *et al.* (2021), Saiz (2019) y Castellanos, *et al.* (2020) reportan que los proyectos STEAM se han desarrollado, principalmente en países tecnológicamente avanzados como los Estados Unidos, Corea y Japón, entre otros y, en todos ellos se ha concluido que la metodología se justifica porque los estudiantes se han formado y desarrollado con competencias que se requieren en una sociedad 4.0.

Según la Alianza del Pacífico rumbo a la sociedad 5.0 impulsada por Japón, se prevé que la mayoría de las ocupaciones actuales habrán desaparecido y que las competencias requeridas para los nuevos puestos de trabajo estarán relacionadas con un dominio amplio de competencias relacionadas con la transformación digital, por lo que, es momento de trazar el rumbo hacia esos nuevos objetivos (OEI, 2021c). Resulta importante señalar que, la integración i-STEAM busca el acercamiento a la solución de problemas desde una óptica integral, en donde se debe mostrar el papel fundamental que la ciencia tiene para aportar soluciones a las situaciones planteadas, sin embargo, esto no puede ocurrir sin el uso de la tecnología que es el producto de la ingeniería que transforma el conocimiento científico en procedimientos, técnicas y máquinas que permiten manipular las variables del ecosistema para lograr soluciones a la problemática planteada (Ortiz, *et al.*, 2021).

La ingeniería es una actividad social productiva, ya que, el ingeniero busca soluciones tecnológicas para aportar al acrecentamiento humano y social sin descuidar además la sanidad de la sociedad. Toda máquina o artefacto creado por los ingenieros busca, sin duda, acrecentar las potencialidades humanas de manera amigable con el ambiente. Por ello, las artes centradas en la ética y la sociabilidad caracterizadas como competencias blandas que deben tener los ingenieros, así como, sus colegas profesionales de diferentes áreas permiten lograr desde visiones diferenciadas soluciones más acordes con el futuro que deseamos (OEI, 2020).

Dentro de las artes destacan las competencias interpersonales, en donde el trabajo en equipo resulta fundamental, no se puede pensar ya en un profesional ajeno a la práctica del trabajo colaborativo y los liderazgos que ello implica, conjuntamente con el dominio de un lenguaje común aportado por las matemáticas que permite verbalizar y construir las explicaciones y comprobaciones que todo desarrollo de artefactos que tome los procesos naturales y los controle en un dispositivo con el precálculo, medición y conocimiento de los cambios que provoque en el medio ambiente (OEI, 2021).

Esta integración de Ciencia-Tecnología-Artes-Ingeniería-Matemáticas es realmente la que define el pensamiento de ingeniería, por lo que, dicha integración no resulta vacía en un currículo de ingeniería, si no que parece ser su razón natural de ser, sin embargo, conclusiones sobre investigaciones aportan que dicha integración es débil por lo que hacen sugerencias sobre la necesidad de que una asignatura abordada desde la metodología STEAM debe de realizarse a través de proyectos multidisciplinarios (Ortíz, *et al.*, 2021).

Las actividades realizadas en la implementación de las actividades STEAM, comúnmente están orientadas en la nueva escuela activa progresista, que implica una educación centrada en el estudiante cuyo arranque histórico se centra en la educación norteamericana de Dewey (González, 2001), en donde se encuentran los cimientos de las orientaciones centradas en la resolución de problemas y la realización de proyectos, incluyendo en muchos de los casos actividades de aula invertida por medio de materiales generales y en ocasiones personalizados (Arias, *et al.*, 2021). Una observación general en muchos de los proyectos STEAM es que las asignaturas del acrónimo contribuyen a desarrollar capacidades para trabajar sobre problemas complejos, pero que su contribución es débil cuando estas se estudian de manera fragmentada y no de manera integrada, según señala la Unesco (citada en OEI, 2020).

Por otro lado, según la OEI (2021a), previo a la pandemia, las instituciones atendían el currículo de manera tradicional y, principalmente, bajo la idea de la masificación presencial en la que la calidad de las instituciones de acuerdo con los organismos acreditadores dependía de la calidad y tamaño de sus instalaciones, dejando en segundo término los enfoques y metodologías virtuales y a distancia, de tal forma que con el advenimiento pandémico se dieron acciones de emergencia que mostraron debilidades graves en este último aspecto (OEI, 2021b).

