

## INVESTIGACIONES CONTEXTUALES VINCULANTES CON EL MEDIO SOCIAL Y PRODUCTIVO

M. Alvarado Arellano<sup>1</sup>  
C. García Franchini<sup>2</sup>  
O. A. Cid Turcott<sup>3</sup>

### RESUMEN

Las ciencias básicas dan sustento a la ingeniería, pero existe una marcada opinión de que las matemáticas están desvinculadas de los aspectos de la realidad cotidiana, implicando un estudio árido y ajeno a las aplicaciones con que se enfrentará el egresado de ingeniería. Con esta premisa, el equipo de trabajo plantea el proyecto de investigaciones contextuales vinculantes con el medio social y productivo, que consiste en el desarrollo de ensayos que respondan al análisis de situaciones del contexto que vinculen los temas teóricos con las aplicaciones prácticas cotidianas o del sector productivo. En dichas investigaciones, los estudiantes responden a una serie de cuestionamientos preestablecidos por los profesores, y estos se convierten en el hilo conductor de la redacción y de su propia vinculación con los sectores social y productivo, ya que con ello se evita la copia directa del internet y se invita a incluir la opinión de expertos del sector productivo y social, para complementar sus conclusiones. En su autoevaluación, los estudiantes indican que los ensayos les permiten conocer las aplicaciones reales y ver de cerca las aplicaciones propias de su área. Adicionalmente, se muestra como el porcentaje de aprobados en los ensayos es mayor que los aprobados en el curso, con lo que se muestra que se han fortalecido competencias sistémicas de investigación y trabajo en equipo vinculadas con las aplicaciones en su futuro campo de trabajo.

### ANTECEDENTES

Las ciencias básicas dan sustento a la ingeniería y permiten la creación de conocimiento nuevo e innovación fundamentales para la cultura de las naciones, mismos que son un recurso necesario para la competitividad y la creación de bienes y servicios (Academia de Ingeniería, 2103a). Sin embargo, ante el pobre desempeño del sistema educativo nacional y la baja calificación de la fuerza laboral (ídem), es necesario encontrar nuevas formas de lograr una mayor vinculación entre los conocimientos teóricos y la práctica productiva, misma que se debe fortalecer desde el trabajo en las aulas.

Las ciencias básicas han sido catalogadas como áridas y desvinculadas con la realidad, no empero, son el elemento esencial para la comprensión y habilitación de las nuevas técnicas que la humanidad espera para la sustentabilidad (Academia de Ingeniería, 2103b) tales como: desarrollo de tecnologías para el almacenamiento eficaz del carbono, el mejoramiento de la salud, el combate a la corrupción, la simplificación de los procesos productivos, la disminución de la polución y la contaminación de aire, tierra y agua, entre otras.

Para ello, el futuro egresado debe mejorar e integrar con mayor calidad, eficiencia y eficacia sus competencias; mismas que deben de ser potenciadas desde la etapa de formación del futuro ingeniero, teniendo presente que toda estrategia de vinculación no solo se hace con el sector productivo, sino también con la propia cultura del país y por tanto con sus aspectos

<sup>1</sup> Profesora Titular de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México.  
maraare@yahoo.com

<sup>2</sup> Profesor Titular de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México.  
cgfranchini@gmail.com

<sup>3</sup> Profesor Titular de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México.  
buran@prodigy.net.mx

sociales y cognitivos. Una de las formas de integrar esas competencias desde el seno estudiantil, es lo que el equipo de trabajo de este proyecto ha denominado: investigaciones contextuales vinculantes con el medio social y productivo.

La investigación contextual vinculante es una estrategia didáctica estructurada desde la instrumentación didáctica del curso vinculada directamente con los contenidos del curso y las aplicaciones reales desarrolladas en el sector productivo y social, sobre todo de la región de influencia institucional, que a su vez son formadoras de competencias genéricas y específicas relacionadas con el futuro desempeño de los ingenieros, sobre todo aquellas de carácter sistémico como la investigación y el análisis de problemas.

Para el equipo de trabajo, la investigación contextual vinculante consiste en la estrategia didáctica de realización de ensayos de investigación de campo y bibliográfica, vinculados con temas contextuales reales de aplicación de los conceptos vertidos en la clase, de acuerdo con los programas de estudio y las empresas de la región, y que además, como ya se mencionó, son formadores de competencias del perfil de egreso y dan una imagen clara de cómo y dónde se aplican las ciencias básicas, específicamente las matemáticas.

