

EL PORTAFOLIO DE EVIDENCIAS COMO INDICADOR FORMATIVO DE COMPETENCIAS

M. Alvarado Arellano¹
C. García Franchini²
M. P. Torrijos Muñoz³

RESUMEN

En los programas académicos atendidos se aplican tres tipos de evidencias: dos ensayos, dos exámenes en equipo y un examen individual, para cada tipo se establece una rúbrica y la calificación sumativa por unidad es ponderada, mientras la evaluación sumativa final es la media aritmética de las unidades acreditadas. Una vez estructurada la sumativa final se evalúa el portafolio de evidencias como un porcentaje adicional a la sumativa final.

El portafolio de evidencias del alumno se estructura con la colección ordenada de todas las evidencias, y esencialmente cuatro autoevaluaciones: autoevaluación sobre el comparativo entre el mejor y el peor ensayo, autoevaluación sobre el comparativo entre el mejor y el peor examen de equipo y similarmente para los exámenes individuales. La cuarta autoevaluación es integral sobre el curso.

El análisis cualitativo de dichas autoevaluaciones muestra el fortalecimiento de competencias sistémicas, interpersonales e instrumentales previstas en el diseño didáctico del curso es a su vez una autoevaluación y heteroevaluación integral que marca la interpretación que el estudiante le da al curso desde su perspectiva.

ANTECEDENTES

Bajo el modelo de competencias se prevé que una competencia es una actividad que moviliza el conocimiento para resolver una situación no deseada de una manera adecuada, empleando los recursos disponibles de una forma autopropositiva, por lo cual, se establece la manifestación de sus tres componentes básicas: el conocer, el hacer y las actitudes. El conocer identifica al conocimiento que se tiene sobre los objetos y conceptos con los que se trabaja y actúa, el conocimiento actúa como el trasfondo de la toma de decisiones, es decir, no es posible tomar una decisión adecuada si no existe un conocimiento detrás que te permita evaluar las diferentes alternativas presentes.

Por otro lado, el hacer se manifiesta en hechos, corresponde a la modificación de la situación problema y su manifestación es el desempeño, por ello, en muchas ocasiones el propio desempeño se confunde con la competencia.

Finalmente, las actitudes que se manifiestan en el bien hacer como ser social con empatía para con sus congéneres y con la propia naturaleza, corresponde a la visualización de los sentimientos alrededor de la situación problema, ya que, debe de ser notorio que exista el deseo manifiesto de abordar la solución con calidad humana y con el buen uso de las mejores herramientas con que se cuente.

En un modelo orientado a competencias, la evaluación de competencias no debe de separar de cada concepto estudiado la condición de que dicho concepto sea movilizado, es decir que en una situación problema en que sea detectada la necesidad de manifestar una cierta

¹ Profesora. Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla. maraare@yahoo.com

² Profesor. Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla. cgfranchini@gmail.com

³ Profesora. Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla.
torrijospatricia@hotmail.com

competencia, ésta se explicita en el desempeño real de la solución y ello implica la presencia de evidencias, que pueden ser recabadas a lo largo del proceso del propio desempeño o bien como un producto final del mismo proceso.

En este trabajo, se define a la evaluación como aquella fase del estudio de un concepto o de la aplicación de una competencia, en la que el alumno debe de encontrar una comprobación de su avance académico o simplemente de la manifestación de su capacidad de resolver diversas situaciones problema, de tal manera que, le invite a continuar con el recorrido del mapa de carrera o bien, a realizar las actividades necesarias que le permitan fortalecer la competencia deseada.

Desde la óptica empleada, la evaluación corresponde con una parte del espacio didáctico desarrollado en el aula, cuyo diseño debe de motivar en el estudiante la reflexión y potenciar la adecuada transposición didáctica, así como, la movilización de los conceptos estudiados a situaciones nuevas.

Por su parte, la adecuada trasposición didáctica, es decir, la trasmutación de lo teórico de un concepto a lo práctico en una situación diferente a la que se presentó en un curso, es la esencia del hacer sugerido como parte de una competencia, por ello, para lograr los alcances adecuados en el dominio de una competencia, es importante la diversificación de las acciones de evaluación en donde se deben de balancear adecuadamente situaciones o problemas estructurados y débilmente estructurados, que corresponden con situaciones en las cuales se denote claramente que el concepto o competencia entrará en acción de manera evidente, contra aquellas otras situaciones en las cuales no resulta tan evidente su uso.