De golpe, la comunidad académica se vio obligada al distanciamiento social, la distancia real se dio en la dupla estudiante-profesor, por lo que, ante una etapa de incertidumbre en la que prácticamente se esperaba que este mal fuese una etapa de corta duración y transitoria, ni profesores ni estudiantes avanzaron, solo se dio la espera y la esperanza de volver a las aulas pronto. Pasado este primer impacto de incertidumbre, surgieron acciones urgentes y súbitamente emergieron las debilidades del sistema educativo que no estaba preparado para acciones a distancia más amplias y consistentes que aseguraran la misma calidad que las actividades presenciales.

Por su parte, los gobiernos y las instituciones se enfocaron hacia la tecnología, el aseguramiento de la conectividad se volvió prioritario y la existencia de software y aplicaciones de apoyo a la educación se convirtió en una búsqueda frenética por los profesores (Reimers, 2021). La autogestión y capacitación sobre la forma de impartir los cursos se estructuró poco a poco, pero de manera general desde las instituciones se omitió el apoyo al estudiante y profesor que vieron el vacío en su escritorio del hogar, la capacidad del equipamiento y la conectividad en los hogares hizo mella en la educación y el abandono escolar se convirtió en el común denominador de las clases más desprotegidas.

Con estas premisas, una pregunta fundamental ante la retrovisión de este fenómeno es: ¿qué se aprendió y cómo emplear la experiencia obtenida, para acercarse fortalecidos a una etapa postpandemia o de permanencia de ésta, u otro fenómeno similar?

La búsqueda de respuestas a esta interrogante y las debilidades encontradas se corresponde con el ideal de este trabajo, ya que, permite repensar el cómo lograr fortalecer el modelo STEAM conocido para en esta nueva etapa tomar lo mejor de los dos mundos, prepandémico y pandémico, y sumar por el bien de la educación y los estudiantes. Con base en los indicios encontrados, este trabajo contribuye en dos etapas: la primera trata de aportar componentes a la metodología STEAM y la segunda surge en la propia metodología para aportar al sistema educativo institucional un acercamiento a la clase que los profesores puedan desarrollar.

Para la primera parte, se hace una revisión de fuentes de información actuales y se discuten los componentes de la metodología, se registran los hallazgos y se sistematizan para plantear un marco operacional y referencial del modelo mejorado. Para la segunda parte, se aborda el proyecto de clase, se discute en el seno del equipo el cómo poder abordar ante el grupo de estudiantes los diferentes tópicos del programa cubriendo los componentes STEAM de manera holística, se cubre la clase en una metodología investigación-acción y finalmente se cualifican los resultados.

Dado que, según González (2001), la metodología STEAM es esencialmente constructivista y progresista, se desarrollaron actividades a lo largo de los cursos, empleando los componentes STEAM y se realizó un estudio transversal cualitativo sobre dos componentes esenciales del curso: las expectativas desarrolladas durante las primeras tres semanas del curso y el portafolio de evidencias estructurado al final del semestre de estudio. La información cualitativa fue obtenida de la revisión de información vertida en video para la componente de expectativas y de las conclusiones estudiantiles en formato libre de Sway para el portafolio de evidencias, en el cual la información se obtuvo específicamente del marco de las conclusiones y evaluación del curso realizado individualmente por cada estudiante sobre el desarrollo total del curso.

La muestra incluyó 314 estudiantes de ingeniería repartidos en cuatro grupos de Cálculo Diferencial, igual cantidad de Cálculo Integral, uno de Cálculo Vectorial y uno más de Álgebra Lineal. Los grupos tienen contenido diverso de estudiantes de las ingenierías mecánica, eléctrica, electrónica, industrial, logística y tecnologías de la información y las comunicaciones, sin embargo, no se consideran como factores de interés ni la carrera ni el género.

RESULTADOS

Una vez realizado el análisis y revisión de las diversas propuestas del modelo y las experiencias STEAM, y organizados los hallazgos permiten concluir que éste debe de orientarse a un fin mayor, ya que si bien, establece una orientación didáctica holística mediante la integración *Science-Technology-Engineering-Arts-Mathematics* con el objeto de potenciar competencias para la sociedad 4.0 y 5.0, la misma sociedad reclama una educación inclusiva (OEI, 2021b) orientada a la ciudadanía global (OEI, 2022).

