

EVALUACIÓN MEDIANTE ENSAYOS, EXÁMENES EN EQUIPO E INDIVIDUALES EN MATEMÁTICAS

C. García Franchini¹
M. Alvarado Arellano²
J. O. Laguna Cortes³

RESUMEN

En la evaluación por competencias se presentan diferentes tipos de evidencias para estructurar la evaluación sumativa. Tres tipos de evidencias son los ensayos, exámenes en equipo y exámenes individuales, entre otras que se aplican. Para cada tipo de evidencia se estructura una rúbrica de evaluación y por cada una de las unidades del programa se aplican dos ensayos, dos exámenes en equipo y uno individual. Esta técnica permite fortalecer diferentes tipos de competencias sistémicas, transversales e instrumentales, en donde resaltan la aplicabilidad de los temas, el trabajo en equipo y el liderazgo. La evaluación cualitativa de los estudiantes a esta metodología es positiva porque reconocen el fortalecimiento de competencias interpersonales, el reconocimiento de los principios matemáticos en sus actos cotidianos y en la tecnología. La mayoría de los ensayos son sobre hechos cotidianos a través del método mayéutico que les permite convertir sus conceptos ingenuos en conocimiento formal.

Palabras clave—Evaluación, competencias, ensayos, exámenes en equipo.

ANTECEDENTES

La evaluación corresponde con la 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, de tal manera que le invite a continuar con el recorrido del mapa de carrera o a realizar o corregir dichas desviaciones. Así el proceso de evaluación debe ser una actividad de aprendizaje más, ya que permite la metacognición, es decir, que el estudiante tome consciencia de sus propios actos y de las actividades necesarias que le permitan fortalecer la competencia deseada.

Sin duda, corresponde a una parte del espacio didáctico cuyo diseño debe de motivar en el estudiante la reflexión y potenciar la adecuada transposición y movilización de los conceptos a situaciones nuevas. Debe de ser adecuadamente balanceada entre las situaciones o problemas estructurados y los débilmente estructurados en función de que tan cercano se encuentre el concepto o competencia de los conceptos o competencias terminales que el perfil de egreso defina, de tal forma que, la evaluación aplicada propicie y fortalezca la autoevaluación mediante retos motivantes y por tanto formativos, ya que fortalecer la capacidad de autoevaluación, es el fin último de la heteroevaluación que efectúa el profesor.

Resulta común la confusión del proceso de evaluación con el proceso de acreditación de una asignatura, concepto o competencia, si bien en cierto que pueden ocurrir dentro de las mismas acciones, presentan rasgos distintivos que no pueden ser olvidados. La evaluación señala el estado actual de las cosas respecto de estándares predeterminados, por tanto cuando se determina cual competencia se desea potenciar, se deben de establecer los criterios sobre los

¹ Carlos García Franchini es profesor del Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla adscrito al Departamento de Ciencias Básicas. Puebla, Pue. México. cgfranchini@gmail.com.

² Martha Alvarado Arellano es profesora del Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla adscrita al Departamento de Ciencias Básicas. Puebla, Pue. México. marare@yahoo.com.

³ José Óscar Laguna Cortes es profesor del Tecnológico Nacional de México en su campus Instituto Tecnológico de Puebla adscrito al Departamento de Ciencias Básicas. Puebla, Pue. México. oscar.laguna@itpuebla.edu.mx.

cuáles se considerará que la competencia se está manifestando, es decir, qué actividades o hechos permiten observar que una competencia se ha alcanzado o también en contraposición: cuales 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 y se potencie la capacidad de autoevaluarse, ya que, lo se está formando es a la persona para la vida como un ser autónomo y multipropósito, y no solamente para demostrar a otros su capacidad.

Por su parte, la acreditación es simplemente un acto administrativo, de tipo clasificatorio bajo la vía pasa-no pasa, aderezado posiblemente por una escala que señale el nivel alcanzado en la competencia determinado por la calidad encontrada en el desempeño. De ahí el poder de segmentación social que tiene, ya que, la acreditación o no acreditación otorga méritos o los delimita, lo cual no es el objetivo de la evaluación que es formativa.