Dicho balance se sugiere por la experiencia obtenida y se da en función de lo cercano que se encuentre el concepto o competencia de los conceptos o competencias terminales que el perfil de egreso defina, de tal forma que evaluación aplicada debe de motivar y fortalecer la autoevaluación mediante retos motivantes y por tanto formativos.

Es importante remarcar que en este proyecto se considera, que debido a que en el perfil de egreso de ingeniería en la institución en la que se aplicó, se manifiesta que los egresados serán personas “autónomas e independientes” entre otros conceptos, una de las formas de lograr la autonomía deseada es con la competencia de la autoevaluación, ya que, si un egresado no es capaz de autoevaluar sus acciones y obras, dependerá irremediamente de las observaciones de otros para aceptar sus propios productos y, por tanto, carecerá de esa autonomía e independencia deseada.

Por otro lado, se debe clarificar la diferencia que se plantea entre evaluación y acreditación, ya que, son términos que en el lenguaje académico cotidiano son confundidos en muchas ocasiones y que en este caso el trabajo se refiere a evaluación. Es cierto que el proceso de evaluación y el de acreditación de una asignatura, concepto o competencia, pueden ocurrir dentro de los mismos espacios o tareas, pero ellos persiguen objetivos diferentes y presentan rasgos distintivos que no deben ser olvidados.

La evaluación señala el estado actual de las cosas respecto de estándares predeterminados y tal proceso puede ser empleado para la toma de decisiones, una de las cuales podría ser la

acreditación. Luego cuando en el proceso didáctico se determina cual competencia se desea potenciar y evaluar, se deben de establecer los criterios sobre los cuáles se considerará que la competencia se está manifestando, es decir, qué actividades o hechos permiten observar que una competencia se ha alcanzado o bien su contraposición, cuáles manifestaciones o hechos muestran que la competencia no se ha logrado y ante cuya observación se deben de aplicar otras actividades de aprendizaje que permitan redirigir o corregir las desviaciones encontradas.

Desde esta orientación, se considera al proceso de evaluación como una actividad de aprendizaje más, ya que, potencia la metacognición, es decir, permite que el estudiante tome consciencia de sus propios actos de aprendizaje y se potencie su capacidad de autoevaluarse. Al estudiante se le está formando para la vida como un ser autónomo y multipropósito, y no solamente para demostrar a otros su capacidad. Esta premisa es considerada el principal punto de partida y, por tanto, refleja la verdadera necesidad de la evaluación, lograr que el individuo amplíe su aprendizaje hasta la propia evaluación, para que en el futuro muestra su autonomía consciente de sus avances y de las acciones que debe de acometer si no son los adecuados.

De manera complementaria y para el propósito de este trabajo, la acreditación es un acto administrativo-académico basado en los productos de la evaluación, cuya finalidad es de tipo clasificatorio bajo la vía pasa-no pasa, aderezado posiblemente por el uso de una escala que señale el nivel alcanzado en la competencia determinado por la calidad cuantificada en el desempeño. Por su propia definición, la acreditación adquiere el poder de segmentación social que tiene, ya que el estar acreditado o no, otorga méritos o en contraparte los delimita. Por el contrario, conocer el estado de las cosas, es decir el resultado de la evaluación, permite concluir que el proceso de evaluación es formativo y por tanto permite detectar los puntos débiles y fuertes en el desempeño y aporta puntos de partida para nuevas acciones didácticas remediales o avanzadas.

Con esta concepción, la evaluación permite analizar de manera indirecta el aprendizaje del individuo a través de las evidencias que él deja en su desempeño; por ello en la rúbrica, o la matriz de valoración, o cualquier otro instrumento de evaluación usado de acuerdo con el caso; se deberán desplegar los criterios a observar en la manifestación de un correcto desempeño. Se debe tener presente que entre más variadas sean las actividades que fundamentan el desarrollo de una competencia, mayor oportunidad tiene el evaluador de verificar la manifestación de la misma, de tal forma que resulta conveniente la inclusión de situaciones contextuales estructuradas en las que se permita al estudiante detectar con relativa facilidad la necesidad de activar una competencia específica, pero también situaciones débilmente estructuradas en las cuales las acciones heurísticas permitan finalmente determinar la competencia necesaria para dar solución a la problemática planteada de una manera no evidente.