Por otro lado, como resultado de la discusión global que reclama la sostenibilidad del mundo y su cultura (OEI, 2020), (ONU, 2015), se establece la urgencia de dirigir los esfuerzos de todos los países y personas hacia los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) listados esquemáticamente en la Figura 1 y hacia los cuales se deben de orientar también los objetivos educacionales institucionales y de clase, los ODS no son considerados por el modelo STEAM por concentrarse en mayor medida en el logro de la competencias, de tal forma que las ODS se convierten en el motor del para qué se requiere que los futuros ingenieros logren las competencias que construyan una sociedad 5.0 más justa y sostenible del mundo. Ninguno de ellos debe ser excluido y la propia calidad de la educación forma parte del quehacer global del ingeniero y del quehacer educativo, por tanto, se convierten en el paraguas (*Sustainability*) que debe cubrir todo proyecto educativo incluido STEAM.

Del aprendizaje logrado por el periodo pandémico aún presente dentro del cual se desnudaron los grandes déficits que presenta la educación, se observó que los educadores ante la emergencia fueron capaces de acceder al mundo virtual para buscar paliar con los estragos de la COVID-19 que golpeó con toda su fuerza al proceso educativo, las experiencias mostraron las ventajas de la educación en línea, así como sus debilidades, que se contrastan con la presencialidad (OEI, 2020); por lo cual, la etapa postpandemia llama a eficientar y hacer parte de nuestra cultura lo mejor de ambos mundos caracterizado como sistemas híbridos (*blended*), de lo cual hay experiencias bien documentadas (Arias, *et al.*, 2021).



Figura 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible
Fuente: ONU (2015)

La soledad y el aislamiento caracterizó la etapa de distanciamiento social, el temor y la pérdida de familiares y empleo, así como los problemas de conectividad acrecentaron los efectos en la comunidad mundial, estudiantes y profesores no fueron la excepción, más aún a pesar de ser grandes conglomerados humanos, en las instituciones educativas se percibió la falta de lazos fuertes que permitieran compartir y ser uno ante las carencias de recursos educativos de toda índole, pero sobre todo de metodologías y plataformas para continuar el proceso educativo (Reimers, 2021 y Sáinz, *et al.*, 2021). Es urgente que la educación de

calidad e inclusiva (ODS-4) permita borrar las fronteras organizacionales y se logre realmente compartir (*Shared*) la experiencia y recursos por el bien de la comunidad global.

La sociedad (*Society*) no es ajena a la actividad educativa y debe de compartir en su conjunto la idea de la cuádruple hélice, juntos Gobierno-Sector productivo-Sector educativo- Sociedad civil deben integrarse de manera real y con claridad en los ODS, y pugnar porque la educación incluyente y de calidad no sea una utopía, ante la fragilidad descubierta del mundo y la humanidad ante la COVID-19 (OEI, 2021a).

Los elementos descritos *blended*, *Society*, *Shared* y *Sustainability*; conservando el idioma del acrónimo STEAM, es lo que se propone como el modelo b-STEAM-3S producto de la discusión y los hallazgos obtenidos: se debe aportar por medio de la educación híbrida y la metodología STEAM abrazada por la sociedad de manera compartida en todos los aspectos, el objetivo primordial de lograr una humanidad, cultura y naturaleza sostenible, con esfuerzos comunes a lo largo de todo el proceso educativo y llevar a un buen puerto a la sociedad 5.0.

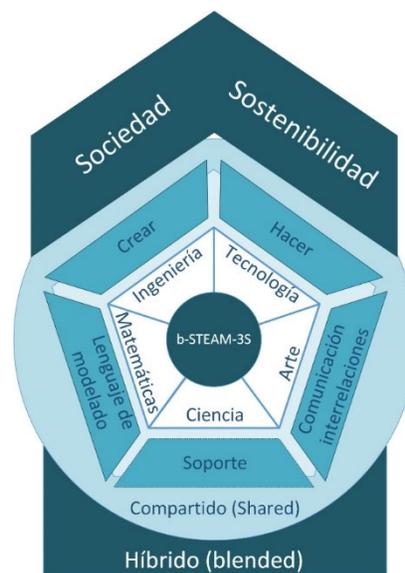


Figura 2. El modelo b-STEAM-3S

La integración de los componentes descritos en el modelo b-STEAM-3S dota de los elementos que dirigen los atributos de la clase, ya que, toda actividad ya sea presencial o virtual se dirige, sin duda, a la sociedad como receptora impelidos por un conjunto de ODS que en cada actividad puede ser priorizado. Su característica esencial debe ser compartir, desde el nivel minúsculo del trabajo colaborativo en la clase, es decir, toda actividad debe ser prioritariamente en equipo, pero deben existir también actividades individuales que le permitan a la persona construir su autonomía.