Bajo el modelo de competencias se prevé, en su propia definición, 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 autopositiva, por lo cual se establece la manifestación de sus tres componentes básicas: el conocer que identifica el conocimiento que se tiene sobre los objetos y conceptos con los que trabaja, el hacer ya que manifiesta con hechos la modificación de la situación problema y las actitudes, ya que se manifiesta como ser social con empatía para con sus congéneres y con la propia naturaleza, y, por tanto, actúa en la solución de los problemas por el bienestar común.

Bajo estas premisas la evaluación de competencias integra en cada concepto estudiado la manifestación de que dicho concepto sea movilizado, es decir que en una situación problema en que sea detectado tal concepto, debe de manifestarse el mismo en el desempeño real de la solución y ello implica la presencia de evidencias, que pueden ser observadas a lo largo del proceso de desempeño, o bien, como producto final del propio proceso.

Entonces la evaluación, desde esta concepción, observa de manera indirecta el aprendizaje del individuo a través de las evidencias que él deja en su desempeño, por ello la rúbrica o la matriz de valoración –según sea el caso– despliega los criterios que se deben de observar o manifestar debido al desempeño mostrado o inferido en las evidencias generadas a lo largo del proceso de solución de la situación no deseada, por lo que el conocimiento, los conceptos y las actividades en que agrupamos el proceso de aprendizaje-enseñanza de fortalecimiento de competencias, debe contener situaciones contextuales para que sean interpretadas adecuadamente. Esta es la premisa de partida y la pregunta de investigación, es: cómo estructurar la evaluación a partir de diferentes tipos de evidencias y evaluar como el proceso afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Se desprenden de manera directa como objetivos el diseño de la estructura de las diferentes evidencias y el realizar una encuesta estudiantil para conocer cómo les impactan los diferentes tipos de evidencias.

METODOLOGÍA

Para la concepción de la evaluación señalada, se requiere un enfoque de la ingeniería diferente. Esencialmente, se ajustó al enfoque que fue respaldado a partir del 2014 por la experiencia de Olin e iFoundry en Estados Unidos (Goldberg, Somerville y Whitney, 2014).

Un referente adicional empleado, se encuentra en la experiencia de ABET, en la cual, las habilidades que se requieren de los egresados en el campo laboral comprenden competencias como: comunicación efectiva, solución de problemas y trabajo en equipo, como las más referenciadas por los empleadores (Luttaca, Terenzini, Volkwein, Strauss & Sukhbaatar, 2006).

Según Goldberg, Somerville y Whitney (2014), 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.

Este enfoque se centró al concluir que la innovación del currículo no se centra en variables económicas, pedagógicas, curriculares o de investigación; que son las variables que de manera común son modificadas, en contraparte se demostró que las variables del cambio positivo son profundamente emocionales y culturales.

Habilidades requeridas para los egresados, según los empleadores

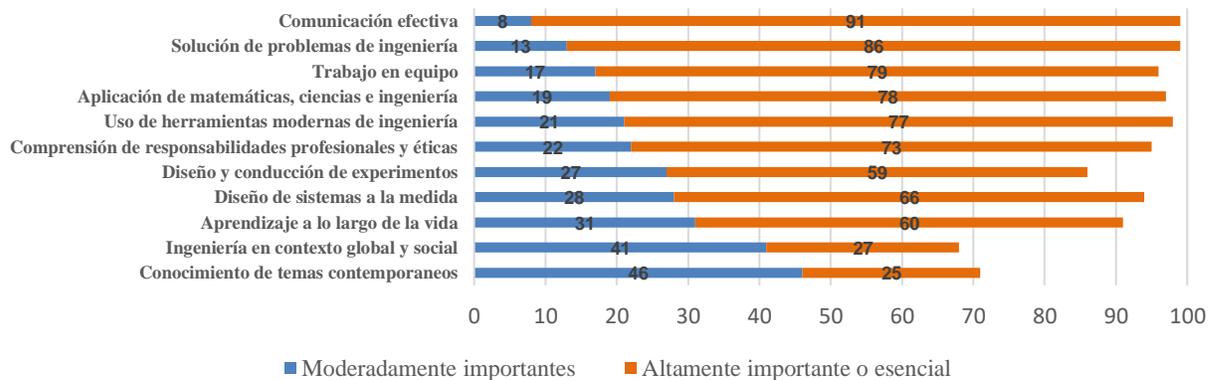


Figura 1. Habilidades que requieren los egresados de ingeniería según los empleadores en los Estados Unidos. Luttaca, et al. (2006)