Bajo esta premisa, en el grupo de trabajo se planteó la propuesta de potenciar las competencias desde las ciencias básicas, que es el entorno de trabajo del equipo, al realizar acciones de vinculación que propicien por principio, hacer que los procesos productivos, la propia ciencia y tecnología, así como los aspectos sociales de la ingeniería; refuercen las aplicaciones prácticas de las asignaturas y en segundo, ayudar a que los estudiantes tengan un acercamiento a los espacios productivos y sociales, para que se relacionen de manera temprana con su futura área de trabajo y su impacto social.

La forma específica de la investigación contextual vinculante es la entrega de ensayos integrando dos por unidad programática dentro del desarrollo y evaluación del curso, mismos que son desarrollados por equipos de hasta cinco estudiantes. Los ensayos se construyen bajo un tema definido previamente y discutido por el equipo del proyecto, el cual debe de cubrir obligatoriamente los primeros seis requisitos y reforzarse en los posteriores:

1. Ser una temática de alto impacto tecnológico y social.
2. Estar relacionado con la asignatura en el fondo teórico.
3. El componente teórico de lo que se investiga refuerza la temática específica de la unidad.
4. De preferencia el tema debe ser de actualidad.
5. De preferencia debe ser controversial.
6. Estar relacionado con su vida cotidiana.
7. Si no es actual, debe cubrir los requisitos previos, pero debe ser el sustento de la ciencia y la tecnología actual, aplicado en procesos productivos de la región.
8. Si el tema es tratado en alguna película, mucho mejor, ya que con esto se tiene un plus que los atrae.
9. Los actores principales del tema son visibles, y a veces son el propio tema del ensayo, su obra es la guía. El actor principal puede ser una empresa o proceso productivo.
10. Puede ser un tema futurista o inexistente, que obligue a la reflexión sobre el tema de la asignatura y el impacto futuro de la ingeniería.

Las condiciones para el ensayo son fijas a lo largo de todos los temas y se evalúan mediante la misma rúbrica, por lo que los estudiantes deben responder a una serie de cuestionamientos que permiten ser el hilo conductor del ensayo y de la búsqueda de respuestas en el medio social y productivo.

La pregunta de investigación que se formula es si, ¿la investigación contextual vinculante con el sector social y productivo cumple la función de vincular conceptos con aplicaciones prácticas reales, así como con los aspectos éticos y el impacto social y productivo de la tecnología, reforzando competencias genéricas del perfil de egreso del futuro ingeniero?

Se estructuró un proyecto de investigación-acción en la cual, el equipo de profesores seleccionó un conjunto de temas para cada una de las asignaturas (dos por unidad), junto con un conjunto de cuestionamientos específicos que el estudiante debería de contestar dentro de la estructura del ensayo, de tal forma que integre además comentarios, entrevistas, o cualquier otro tipo de recurso de investigación contextual que permita relacionar el tema con los aspectos sociales, productivos, de sustentabilidad y éticos de la ingeniería.

El espacio de operación del proyecto es dentro del Tecnológico Nacional de México (TecNM), específicamente con estudiantes del Instituto Tecnológico de Puebla que cuenta con una población de alrededor de 7200 alumnos. La muestra elegida es específica, pues corresponde con 10 de los 12 grupos atendidos por los profesores del equipo, en donde cada grupo tiene en promedio 30 estudiantes y se inscriben libremente con los profesores al seleccionar su carga horaria. El proyecto se evalúa para este documento en los últimos cinco años, lo que corresponde a 3603 alumnos, que corresponde aproximadamente al 5% de la población semestral de la institución, incluyendo a las asignaturas de Cálculo Diferencial (CD), Cálculo Integral (CI), Cálculo Vectorial (CV), Álgebra Lineal (AL) y Ecuaciones Diferenciales (ED), con estudiantes de entre primero y sexto semestre.

## **METODOLOGÍA**

El método empleado en la clase es la investigación-acción, estructurando preguntas orientadoras vertidas desde el diseño de la instrumentación didáctica, y modificando el actuar de la clase y las investigaciones conforme se alcanzan los resultados parciales.

Los temas elegidos satisfacen los requisitos planteados en el apartado previo, y en cada semestre se reevalúa la pertinencia de cada tema de acuerdo con la propia evaluación de los estudiantes, y se incluyen nuevos que surgen con base a las preguntas contextuales de los estudiantes, y sobre todo de películas, noticias o tecnología de actualidad. Así la investigación-acción permite revisar de manera continua si se está logrando la vinculación adecuada, y de ser el caso, realizar las correcciones y actualizaciones pertinentes, incluso dentro del mismo semestre, modificando la planeación, en caso de algún evento que por su impacto sea esclarecedor de las aplicaciones reales y su impacto social.