Las actividades creadas con enfoque en el modelo b-STEAM-3S deben fortalecer una espiral virtuosa alrededor de los ODS en las que el soporte de la Ciencia representa el trasfondo de toda decisión de ingeniería, es decir no basta con el conocimiento empírico y pragmático, se requiere un *background* informado para la toma de decisiones, porque es necesario saber lo

que las acciones humanas provocan sobre la naturaleza y evitar su deterioro. Para el logro de las competencias 4.0 y 5.0 es necesario movilizar ese conocimiento soporte empleando al máximo las competencias interpersonales que aporta la capacidad de diálogo y comunicación de las artes, aunado a la capacidad de asombro y el manejo ético de la información. Por su parte, las matemáticas son el lenguaje que permite modelar las explicaciones que emanan de la ciencia y son empleadas para lograr crear desde la ingeniería nueva tecnología que se suma a las fortalezas de la previa empleada de manera extensiva para incrementar las capacidades humanas.

Según la propuesta del equipo, la clase se estructura mediante un corpus de actividades híbridas, que parten de situaciones contextuales que se problematizan desde preguntas detonadoras del tipo ¿qué pasa si...?, y se establece una secuencia dialógica a través de preguntas detonadoras que fundamentadas en los conocimientos previos del estudiante, provoquen principalmente acciones secuenciadas de equilibrio-desequilibrio piagetiano, es decir, preguntas que deben de poner en duda sus explicaciones a los hechos para reforzar los conocimientos y lograr el ciclo de la espiral virtuosa volviendo al equilibrio del conocimiento fortalecido. Las actividades virtuales incluyen la clase tradicional dialógica y materiales tradicionales empleados bajo la estrategia de aula invertida, mientras las actividades presenciales se pueden centrar en el aprendizaje y trabajo colaborativo que desencadenan los aprendizajes basados en las aplicaciones, problemas o proyectos.

La clase se convierte en un diálogo continuo y ordenado, siguiendo el contenido de los planes y programas, en donde los nuevos conceptos se construyen a partir de las aplicaciones, es decir, se parte de la localización del concepto en acción y desde ahí se construye. Cada una de las actividades de aprendizaje seleccionadas para el desarrollo específico b-STEAM-3S de acuerdo con los tiempos del curso se integran de manera secuenciada, entre más simples más participación podrán provocar en el grupo.

De manera general, la clase integra actividades b-STEAM-3S, para las que se sugiere la estructura y toma de decisiones, de la secuencia 1 construida desde el basamento ecléctico de las modernas teorías del aprendizaje, para las que se debe tomar en cuenta la calidad de las interacciones propuesta para la Educación 2030 (OEI, 2020) y la distancia transaccional de Moore (González, 2001).

Secuencia 1

1. Localizar los conocimientos previos y cuestionarlos para reconstruirlos o fortalecerlos. Indague con los estudiantes.
2. Elegir una situación contextual problematizada en la forma ¿qué pasa si ...? Explique someramente.
3. Hacer grupalmente la esquematización de la situación, normalmente un dibujo a mano alzada.
4. Emplear en todo momento lenguaje de ingeniería, decir a los estudiantes que son el ingeniero del problema y que debe dar instrucciones a los integrantes del equipo para poder tomar una decisión, deben considerar que integrantes de futuros equipos de trabajo pueden tener una escolaridad diferente. ¿Se entiende la instrucción que dio?
5. Hacer en equipo la toma o suposición de datos, desde una posición pragmática.
6. Enunciar una pregunta sobre toma de una decisión en la situación, que excluya preguntas del tipo “calcule”, preferible del tipo “diga si”: ¿soporta?, ¿qué haría?, ¿se