Adicionalmente, se considera en este reporte que la evaluación tiene dos etapas, la de evaluación formativa y la sumativa. La evaluación formativa es aquella que se efectúa en el proceso de formación, y cuya finalidad es marcar los avances y las desviaciones encontradas en el proceso, con la finalidad de poder tomar las decisiones adecuadas para cumplimentar la formación.

Por su parte, la evaluación sumativa es la que se desarrolla cuando se ha terminado el proceso formativo y arroja el resultado final de la evaluación de todo el proceso, desde luego este también es un acto de formación si aún se deben de realizar evidencias de comprobación, que no es lo que ocurre en lo general, por lo que se convierte un proceso de dictaminación que marca el máximo alcance logrado dentro del proceso de aprendizaje, ya que, integra de alguna manera normalmente predefinida, los resultados de las diferentes formas de evaluación.

Sin embargo, aún después del proceso de evaluación formativa, existen otros actores del proceso que sin ser el facilitador del curso pueden aportar más información sobre el desarrollo del proceso. El más importante de esos actores es el propio estudiante, ya que éste puede autoevaluarse con base en los criterios que se le señalen o bien hacerlo desde su propia perspectiva. En tal caso, no es necesario que la autoevaluación concluya en una calificación, que es lo que se entrega en los procesos de acreditación, ¡no!, la autoevaluación aporta una mirada diferente desde el propio sujeto evaluado, dando su punto de vista de lo que ocurrió en el proceso formativo, esta evaluación en las condiciones que se señala está cargada de la pasión que arroja el conocer el resultado o resultados de la heteroevaluación ejercida por el profesor; por lo que en el sentido de la imparcialidad u objetividad que se pide en los procesos de evaluación, la autoevaluación difícilmente es objetiva, pero a pesar de su tendencia subjetiva libera el sentimiento de logro alcanzado o en caso contrario, de ímpetu para buscar cubrir los objetivos bajo nuevas circunstancias.

En consideración de los autores, una forma de autoevaluación logra este último empuje en el curso, es el uso del portafolio de evidencias del estudiante. De manera somera, el portafolio de evidencias es la colección ordenada y clasificada de todas las evidencias que conforman un proceso formativo, por sí mismo la evaluación del portafolio de evidencias no aporta mucho, pues solamente observarías un acto de forma y no de fondo porque cada una de las evidencias ya posee su evaluación. Entonces para dar utilidad al portafolio de evidencias y no se convierta únicamente en un registro de recuerdos, es útil realizar un acto final de evaluación al curso.

El trabajo que se reporta trata de justificar si el portafolio de evidencias impacta en la formación del ingeniero, por lo que, el objetivo de la investigación es definir su contenido para que cubra el propósito formativo de la autoevaluación, como génesis de la autonomía e independencias del futuro egresado.

Puesto que los profesores que integran el equipo de estudio imparten asignaturas del área de Matemáticas en el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), han definido de manera conjunta que para cada uno de los cursos de cinco unidades se presentan 25 evidencias: 10 ensayos, 10 exámenes en equipo y 5 exámenes individuales, todos ellos integran la evaluación formativa y finalmente al integrar la sumativa, se agrega el portafolio de evidencias como la última evidencia integradora que potencia la autoevaluación.

La pregunta de investigación se centra en conocer si con el diseño adecuado ¿el portafolio de evidencia permite observar una autoevaluación útil en los cursos de Matemáticas?

Dado que, nuestra hipótesis es que sí lo hace, este estudio fortalece la actividad de promoción del portafolio como útil, es decir, como una herramienta potenciadora de competencias interpersonales relacionadas con la formación de la persona autónoma e independiente que señala el perfil de egreso.

Una limitación propia del estudio es la libertad que tiene el estudiante de elegir sus horarios y profesores en el ITP, por lo que, un planteamiento de un estudio longitudinal es inviable. Una limitante más es el número de cursos de Matemáticas que corresponde al tramo de control del equipo de trabajo, que comprende únicamente cinco cursos: Cálculo Diferencial (CD), Cálculo Integral (CI), Álgebra Lineal (AL), Cálculo Vectorial (CV) y Ecuaciones Diferenciales (ED), de las cuáles únicamente las primeras cuatro son comunes a la mayoría de las ingenierías que se imparten. Aun así, la experiencia se realiza en los cinco cursos, bajo la misma estrategia.