Algunos de los temas elegidos y su relación con el curso son:

- Votaciones presidenciales: 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 y estructuras: 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.
- RPM: 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 en los procesos: tema operaciones con funciones, CD.
- Sismos: tema campos escalares y vectoriales, CV.
- Componentes electrónicos: tema ecuaciones diferenciales de orden  $n$ , ED.
- Funciones de transferencia en los procesos: tema la transformada de Laplace, ED.
- El diseño digital: tema series de Fourier, ED.
- El pensamiento mecanicista: tema operaciones con vectores, CV.
- Película “Matrix”: tema funciones de varias variables, CV.
- La telefonía celular: tema funciones de varias variables, CV.

Una vez que se define la actividad y el tema asociado del curso, se contextualizan una serie de cuestionamientos que de manera general cubren los tópicos:

- Análisis de la relación de contenido con el tema del curso.
- Principales ecuaciones, principios, definiciones y variables que los relacionan.
- Implicaciones del principio teórico empleado y su aplicación práctica socialmente.
- Implicaciones del principio teórico y su aplicación práctica en el sector productivo.
- Implicaciones del principio teórico y su aplicación práctica en la sustentabilidad.
- Implicaciones de la aplicación práctica en las acciones éticas del ingeniero.
- Opinión de al menos una persona del área productiva.
- Opinión de al menos una persona del área social.
- Desarrollo y consecuencias históricas del principio y de sus aplicaciones prácticas.
- Opinión propia de los estudiantes consensuada en el equipo.
- Conclusiones.

Las preguntas se estructuran de tal forma que inviten a desarrollos originales, y no ha descargas del tema abierto en el internet, así las respuestas a las preguntas concretas son estructuradas como ensayo por los equipos de estudiantes, los cuales realizan la investigación de campo en empresas relacionadas con el tema planteado, y con fuentes de información complementan los esquemas teóricos que los relacionan con el concepto del programa de estudio. Esta vinculación genera preguntas contextualizadas en la clase, que amplían el rango de discusión centrada en las aplicaciones y no en el concepto matemático puro.

Los ensayos se evalúan de acuerdo con una rúbrica que contiene los siguientes criterios:

- a) Respuesta a cada uno de los cuestionamientos.
- b) Inclusión de imágenes que clarifiquen los conceptos o el contenido.
- c) Calidad general del documento, incluida ortografía.
- d) Fuentes de información, sobre todo las empresas y funcionarios entrevistados.
- e) Originalidad y conclusiones: generales, éticas y de sustentabilidad.
- f) Trabajo en equipo.
- g) Aplicaciones de los conceptos del curso en el tema investigado.

Una consecuencia importante de las investigaciones contextuales vinculantes es que, en cada ejercicio o evaluación de conceptos teóricos, como parte de la rúbrica, se le exige al estudiante que haga una interpretación del ejercicio de acuerdo con una situación contextual y que, con base al mismo, de la interpretación del resultado.

Finalmente, al concluir el semestre, ya que se han evaluado los diez ensayos junto con el resto de las evidencias que incluyen ejercicios individuales y en equipo, se realiza la evaluación sumativa de las 25 evidencias que incluye el curso y se estructura la calificación final, en la cual se incluye en situación especial la evaluación del portafolio de evidencias en las que se pide al estudiante autoevalúe su curso, y concluya al respecto de su desempeño general, y en específico sobre sus investigaciones y la vinculación lograda.

Así, el proyecto de investigación contextual vinculante es no experimental, y se plantea la hipótesis de que: mediante ensayos de investigación contextual es posible propiciar la vinculación, así como la asociación entre los procesos productivos y la teoría, mientras se fortalecen las competencias genéricas sistémicas de investigación y análisis de problemas. Además, la condición específica de incluir la opinión de al menos un actor del sector productivo y otro del social, es una herramienta de vinculación que obliga a los estudiantes a acercarse al área de su futura acción laboral, logrando la interpretación y aplicación de los conceptos en espacios fuera del aula y ampliándolo con las competencias éticas del profesional.

La selección de los estudiantes que participan en el proyecto corresponde con la matrícula de los cursos de los profesores del equipo, con inscripción libre de acuerdo con las políticas institucionales. Dicha muestra pertenece a las carreras de ingeniería de la institución: mecánica (IM), electrónica (IEa), eléctrica (IE), industrial (II), logística (IL) y tecnologías de la información y comunicación (ITIC), correspondiendo a 10 grupos por semestre, de entre 25 y 40 estudiantes cada uno. La población total de la institución es de 7200 estudiantes, por lo que la muestra es de aproximadamente 5% semestral del total. Aunque, posiblemente más estudiantes realizan actividades similares con otros profesores, no se estudia en este trabajo la metodología u objetivos que se pueda tener planteada para este conjunto fuera de la muestra.