- puede construir?, ¿funciona?, ¿cuánto cuesta?, ¿qué propone?, ¿qué haría?, entre otras. No oriente hacia los cálculos, oriente hacia las ODS. Las matemáticas son el camino no el objetivo. El objetivo es obtener información para la toma de decisiones.
7. Pedir la estructuración del “enunciado de la situación” de parte de los estudiantes mediante aproximaciones sucesivas. Orientar la estructura de su lenguaje.
 8. Propiciar el desarrollo de conjeturas a la posible “respuesta”.
 9. Gamificar, diviértanse propiciando adeptos a las conjeturas.
 10. Acompañar en: “pregúntale a la ciencia”. Es decir, cuestionar que hace la naturaleza en la situación problema y que dice la ciencia al respecto. Acompañar para encontrar leyes y principios previamente estudiados aplicables al contexto.
 11. Traducir el lenguaje de la ciencia al modelo matemático, normalmente la ciencia lo aporta de manera directa. El modelo es realmente el tema de la clase dentro del programa de la asignatura.
 12. Acompañar en la resolución del modelo con los datos incluidos. Si los datos provistos en el punto 4 provocan déficit o inconsistencia no se corrigen ahí. ¿Son los elementos que construyen las respuestas de aprendizaje al “qué pasa si...?”
 13. Usar la tecnología y la aproximación, para acercarse a la solución.
 14. Dialogar para dar la explicación a los resultados encontrados y dar respuesta a la pregunta del paso 5. Si se obtuvo una inconsistencia, preguntar por qué ocurrió ¿o el principio es falso?, ¿hubo suposiciones incorrectas?
 15. Reconstruir de ser necesario el enunciado, los datos o el proceso, formalizar la respuesta.
 16. Regresar a la gamificación del punto 8, felicitar a los que seleccionaron la opción adecuada (puede no haber solución correcta).
 17. Discutir como epílogo, si la respuesta apoya a la ODS o debe ser modificada. Concluir.
-

CONCLUSIONES

Las deficiencias citadas por diferentes autores a la metodología STEAM han sido dirigidas a través del gran paraguas que significa la inclusión de las 3S, de la tal forma que al adicionar el enfoque *blended*, permitió la reconstrucción al modelo b-STEAM-3S de la Figura 2 que se aplicó de manera experimental a través de la metodología de las actividades de clase dirigidas por la Secuencia 1 a la muestra experimental. El análisis de los videos de expectativas de los estudiantes permite concluir que las primeras actividades desarrolladas en clase crearon un sentimiento positivo sobre su futuro aprendizaje, por lo cual, el alumno mostró una predisposición adecuada, según muestran los conceptos u opiniones captadas porcentualmente y mostradas en la Figura 3, recordando que la muestra corresponde con 314 estudiantes, destacando el uso de las aplicaciones como acercamiento a los conceptos.

Por otro lado, los registros del portafolio de evidencias en su sección de evaluación del curso permitieron detectar adicionalmente citas a los factores resumidos de la misma manera en la Figura 4, por lo cual se concluye con la satisfacción de los estudiantes al desarrollo del curso, en donde destaca la insatisfacción en el desempeño del equipo citado por el 68% de los estudiantes.

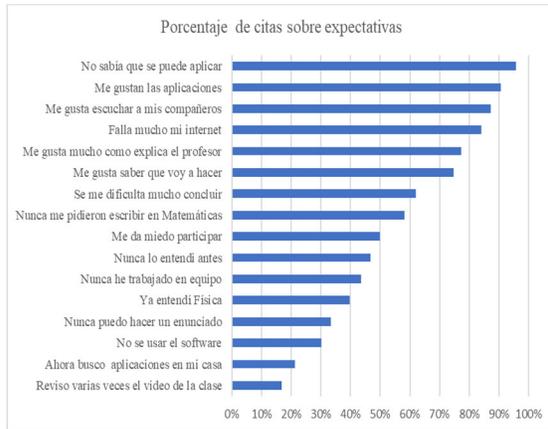


Figura 3. Expectativas: conceptos citados

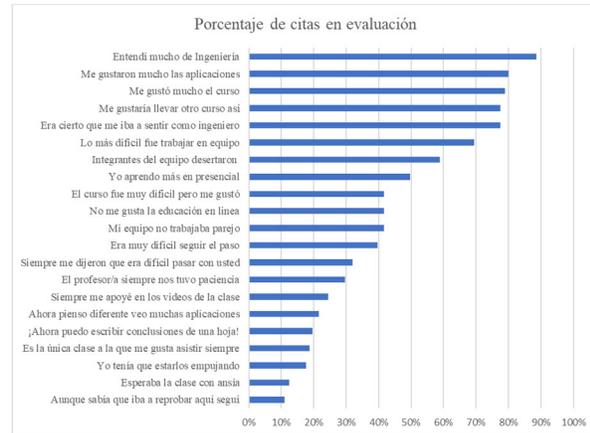


Figura 4. Evaluación: conceptos citados

Debido a la deserción (33%) en los cursos por la pandemia y reprobación, solamente 209 estudiantes concluyeron, por lo que, la Figura 4 tiene esta limitación, el último punto de la Figura 4 muestra que al menos 23 estudiantes adicionalmente no acreditaron su curso, pero lo concluyeron. Por otro lado, destacan los penúltimos seis conceptos, que muestran la voz de los líderes de los equipos alrededor del 20% de los estudiantes que aprobaron.