METODOLOGÍA

El enfoque del curso que se eligió en este proyecto está relacionado con el conocimiento empírico que se tiene sobre las necesidades del perfil de egreso en términos de trabajo en equipo, comunicación efectiva, pensamiento crítico, ética y responsabilidad, liderazgo, mismos que se fundamentan en el reporte de Goldberg, Somerville y Whitney (2014) y en el estudio de competencias de egreso según Volkwein, Lattuca, Terenzini, Strauss & Sukhbaatar (2006).

De manera adicional dicho enfoque se matiza por la búsqueda didáctica de los profesores participantes, del cómo potenciar y fortalecer las competencias de egreso en áreas ubicadas en la categoría de blandas, dentro de las que se puede citar entre otras: el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la capacidad de liderazgo, mismas que se encuentran fuera de los aspectos técnicos de la carrera y en consecuencia ignoradas o poco atendidas en el bagaje académico y administrativo del currículo formal, a pesar de que están citadas en el perfil de egreso de manera implícita como el “lograr formar líderes”, estas competencias de egreso resultan ser competencias sistémicas transversales que no aparece de manera explícita como atenderlas a lo largo de la estancia escolar.

Con esta información, la experiencia descrita en este documento, se centra en las competencias de egreso de las diversas ingenierías del Tecnológico Nacional de México en las cuales se tiene la oportunidad de participar desde el área de ciencias básicas, específicamente matemáticas, ya que, los autores han atendido a cerca de 10000 estudiantes en los últimos 10 años, periodo en el cual se ha aplicado esta forma de autoevaluación sumativa, que para el propósito de este estudio se limita a la muestra de los últimos tres años dentro de los cuales la atención se dio a 66 grupos de 40 estudiantes, es decir, 2640 estudiantes.

Un primer punto de análisis comprendió análisis del papel de las Matemáticas en el currículo, ya que, éstas tradicionalmente están ubicadas por las personas como los elementos críticos de la mente analítica. Sin embargo, también el pensamiento crítico puede ser construido desde el bagaje inicial de la carrera y éste ocurre en las ciencias básicas, y de manera natural el primer enfrentamiento es Matemáticas desde donde se debe potenciar el pensamiento crítico que forma parte de la competencia de autonomía e independencia.

La metodología principal de definición del portafolio es un proceso continuo de investigación-acción que comienza desde la propia definición de la didáctica de la clase de matemáticas, que conforme a los resultados obtenidos al final de cada semestre se afina en el comienzo de cada nuevo ciclo semestral.

La didáctica de la clase se centra en las aplicaciones, por lo que, la investigación con la búsqueda de aplicaciones reales: naturales, sociales o de ingeniería que permitan ver imbuidos los conceptos Matemáticos de los cursos en cuestión, para que por medio de la ejemplificación del estudio del fenómeno donde está inmerso el concepto correlacionar la competencia correspondiente y guiar al estudiante para que descubra la naturaleza explicativa y de transformación que el concepto implica, esta es la génesis del saber hacer de cada competencia. Dicha búsqueda de las aplicaciones se realiza para cada concepto en los programas, por mínimo que éste parezca da luz de la aplicación máxima de cada asignatura y sus implicaciones en el perfil de egreso.

Una vez ligadas las aplicaciones a los conceptos, se tiene el fondo del saber para la competencia, cada concepto adquiere un sentido práctico de tal forma que en la clase se habla de ingeniería a través de matemáticas. Por lo que, impartiendo Matemáticas con lenguaje de ingeniería, gran parte de los cuestionamientos de la discusión didáctica versan sobre el porqué del modelado y la naturaleza de los fenómenos físicos, sociales, naturales o artificiales asociados al lenguaje matemático y, sobre todo, de las soluciones e interpretaciones encontradas a las problemáticas y las necesidades de las que sobrevino el principio o la tecnología lograda, y por tanto de la connotación del ingeniero como ser social.

La estrategia didáctica diseñada empíricamente al inicio fue respaldada, posteriormente de manera más amplia a partir de 2014, por la experiencia de Olin e iFoundry en Estados Unidos realizada en todo el currículo (Goldberg, Somerville y Whitney, 2014).