Según Vojak de la Universidad de Illinois, 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.

lineales, es decir, no están limitados 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 debe de clarificarse que las componentes que el nuevo ingeniero requiere no son del tipo tecnológico, sino de orden social.

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

De manera complementaria, se ha tomado como fundamento el enfoque de las inteligencias múltiples de Gardner, quien comenta que, existen muchas maneras de comprender, resolver problemas o de crear, adicionalmente se extiende a la modificación conceptual de “mente”, ya que, afirma 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. Gardner propone al menos seis mentes complementarias mutuamente: mente analítica, mente diseñadora, mente lingüística, mente social, mente corporal y mente consciente.

Dado que la ingeniería requiere un análisis riguroso, entra en acción la mente analítica y la diseñadora, para comprender la realidad y para otorgarle a la misma la creación de artefactos que aún no existen. 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 a las actividades propias de la ingeniería. Pero, no se debe olvidar la naturaleza social de la acción del ingeniero, por lo que, debe asociarla 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, siendo esto un elemento esencial para el enfoque de competencias de acuerdo con su definición.

En lo general la trayectoria académica señalada por el currículo institucional definido para cada carrera en muchas de las instituciones de educación superior, permite inferir que la mente analítica no está en crisis, más aún cada área del conocimiento se incrementa cada día, y esto afecta los contenidos de planes y programas, por lo que, las reformas típicas de las instituciones consisten en “actualizar sus planes” al incluir esas nuevas técnicas, principios o descubrimientos, que se consideran propios de la ingeniería.

Pero, acumular más, no significa necesariamente mejorar, ya que, la mente analítica no se nutre solamente de ese componente incremental del bagaje académico, así de acuerdo con Goldberg, Someville y Whitney (2014), lo que 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 esta vague en sentido contrario de la mente analítica que es convergente, y por tanto, puedan proponer soluciones novedosas y se integren al panorama completo generado por una visión más divergente.

Resulta importante señalar que, en la práctica cotidiana en el aula de la escuela de ingeniería, se pueden observar planteamientos técnicos y analíticos en las clases de manera generalizada y que, por eso, se producen muchos momentos de silencio, porque el futuro ingeniero calculadora en mano o en la pantalla de su computadora, recorre punto a punto la resolución a un problema técnico.

Sin embargo, se debe de tener presente que, en la práctica el ingeniero no se encuentra solo, como coinciden el estudio de Luttaca, et al. (2006), la propuesta de Goldberg, Someville y Whitney (2014) y las afirmaciones de García y Alvarado (2017), ya que, de manera continua revisa información de informes de los equipos y las personas, los discute con sus pares, superiores y subordinados. En lo general, discute sobre patrones de comportamiento y también sobre aquellos puntos críticos que escapan del patrón natural de la operación, y que muchas veces le enseñaron a omitir en la estadística, por lo que, se obliga a redactar sus propios discursos explicativos y nuevamente los comunica por escrito, por el celular o por medio de e-mail o redes sociales, señala especificaciones a seguir y discurre sobre sus modificaciones si las nuevas condiciones lo requieren, es decir, la mente lingüística y sus habilidades sociales ocupan gran parte del tiempo laboral del ingeniero.

Entonces, si los aspectos del lenguaje corresponden en gran parte del uso del tiempo del ingeniero, ¿por qué en aula no ocurre algo similar?

En el terreno práctico, el ingeniero requiere una serie de habilidades que complementan el aspecto técnico, y éstas 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.