En el desarrollo del curso se planean las fechas de entrega de cada ensayo de acuerdo con la programación de los temas del curso, cada ensayo se revisa y si la calificación no es aprobatoria se le regresa al equipo junto con las condiciones de mejora, basadas en las deficiencias encontradas de acuerdo con la rúbrica.

Una vez que el ensayo está en manos de los estudiantes, si fue aprobado lo conservan para presentarlo en su portafolio de evidencias que se estructura al final del curso; sin embargo, en caso de tener observaciones por no haberlo aprobado, tienen una segunda oportunidad para presentarlo en la fecha que, para tal efecto ya les fue presentada en la planeación. En esta segunda oportunidad con base en las sugerencias de la evaluación previa, se vuelve a evaluar y de igual forma; si éste es aprobado los alumnos lo conservan para integrarlo en su portafolio de evidencias, por el contrario, si el ensayo no es aprobado se asienta calificación cero en las listas para esa evidencia.

En los cursos de la muestra, cada unidad cuenta con cinco evidencias ponderadas para su calificación, en este caso la mayoría de los ensayos están ponderados entre 10 y 20%, por lo que, aun reprobando un ensayo en una unidad, es posible lograr una calificación aprobatoria en la unidad. La calificación mínima aprobatoria es 70%, y la calificación global del curso exige acreditar todas las unidades al menos con 70%, logrando la calificación global promediando las calificaciones de las 5 unidades del curso.

## RESULTADOS

La evaluación de los ensayos del proyecto de investigación contextual vinculante se realiza mediante una rúbrica que comprende el conocer, saber hacer y la componente actitudinal propia de las competencias vertidas en la instrumentación didáctica, dando resultados positivos de formación de competencias genéricas, relacionadas con el futuro desempeño de los estudiantes en el 100% de los casos obtenida de la evaluación de los ensayos. A pesar de que el índice de aprobación en promedio en los 10 grupos reportados es cercano a 60%, cubriendo el 100% del contenido del programa de estudios.

Tomando como fuente las listas de los participantes en el proyecto de investigación contextual vinculante, se resume la distribución por carrera mostrada en la Tabla 1, mientras en la Tabla 2 se muestra la distribución porcentual de estudiantes por asignatura, el tamaño total de la muestra es 3603 estudiantes distribuidos longitudinalmente en diez semestres de análisis.

Por las condiciones de los grupos no se hace señalamiento de género y se aclara que exclusivamente en los grupos de primer semestre, que son los más grandes, normalmente los alumnos pertenecen a la misma carrera y están inscritos en CD; en el resto de los cursos los estudiantes de los grupos son de diversas carreras, con excepción del curso de ED que solamente aplica en las carreras de IM, IEa e IE.

Como se observa en la Tabla 1, la muestra se concentra más en CD, ya que corresponde con 3 grupos de 40 alumnos cada uno, mientras 3 son de CI, 1 de CV, 2 de AL y 2 de ED, el promedio de alumnos por grupo es 30.03.

**Tabla 1.** Distribución porcentual de alumnos por carrera/asignatura.

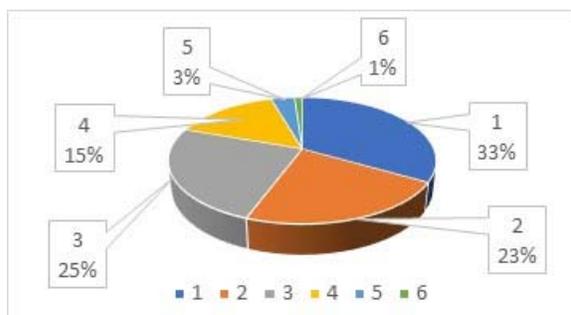
CARRERA/ ASIGNATURA	CD	CI	CV	AL	ED
IM	33.8	20.1	7.1	13.4	25.5
IEa	34.7	20.8	6.1	16.1	22.3
IE	0.0	34.3	19.2	35.6	10.9
II	40.3	24.0	7.1	28.6	0.0
IL	0.0	24.8	20.9	54.3	0.0
ITIC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Tabla 2.** Distribución porcentual de alumnos por semestre/asignatura.