Por otro lado, se tomó el respaldo del resultado de la encuesta con empleadores realizada por Volkwein, Lattuca, Terenzini, Strauss y Sukhbaatar (2006), dentro de la cual se concluye que las habilidades que se requieren de los egresados en el campo laboral comprenden competencias como: comunicación efectiva, solución de problemas y trabajo en equipo, entre otras, que son las que están en correspondencia con el perfil de egreso del ITP.

En su libro “A whole new engineer. The coming revolution in Engineering Education”, Goldberg, Somerville y Whitney (2014) describen que, el Olin College en Needham, Massachusetts:

se desempeña extremadamente bien y ahora es reconocido internacionalmente por su entorno educativo próspero, innovador y centrado en el estudiante, que valora la motivación intrínseca; entornos de aula colaborativos basados en proyectos, y un enfoque de ‘mente total’ para el aprendizaje.

Dicho análisis concluye que este enfoque novedoso del currículo se centró al concluir que la innovación de los planes y programas no debe centrarse en variables económicas, pedagógicas, curriculares o de investigación; que son las variables que de manera común

evolucionan. En contraparte se demostró que las variables del cambio positivo son profundamente emocionales y culturales.

Con base en ello, la estrategia didáctica elegida se orienta en esos conceptos y no en un incremento de temas, incluso resultó importante lo que Vojak de la Universidad de Illinois señala:

La naturaleza de las personas innovadoras trasciende las nociones tradicionales sobre cómo las personas conocen las cosas, no son reduccionistas-son holísticos, no son distantes-son cercanos, en lugar de ser lineales-son no lineales, es decir no están limitados al universo técnico, sino que su vida está inmersa en un universo más amplio de relaciones. La habilidad para modelar e incorporar elementos de economía, sociología, psicología y negocios para identificar soluciones a problemas urgentes será una parte muy importante del futuro de la ingeniería.

Tal idea por igual es ampliada por García y Alvarado (2017), a lo cual señalan que:

Al ser la ingeniería una acción práctica de generación de conocimiento aplicado, las aplicaciones industriales y las soluciones a los diversos problemas sociales fijan el lenguaje y los actos del ingeniero a ser un ser social productivo, que desprende en su actuar soluciones tecnológicas en los más amplios tópicos que la sociedad como un todo requiere.

Entonces se clarifica que las componentes que el nuevo ingeniero requiere no son del tipo tecnológico, sino de orden social y éstas deben ser atendidas desde el aula.

Denning (s.f.) citado en Goldberg, Someville y Whitney (2014) señala que:

Para el futuro se deben de trazar los puentes adecuados hoy, ya que la educación actual debe versar más sobre cómo enfrentar el cambio y quererlo, por lo que se debe de preparar a la juventud a ser mejores observadores y a sacar a relucir sus propios talentos, es decir no sólo hacer ingeniería sino a ser un ingeniero, a dejar de ser solucionador de problemas y técnicos cautivos de la sociedad, sino transformarse en innovadores integrados a esa misma sociedad a través de las organizaciones.

Un cambio en la didáctica se amplifica con la elección adecuada de la forma de evaluación, que es a su vez un aspecto didáctico del curso, por lo que para que el estudiante pueda evaluar su actuar al final del curso, es necesario que esté informado de la naturaleza del propio curso y de los alcances que éste tendrá en lo académico y lo humano, note que la evaluación se centra en el estudiante, ya que se espera que en sus aprendizajes se tenga la competencia de la autoevaluación, ya que se desea formar personas autónomas, independientes y líderes.

El sustento de esta decisión se encuentra enmarcado por las inteligencias múltiples de Gardner, ya que, según él, existen muchas maneras de comprender, de resolver problemas o de crear. Gardner extiende la concepción de “mente”, ya que, pretende reflejar que no bastan las capacidades cognitivas de la inteligencia y que dichas habilidades no son áreas fijas en las cuales el individuo puede crecer y desarrollarse. Específicamente propone al menos seis

mentes complementarias mutuamente: mente analítica, mente diseñadora, mente lingüística, mente social, mente corporal y mente consciente.