En la experiencia descrita en este trabajo, abarca los últimos diez años, en los cuales los autores han atendido bajo el esquema de competencias a casi 10000 estudiantes en asignaturas de ciencias básicas de ingeniería dentro del Instituto Tecnológico de Puebla, de los cuales se ha tomado como muestra los tres años más recientes que incluyen a 2880 estudiantes.

En el proyecto se ha empleado un esquema de investigación acción, actualizada y organizada según fueron apareciendo en su momento, la propuesta más global de Goldberg, Someville y Whitney (2014) y la jerarquización de las competencias del ingeniero según Luttaca, et al. (2006). Con ellas, de manera evolutiva se definieron los tipos de evidencias por curso de 5 unidades que se ha estabilizado en: 10 ensayos, 10 exámenes en equipo y 5 individuales, y a su vez se estructuró la rúbrica de evaluación correspondiente, de manera general por tipo de evidencia. Con esto se cubrió el objetivo del diseño de la estructura de las diferentes evidencias y la pregunta del cómo estructurar la evaluación.

En el modelo académico-administrativo institucional de un curso, se permiten dos oportunidades, donde en la segunda oportunidad el estudiante corrige los puntos señalados por el profesor, en caso de no acreditar la evidencia. Con base en ello, se consideró que las listas de calificaciones de la primera oportunidad permiten registrar el avance en la calidad del desempeño estudiantil conforme se desarrolla el curso de manera estadística.

En contraparte, los datos del cómo este diseño afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes, proviene de un análisis cualitativo de una encuesta estudiantil realizada al fin del semestre para conocer qué opinan sobre los diferentes tipos de evidencias, pero sobre todo de la bitácora de clase en la que el profesor anota los hechos importantes de la clase.

RESULTADOS

Las competencias elegidas para potenciar por medio de las evidencias corresponden con las señas por Luttaca, et al. (2006) sobre las necesidades detectadas del egresado en términos de trabajo en equipo, comunicación efectiva, pensamiento crítico, ética y responsabilidad, liderazgo, aderezado por la propia búsqueda didáctica de los profesores para potenciar y fortalecer las competencias de egreso en áreas ubicadas en la categoría de blandas y por tanto fuera de los aspectos técnicos de la carrera y en consecuencia ignoradas o poco atendidas en el bagaje académico-administrado en la carrera.

Con esto determinado, la experiencia se centró en las competencias de egreso de las diversas ingenierías del Tecnológico Nacional de México, en las cuales se tiene oportunidad de participar desde el área de ciencias básicas, específicamente Matemáticas.

Tradicionalmente, las Matemáticas están ubicadas por las personas como los elementos críticos de la mente analítica, de tal forma que, si en un test empírico o normalizado se muestra competencia de esta naturaleza, el orientador vocacional, sin duda dictaminará fortalezas individuales para cursar una ingeniería. Sin embargo, nuestro 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 será matemáticas. Por estos cursos, pasan todos los futuros ingenieros, para más tarde tomar rumbo hacia su respectiva especialidad, por lo que, resultó crítico el buen uso que se hizo del tiempo y del contenido de las asignaturas de matemáticas para iniciar desde este punto la conformación del ser social y no más técnico, llamado ingeniero.

La didáctica de la clase de matemáticas desde esta práctica se inició con la búsqueda de las aplicaciones reales: naturales, sociales o de ingeniería que permiten ver imbuidos los conceptos en cuestión, lo que permitió presentar ejemplos de fenómenos donde está inmerso el concepto, de tal forma que el estudiante pueda descubrir la naturaleza explicativa y de transformación que el concepto implica. Esto se hizo para cada concepto, trátese de desigualdades, funciones, límites, derivadas, integrales, vectores, sistemas lineales o de cualquier otro, por mínimo que éste parezca dio luz de la aplicación máxima de cada asignatura.

En este enfoque cada concepto adquirió sentido práctico de tal forma que, en la clase se habla de ingeniería a través de Matemáticas y no a la inversa. Parte de los cuestionamientos de la discusión didáctica versa sobre el porqué y la naturaleza de la solución encontrada a la

necesidad de la que sobrevino el principio o la tecnología lograda, y por tanto de la connotación del ingeniero como solucionador de problemas sociales y no como técnico.