Finalmente, las calificaciones de los estudiantes, considerando como grupo de control las de los semestres previos no muestran cambios significativos, ya que lo que se logra es un avance cualitativo y una visión más amplia y holística de lo que será su quehacer profesional. Las calificaciones no fueron un tópico de análisis, sino los cambios cualitativos que sufren los estudiantes en su comportamiento y visión de la ingeniería bajo b-STEAM-3S. El comportamiento de las calificaciones será parte de una futura investigación al igual que otros tópicos relacionados con actividades en otras asignaturas diferentes a Matemáticas.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, E., Dueñas, X., Elacqua, G., Giambruno, C., Mateo, M. y Pérez, M. (2021). *Hacia una educación 4.0: 10 Módulos para la implementación de modelos híbridos*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/hacia-una-educacion-40-10-modulos-para-la-implementacion-de-modelos-hibridos>

Castellanos, P., Oliveros, M. y Mungaray, A. (2020). Modelo de aplicación de herramientas STEAM en la educación básica de México. En M. Oliveros (Coord.). *Modelo Steam para la enseñanza de las ciencias, la innovación y la transferencia tecnológica en una universidad pública*. Universidad Autónoma de Baja California. https://www.researchgate.net/profile/Amparo-Oliveros/publication/348445519_Modelo_STEAM/links/5ffbfd4992851c13fe0d790b/Modelo-STEAM.pdf

González, J. (2001). John Dewey y la Pedagogía Progresista. En J. Trilla (Coord). *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. Graò.

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/70705/0%202001%20ch%20Dewey%20Gra%F2.pdf;jsessionid=7C0AF019F491A24D451E3391A01BF91A?sequence=1>

- Organización de Estados Iberoamericanos (2020). *La educación del mañana: ¿Inercia o transformación?* OEI. <https://oei.int/publicaciones/la-educacion-del-manana-inercia-o-transformacion>
- Organización de Estados Iberoamericanos (2021a). *Educación superior, productividad y competitividad en Iberoamérica*. OEI. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/educacion-superior-productividad-y-competitividad-en-iberoamerica>
- Organización de Estados Iberoamericanos (2021b). *Educación inclusiva hoy: Iberoamérica en tiempos de pandemia*. OEI. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/educacion-inclusiva-hoy-iberoamerica-en-tiempos-de-pandemia>
- Organización de Estados Iberoamericanos (2021c). *La Transformación Digital Educativa en Alianza del Pacífico: Chile, Colombia, México y Perú. Marco de análisis y hoja de ruta*. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/la-tranformacion-digital-educativa-en-alianza-del-pacifico-chile-colombia-mexico-y-peru-marco-de-analisis-y-hoja-de-ruta>
- Organización de Estados Iberoamericanos (2022). *Educar para la Ciudadanía Global: Aportes para el área curricular de ciudadanía y desarrollo*. OEI. <https://oei.int/oficinas/portugal/publicaciones/educar-para-a-ciudadania-global-contributos-para-a-area-curricular-de-ciudadania-e-desenvolvimiento>
- Organización de las Naciones Unidas (2015). *Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organización*. ONU. https://www.un.org/sg/es/annual_report/71.shtml
- Ortíz, J., Sanz, R. y Greca, I. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 87(2), pp. 13-33. <https://rieoei.org/RIE/article/view/4634/4256>
- Reimers, F. (2021). Oportunidades educativas y la pandemia de la COVID-19 en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 86(1), pp. 9-23. <https://rieoei.org/RIE/article/view/4557>
- Saborío, S., y García, M. (2021). Construyendo una STEAM-E-Web (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics-English Web). *Innovaciones Educativas*, vol. 23, 133-146. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-41322021000300133&script=sci_arttext
- Saiz, F. (2019). *Metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) aplicada a la óptica geométrica de la asignatura de Física de 2º*

Bachillerato. [Tesis de Maestría, Universidad de la Rioja].
<https://reunir.unir.net/handle/123456789/8768>

Sáinz, J., Sanz, I. y Capilla, A. (2021). *Efectos en la Educación Iberoamericana: un año después de la COVID-19*. OEI. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/efectos-en-la-educacion-iberoamericana-un-ano-despues-de-la-covid-19>