Dado que la ingeniería comprende un análisis riguroso requiere de la acción de la mente analítica, mientras que la mente diseñadora que es no convergente permite comprender la realidad para otorgarle a la misma la creación de artefactos que aún no existen en beneficio humano. Sin embargo, de manera complementaria, la mente lingüística permite comunicar esas ideas, ya que el lenguaje fortalece relaciones y permite explicarlas de manera lógica, lo que complementa las actividades propias de la ingeniería. Sin olvidar la naturaleza social de la acción del ingeniero, por lo que, debe asociar con su inteligencia emocional y sus habilidades interpersonales.

La visión de la ingeniería propuesta por Goldberg, Someville y Whitney (2014) establece que, el liderazgo y la toma de decisiones intuitiva son acciones de la mente corporal que se complementa con la mente consciente, ya que desde ahí es posible la capacidad de reflexionar y ser intencional respecto de la forma de pensar y actuar.

El actuar paralelo de la ciencia y la ingeniería genera tecnologías, descubrimientos, teorías y conocimiento nuevo en general que se suma al currículo ingenieril en cada reforma de planes y programas de las instituciones, pero se olvida que acumular más, no significa necesariamente mejorar, ya que, la mente analítica no se nutre solamente de esa componente incremental del contenido académico, lo que se requiere es aumentar la capacidad crítica del futuro ingeniero para reconocer patrones del mundo real y aplicar el conocimiento a esos patrones y con ello alimentar a la mente diseñadora para que ésta vague en sentido contrario de la mente analítica que es convergente y con una nueva óptica pueda proponer soluciones novedosas a los problemas sociales desde su propio ámbito.

Con esto en mente la estrategia didáctica amplía la discusión en el aula y en la propia evaluación, ya que se sabe que en la práctica el ingeniero, como subordinado o jefe, no se encuentra solo, revisa informes de los equipos y las personas, los discute y localiza patrones de comportamiento de los mismos encontrando puntos críticos que escapan del patrón natural de la operación, por lo que, redacta sus propios discursos explicativos y los comunica por escrito, por celular, por e-mail o redes sociales, señalando especificaciones a seguir y previendo modificaciones si las nuevas condiciones lo requieren, es decir, la mente analítica, crítica trabajan juntas, pero la mente lingüística ocupa gran parte del tiempo laboral del ingeniero, por tanto, se debe hacer lo mismo en el aula, el modelo elegido busca potenciar las competencias lingüísticas del estudiante.

En resumen, en el terreno práctico el ingeniero requiere una serie de competencias que complementan el aspecto técnico, y estas están relacionadas con la comunicación, las relaciones interpersonales, el trabajo en equipo y las acciones del liderazgo que le permiten complementar proyectos y no solamente ejecutar tareas, elementos que están imbuidos en el quehacer de la mente lingüística, social y consciente, y en lo cual converge lo propuesto por García y Alvarado (2017) y la encuesta de ABET que aún parece actual (Volkwein, et al., 2006).

Bajo estos fundamentos se diseñó la evaluación del curso que comprende en la etapa formativa los 10 ensayos, 10 exámenes en equipo y 5 exámenes individuales, todas centradas en el estudiante para fortalecer sus competencias analíticas, críticas, interpersonales y lingüísticas, sin perder de vista las técnicas de carrera. De manera complementaria, en la etapa sumativa se estructuró el portafolio de evidencias, que es el objetivo de la investigación, para incidir en el propósito formativo de la autoevaluación, como génesis de la autonomía e independencias del futuro egresado.

La estructura del portafolio no es un acumulado de las evidencias que ya han sido evaluadas previamente por el profesor, debe contener según la decisión del equipo de trabajo, la conclusión del estudiante, ya que, es a él a quien realmente sirve la evaluación, para fortalecer su competencia básica de autonomía e independencia: la autoevaluación, para que pueda trazar sus opciones de acción futuras.