Esta discusión potencia la mente lingüística, analítica y crítica, lo que inicia el fortalecimiento de la conversión del lenguaje analítico al natural y viceversa, en esos casos la discusión se dirige por medio de preguntas orientadoras convergentes, de tal forma que el estudiante descubra poco a poco como el concepto está inmerso en la situación estudiada, en realidad es una forma del método mayéutico.

Al igual que en la clase a lo largo del curso, al alumno se le plantean escritos con cuestionamientos dirigidos (método mayéutico) y se le encarga dar respuesta y seguimiento a la discusión, que habrá de responder en formato de ensayo, prácticamente en formato libre, lo fortalece y a la vez le permite seguir migrando del lenguaje natural al analítico y viceversa.

En otro formato, que también se emplea en esta experiencia, se le encarga al estudiante estudiar y dar explicación del cómo se emplean los conceptos en las tecnologías o fenómenos naturales que ve y usa, lo cual los asocia directamente a sus competencias de egreso.

Una forma empleada adicionalmente para conectar la mente social, corporal y consciente, es que los propios ensayos son realizados en equipo, de tal forma que el desarrollo en equipo les hace coordinarse y adoptar roles para el desarrollo de la actividad, en las cuales se da el germen del liderazgo, adicionalmente su mente lingüística les permite escribir la conclusión individual del ensayo y luego discutir y negociar con los demás integrantes para obtener la conclusión general del equipo, potenciando sus competencias blandas.

El profesor no participa en la elección de los integrantes de los equipos, así como, tampoco de la discusión con los mismos al respecto de las relaciones humanas que resultan de la poca o nula participación de algunos de los miembros, tampoco se participa con los equipos exitosos, lo importante del docente es que una vez que recibe los ensayos, los evalúe en tiempo y forma, para que desde su revisión provengan los comentarios, indicaciones y valoración que el ensayo.

La ponderación de los ensayos es máxima 30% de la calificación de la unidad, sin importar si son acreditados en la 1ª o 2ª oportunidad que se le confiere. Por lo general, casi todos los estudiantes acreditan (al menos 70%) en la 2ª oportunidad, ya que, en la primera reciben los comentarios escritos del facilitador en sus partes débiles para corregirlos.

Por otro lado, los exámenes de equipo, realmente son ejercicios en equipo, y son realizados como una experiencia previa antes de resolver el examen individual. Representan una batería de no más de cinco ejercicios que se realizan en equipos de cinco personas. La temática está limitada a la unidad y los respectivos contenidos que se han abordado en la clase, nuevamente el profesor no interviene en la selección de los integrantes del equipo, ni en los conflictos que se generan por su actividad.

La rúbrica para los ejercicios incluye los criterios de evaluación en donde destaca la interpretación libre de los resultados obtenidos con base en una explicación contextual de alguna de las aplicaciones a las que se puede referir la problemática planteada en el ejercicio,

sin esta explicación se indica que el ejercicio no será evaluado. Se evalúa además el trabajo en equipo, la ponderación de los ejercicios grupales equivale a máximo 30% en la unidad.

Los exámenes individuales son lo más similar a la forma generalizada de evaluar, ya que, representan una batería típica de reactivos que son resueltos por cada estudiante, los enunciados preferentemente son planteados en términos de las aplicaciones, lo diferente es que no existe la rigidez típica de los exámenes individuales, es decir, se permite utilizar los apuntes de la clase, el o los libros de texto sin restricción, se trata de acercar la situación a una condición libre como la que podrían encontrar en su vida profesional, la única condición es hacerlo de manera individual. En ocasiones los estudiantes dentro de la evaluación se hacen preguntas, y en lo general no son sancionados siempre que dichos cuestionamientos no pregunten la técnica o la solución encontrada, a lo cual el profesor debe estar atento.

Se tiene presente que la evaluación es un momento didáctico más y que en ese momento el alumno se encuentra en una disposición mayor de aprender que en otros momentos. La ponderación de esta evidencia representa el 50% de la calificación sumativa de la unidad, bajo una rúbrica que considera como necesaria la interpretación de los resultados y procedimiento realizado a la luz de alguna aplicación real no enunciada en el examen (o con base a la aplicación que el propio enunciado implique).

Del análisis de la bitácora de la clase se desprende que, la metodología didáctica centrada en lo social y las aplicaciones reales, sean estas naturales o ingenieriles, permite que el estudiante se acerque de manera natural a la realidad de tal manera que, sus competencias lingüísticas, analíticas y críticas se manifiestan desde la propia clase, ya que, realiza cuestionamientos más informados y sobre todo tiene ahora más dudas o cuestionamientos que antes. La clase se centra en las preguntas del tipo ¿Por qué? y ¿Cómo?, propias de la mente diseñadora y de la mente consciente, es decir, en lo general no se centran en el método o en el concepto, sino en la vertiente de la ingeniería, de la aplicación, la operatividad pasa a segundo término, aunque se sabe cómo se transforma el concepto a lo largo del proceso algebraico, pero resulta más satisfactorio conocer lo que el concepto modifica de nuestra realidad, de su realidad.

¿Por qué ocurre esto? Según el equipo de profesores es debido al desarrollo de los ensayos, ya que, estos abren las expectativas de las aplicaciones y el lenguaje, sobre todo apoyan a las competencias lingüísticas y sociales. Con el conocimiento de los conceptos y de las aplicaciones, los estudiantes tiene la oportunidad de relacionar su lenguaje analítico con el natural, descubrir las relaciones y expresarlas en términos de requisitos para el diseño, en términos de lo social porque relacionan la aplicación con el problema social que resuelven y las implicaciones sociales y culturales que se desprenden cuando el ser humano incrementa alguna de sus capacidades, es decir, se vuelven conscientes de la naturaleza de la ingeniería y de los productos que genera, por tanto su mente corporal incrementa la potencialidad intuitiva propia del profesional de la ingeniería en su área de experiencia.

Los exámenes en equipo muestran al concepto en acción analítica, cuando el estudiante encuentra debilidades en su desempeño individual detectado por el propio equipo, se vuelve consciente de lo que no sabe y, por tanto, sus cuestionamientos son más específicos alrededor

del procedimiento o de la clarificación de los conceptos, ya que, no los pudo construir aún con ayuda de los pares.

Adicionalmente la interdependencia social generada en el trabajo colaborativo del equipo desencadena el fortalecimiento de las competencias sociales interpersonales, así como, el acomodo social en el juego de roles propios del liderazgo, se dan los conflictos y el estudiante aprende a resolverlos en la compañía de sus pares, se apropia de la negociación y del conocimiento de que en la soledad no se pueden resolver los grandes problemas sociales, si no aportas en los pequeños.

Así, tener consciencia de la individualidad y su contraparte del desarrollo social, genera un equilibrio de competencias y le permite, a veces de manera dolorosa por la pérdida de las calificaciones individuales que se premiaron a lo largo de su vida, entender que solamente puede avanzar si él aporta al equipo para que todos avancen con mejores expectativas.

Los ensayos representan junto con la clase, la apertura hacia las aplicaciones, de tal forma que la búsqueda de la información ayuda con las competencias y la mente lingüísticas se fortalece, permitiéndole al estudiante explicaciones más cercanas, una vez que se comienza la construcción de estos, se dan cuenta que se construyen con los conceptos que están abordando en la clase y que la naturaleza y la ingeniería son asequibles a su raciocinio.