Con esta consideración, el equipo definió el contenido del portafolio como la colección ordenada de todas las evidencias individuales y de equipo con la autoevaluación incluida en cuatro tópicos:

1. Determinación del peor ensayo y del mejor ensayo entregados: descripción de los motivos que le hicieron llegar a cada una de las evidencias seleccionadas. El estudiante debe explicar ¿qué hizo diferente para mejorar su desempeño a partir de lo ocurrido en el peor ensayo y la mejora de calidad del mejor ensayo?
2. Determinación del peor examen de equipo o y del mejor examen de equipo desarrollados. El estudiante debe describir los motivos que le hicieron llegar a cada una de las evidencias seleccionadas, así como explicar ¿qué hizo diferente para mejorar su desempeño a partir de lo ocurrido en el peor examen de equipo y la mejora de calidad del mejor examen de equipo?
3. Determinación del peor examen individual entregado y del mejor examen individual desarrollado. De igual manera, el estudiante debe describir los motivos que le hicieron llegar a cada una de las evidencias seleccionadas y explicar ¿qué hizo diferente para mejorar su desempeño a partir de lo ocurrido en el peor examen individual y la mejora de calidad del mejor examen individual?
4. Evaluación general del curso desde la óptica del estudiante, sin ningún formato específico, pero señalando su ruta de acción y planes futuros de acuerdo con las deficiencias o aciertos encontrados en los tres tópicos previos.

Cada una de estas cuatro componentes de la autoevaluación debe de cubrir al menos una cuartilla de manera individual.

Con este desarrollo se complementó la parte de diseño, una vez desarrollado el curso y emitida la evaluación sumativa con base en la evaluación de las evidencias, el portafolio de evidencias se potencia a hasta un 10% adicional sobre la calificación final obtenida, siempre que el curso haya sido aprobado y que la autoevaluación sea consistente en sus cuatro tópicos.

Los datos obtenidos son cuantitativos en cuanto a las listas de calificaciones del curso, sin embargo, lo más trascendente para la investigación es la toma de datos cualitativa que

proviene del análisis del portafolio de evidencias, que se clasifica, se localizan patrones, pero sobre todo se analizan los puntos críticos positivos o negativos que escapan de los patrones encontrados.

RESULTADOS

El análisis cualitativo de los portafolios solamente se realiza sobre los estudiantes que han aprobado el curso, en cuyo caso, la heteroevaluación realizada por el facilitador será positiva y se tiene en cuenta que el estudiante ya conoce ese resultado previamente.

Las respuestas a las cuatro partes de la autoevaluación cualitativamente aportan los siguientes resultados:

- De acuerdo con el propio portafolio, en el 100% de los casos, los ensayos fueron evaluados como un elemento determinante que les hizo comprender la verdadera motivación del curso, ya que, por medio de ellos pudieron ver a los conceptos del curso en acción y comprender que lo que estaban estudiando era importante para su carrera, ya que permitía interpretar y operar muchos de los conceptos que estudiarían más detalladamente en su futuro escolar. Además, los contenidos de los ensayos son los que permitieron que el lenguaje del curso se volviera una interpretación de la ingeniería pues la comprendían a través de las matemáticas, y no a la inversa, aprender matemáticas dejando abandonada la aplicación, sin entender para qué servirían. En su opinión, el nivel y contenido de los cursos resultó superior a las expectativas, ya que, nunca en cursos previos de Matemáticas tuvieron conocimiento del para qué estudiar los conceptos.
- Destaca el hallazgo de que el diferencial entre el peor y el mejor ensayo fue atribuido a la inmersión que fueron teniendo hacia la ingeniería a través de los temas analizados, más aun manifestaron en 85% de los casos, que los ensayos les motivaron a búsquedas más amplias y exhaustivas de los temas tratados. Los mejores ensayos presentados por los equipos, fueron detectados al final del curso donde el aprendizaje resultaba más complejo en cuanto a su contenido.
- Sobre los exámenes de equipo, la opinión versó sobre la complejidad del trabajo en equipo, al no contar con estrategias para resolver en media hora situaciones analíticas cuando se tienen adicionalmente deficiencias algebraicas, por lo que determinaron que sus mejores desempeños se dieron cercanos al final del curso ya con los mejores desempeños grupales, los menores desempeños del grupo se dieron en este tipo de evidencias, escasamente apenas el 40% de los equipos resuelven estos ejercicios de manera aprobatoria (mínimo 70%), a pesar de que podían disponer libremente de todos los recursos como apuntes, bibliografía, internet, y el propio trabajo grupal de cinco personas.
- Los exámenes individuales aportaron la sensación de libertad y su expresión general es que tuvieron que romper el paradigma de que “si dispones de todas las herramientas, entonces es muy fácil encontrar secuencias de solución similar y por tanto resolver adecuadamente un examen”. Quienes no pudieron rebasar dicho paradigma, en lo general no aplicaron competencias relacionadas con el uso ético de la libertad, pero tampoco cubrieron los objetivos analíticos del curso. El otro conjunto que reconoció la

creación de nuevas competencias relacionadas con el uso de los recursos de forma ética, señaló los mejores desempeños hacia el final del curso. Estos exámenes individuales aportan el 50% de la evaluación sumativa, así los estudiantes tienen que ser colaborativos para lograr el otro 50% en equipo, por tanto se ven inmersos en la responsabilidad de aportar en equipo. En el examen individual el estudiante dispone libremente de sus apuntes y bibliografía únicamente.