Algunos ejemplos de los 40 diferentes ensayos discutidos en la clase de Cálculo Diferencial (CD), Cálculo Integral (CI), Cálculo Vectorial (CV), Álgebra Lineal (AL) y Ecuaciones Diferenciales (ED), adicionales a los temas directos de la asignatura son:

- Votaciones, elecciones presidenciales y otras de actualidad: tema intervalos, CD.
- Uso de presupuestos por el gobierno: tema intervalos, CD.
- El GPS: tema funciones de varias variables, CV.
- El control de los sueños, película “El origen”: transformaciones no lineales, CV.
- El dumping: tema linealidad, AL.
- Puentes: tema operaciones con vectores, CV.
- El tiempo, película “La máquina del tiempo”: tema la derivada parcial, CV.
- Hoyos negros y el espacio: tema gradiente, divergencia y rotacional, CV.
- El método de exhaustión griego: tema integral definida, CI.
- Robots industriales: tema operaciones con vectores, CV.
- MRP: tema transformaciones lineales, AL.
- ¿Fallan las estructuras por su propio peso?: tema métodos de integración, CI.
- Procesos productivos: tema operaciones con funciones, CD.
- Película “Yo robot”: operaciones con vectores, CV.
- Rayos X, Resonancia magnética, ultrasonidos y otras imágenes médicas: tema graficación, CD y CV.
- El clima: tema campos escalares y vectoriales, CV.
- Resonancia: tema operaciones con funciones, CD y ED.
- Sismos y huracanes (desastres naturales): tema campos escalares y vectoriales, CV.
- Componentes electrónicos: tema ecuaciones diferenciales de orden n , ED.

- Análisis de la obra de Laplace: tema la transformada de Laplace, ED.
- Análisis de la obra de Fourier: tema series de Fourier, ED.
- El universo mecanicista: tema operaciones con vectores, CV.
- Película “Matrix”: tema funciones de varias variables, CV.

Los exámenes y ejercicios en equipo aportan a las competencias interpersonales, ya que permiten el fortalecimiento de valores y de competencias relacionadas con la mente consciente y del uso de la libertad y los recursos, mientras en los exámenes de equipo se fortalece la mente social y la corporal. Es importante comentar que el comportamiento en el examen de equipo y el examen individual únicamente se diferencia en el silencio del grupo, en donde caes en lo que es el lugar común de experiencias previas de evaluación, solamente se ve aderezado por la forma en que los estudiantes emplean sus recursos.

Algunos con competencias débiles conceptualmente rastrean la similitud entre diversos ejercicios, con lo cual sus acciones de búsqueda agotan los tiempos del examen y no concluyen su evaluación, son los menos. Aquellos que han desarrollado y liderado los ensayos y los exámenes en equipo, demuestran soltura y libertad, van a los recursos en búsquedas específicas, asegurando con la teoría sus aseveraciones, comprueban, evalúan sus propios resultados, muestran la madurez que te da el dominio de las competencias que se han fortalecido a lo largo del curso y de todas las actividades.

CONCLUSIONES

De la encuesta aplicada, tipo ensayo, en la que el alumno a manera de autoevaluación expresa los principales aprendizajes logrados con cada uno de los tipos de evidencia, pidiéndole explique el por qué y cómo logró sus alcances en las competencias del curso, destacan en sus evaluaciones los comentarios sobre el trabajo en equipo, en cuanto los exámenes individuales, lo único que destaca es la mención a la libertad encontrada, que nunca esperaron y que por lo mismo en muchas ocasiones emplearon mal.

- 85% de los estudiantes expresaron que al inicio no sabían para qué eran los ensayos y no les gustaban, y ellos mismos expresan que al final del curso tiene una visión más amplia de la ingeniería y su papel social. Se debe notar que no se refieren a “su ingeniería”.

De los exámenes de equipo destaca la oportunidad que se tiene de acercarse a los temas del curso para poder calcular sus debilidades y tener la oportunidad de acercarse a la asesoría o a la clase con cuestionamientos completos, y en contraparte se señalan las debilidades encontradas en la gestión del equipo y el cómo pudieron solventarlas y las lecciones aprendidas.

- 90% expresan que lo más difícil del curso fue el trabajo en equipo en los ejercicios.

La mayor referencia destacable es hacia los ensayos, ya que, manifiestan de entrada que no encontraban la razón de efectuarlos porque nunca habían realizado actividades similares y menos en un curso de matemáticas, sin embargo, destaca el comentario generalizado de que conforme avanzaba el curso y, por tanto, los contenidos de los ensayos, su calidad mejoró y

lo fueron conectando con el contenido del curso y mejoraron su competencia general de comprensión de las aplicaciones de los conceptos bajo estudio.

En lo general, los ensayos les permitieron aterrizar los conceptos y relacionarlos con sus ingenierías, así como, la comprensión del por qué ocurren muchos de los fenómenos naturales y, por tanto, de cómo interpretar las ecuaciones y los resultados obtenidos con referencia a alguno de esos fenómenos.

Destaca la emoción que muestran del cómo ven las cosas con diferente mirada, como se dan explicaciones a lo largo del camino de la escuela a la casa de los que ven o de lo que perciben.

En particular un tipo de ensayo que mostraron fascinación corresponde al análisis de películas de moda, ya que, mencionan como las tuvieron que ver más de una vez, porque cada vez que las veían descubrían más y más relaciones con lo que estaban estudiando, es decir bajo esta estrategia se logran tocar las fibras blandas de la naturaleza humana desde la ciencia dura y la ingeniería para llegar a las emociones y a las relaciones interpersonales fuertes y duraderas.

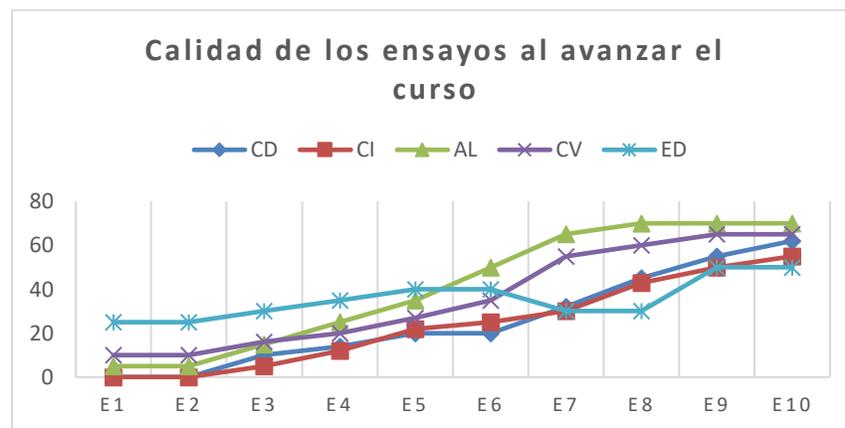


Figura 2. Calidad de los ensayos en el avance a partir del ensayo E1, hasta el E10 en cada una de las asignaturas. Elaboración propia.

La Figura 2 muestra el incremento de calidad de los ensayos conforme avanza el contenido del curso, el indicador es porcentaje de los ensayos recibidos en primera oportunidad que son acreditados con mínimo 70% de calificación.

Inicialmente, en cada curso básico el número de ensayos acreditados es nula, mientras en CV, AL y ED alcanza un máximo de 25%. En todos los casos el incremento es similar, pero ED manifiesta relativa estacionalidad, esto se debe a que es el curso más avanzado y la temática es más específica de carrera. Dentro de la misma asignatura destaca la caída en los ensayos E7 y E8 que se refieren al análisis de las obras de Laplace y Fourier, lo cual se puede interpretar como una falta de interés a temas que parecen ser teórico-históricos.

En sentido contrario se muestran las etapas finales de calificación alta y estacionaria, sobre todo en los cursos de AL y CV, cuyos contenidos están relacionados con análisis de películas,

lo que resalta la idea de que las técnicas audiovisuales asociadas a las emociones son siempre un aliciente para el aprendizaje.

Finalmente, la experiencia muestra que el uso de diferentes evidencias permite potenciar competencias técnicas e interpersonales de manera equilibrada, pero sobre todo se logró que el estudiante tenga contacto continuo con las competencias de egreso que habrá de lograr y con el papel social que una vez egresado habrá de desarrollar.

BIBLIOGRAFÍA

- García, C. y Alvarado, M. (septiembre, 2017). *Hacia un modelo de educación superior tecnológica para América Latina*. Ponencia presentada en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería – EIEI-ACOFI 2017. Cartagena, 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>