- La evaluación general del curso se centró en el 80 % de los casos, en la novedad encontrada en el modelo didáctico, ya que, nunca habían visto que las aplicaciones les pudieran permitir construir los conceptos y cómo se lograba asociar los conceptos estudiados con muchas de las cosas cotidianas, la mayoría del éxito en el curso fue asociada al profesor (100% de las referencias) y su control del contenido y de manera paralela a la capacidad que se logró encontrar con los compañeros del equipo (50% los señalaron), más en aquellos casos en que el equipo se mantuvo estable (20%).
- Los mensajes más importantes de la autoevaluación (60% de los casos) señalaron con gran placer el cómo, camino a casa o en las películas, podían interpretar las situaciones a la luz de los conceptos de la clase. Estas aseveraciones analizadas de manera global dan cuenta de que los estudiantes lograron y son capaces de indicar al profesor y a su comunidad mediante el portafolio de evidencias las capacidades fortalecidas y el logro del alcance esperado en las competencias del curso.
- Resulta sorprendente el hecho de que estudiantes sin acreditar el curso, solicitan presentar su portafolio con su autoevaluación (5%).

Finalmente, el análisis cualitativo de las autoevaluaciones permite concluir, que el portafolio de evidencias como mecanismo de autoevaluación aporta el fortalecimiento de la comunicación efectiva, pensamiento crítico, ética y responsabilidad, por lo cual es considerado como un elemento útil de la evaluación de acuerdo con la pregunta de investigación y la hipótesis planteada.

CONCLUSIONES

El desarrollo de los cursos bajo el modelo didáctico propuesto y con la cantidad y tipo de evidencias señaladas, implica un crecimiento muy amplio de los profesores en su desempeño general, por ello se cree existe el comentario del éxito del curso atribuido al profesor.

Sin embargo, desde la óptica de la heteroevaluación, se observa a estudiantes más maduros y conscientes de su papel social como futuros ingenieros, ya que cualitativamente si se impacta en las competencias analíticas, lingüísticas y sociales, pero sobre todo se suma ampliamente al proceso colaborativo que implica el liderazgo y el trabajo en equipo, que resumidamente suman de manera integral a propiciar futuros egresados que son personas autónomas, independientes y líderes.

En definitiva, la opinión del equipo de investigación es que el portafolio de evidencias suma ampliamente en el mismo tópico, siempre que el curso lo haga de manera continua con las competencias transversales señaladas.

Queda pendiente el análisis de los casos fallidos, en los que el estudiante no aprueba el curso y por tanto la oportunidad de analizar sus opiniones, aunque de manera común van y las discuten con su profesor, pero las mismas no han sido clasificadas ni estudiadas más ampliamente, ya que, los profesores creen que todas caen en el lugar común de la falta de prerrequisitos para el curso, la falta de calidad en el trabajo y las fallas en técnicas de estudio. Estas últimas aseveraciones deben de analizarse y estudiarse más detenidamente.

BIBLIOGRAFÍA

- García, C. y Alvarado, M. (septiembre, 2017). *Hacia un modelo de educación superior tecnológica para América Latina*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017. Cartagena de Indias, Colombia. Recuperado de: <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2017/10/memorias-acofi-eiei-2017.pdf>
- Goldberg, D., Somerville, M. y Whitney, C. (2014). *A whole new engineer. The coming revolution in Engineering Education*. Douglas, Mich.: ThreeJoy Associates, Inc. Recuperado de: <https://threejoy.com/whole-new-engineer/>
- Volkwein, J., Lattuca, L., Terenzini, P., Strauss, L. y Sukhbaatar, J. (2006). *Engineering Change: A study of the impact of EC2000*. Baltimore: ABET, inc. Recuperado de: <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/EngineeringChange-executive-summary.pdf>