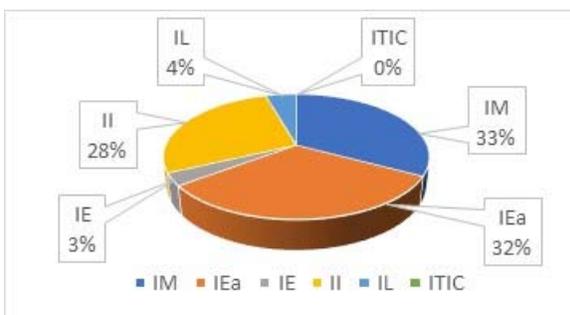
	CD	CI	CV	AL	ED
1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	85.7	0.0	14.3	0.0
3	0.0	9.8	26.7	63.5	0.0
4	0.0	2.2	4.6	11.2	81.9
5	0.0	3.3	11.6	12.6	72.5
6	0.0	0.0	6.9	0.0	93.1

La distribución que se muestra en la Tabla 2 se debe principalmente a la administración de la carga académica: CD en primer semestre, CI en segundo, CV en tercero a la par de AL y ED en cuarto; la participación de alumnos de semestres posteriores en una asignatura es debido principalmente por la repetición de los cursos.

De manera complementaria a partir de las Tablas 1 y 2, se presentan las Figuras 1 y 2 en correspondencia, respectivamente con la distribución porcentual por semestre de la muestra y la distribución porcentual por carrera, dichos porcentajes están asociados a la población total por carrera en la institución y a las características de las ciencias básicas que se cubren normalmente en los primeros 5 semestres de todas las carreras.



*Figura 1.* Distribución porcentual de la muestra por semestre.



*Figura 2.* Distribución porcentual de la muestra por carrera.

En las gráficas de las Figuras 3 a 8 se toma como fuente el registro de calificaciones de los profesores, así como las autoevaluaciones que presentan los alumnos en el portafolio de evidencias al concluir el curso.

La Figura 3 resume el porcentaje de estudiantes que presentan cada ensayo, se puede observar que conforme avanza el curso, cada vez menos estudiantes entregan sus ensayos, esto ocurre porque no se han acreditado otras evidencias, debido principalmente a su falta de vinculación y abandonan el curso.

La Figura 4 muestra el porcentaje de entrega de evidencias, una vez evaluada la primera oportunidad, incluyendo a los que ya han aprobado esa evidencia. La diferencia entre ambas figuras radica en las entregas de evidencia E1 y E2, que no son entregadas en la 1ª oportunidad, mientras si se hace en la segunda. Por otro lado, la evidencia E10 es la que menos se entrega, ya que, al estar en el fin del curso, el porcentaje de entrega es muy similar a la cantidad de aprobados del curso, es decir, el estudiante ya predice de antemano su situación académica y no entrega el ensayo.



Figura 3. Porcentaje de estudiantes que presentan cada ensayo en 1ª oportunidad.

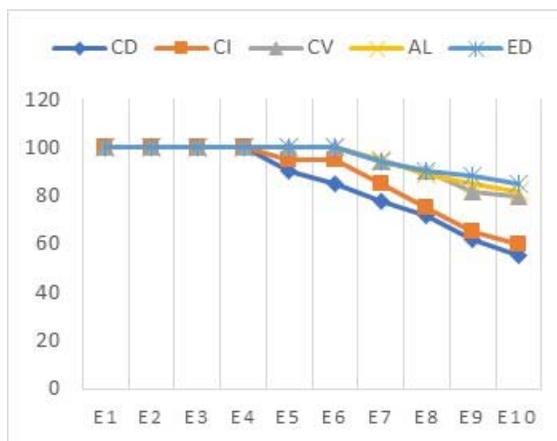


Figura 4. Porcentaje de estudiantes que presentan los ensayos (en 1ª o segunda oportunidad, o ambas).

La Figura 5 muestra el porcentaje de aprobados en la primera oportunidad de cada evidencia, mientras la Figura 6 resume el porcentaje de aprobación de las evidencias incluidas ambas oportunidades. Estas gráficas son muy diferentes, ya que la 5 muestra realmente una curva de aprendizaje, en la que la acreditación se incrementa en cada nueva evidencia que se presenta, con excepción de la anomalía presente en AL en las evidencias E6-E8, que refleja la complejidad de los temas de “espacios vectoriales” según lo han expresado los alumnos, ocurriendo algo similar en E9-E10 de CI que corresponde al tema de sucesiones y series.

Por otro lado, en la Figura 6 se muestra el decaimiento asociado a la reprobación por la integración de la calificación de todas las evidencias incluidas, es importante notar que, en todas las gráficas, las curvas más bajas corresponden a CD y la más alta a ED, lo que refleja

la diferencia de madurez entre estudiantes de nuevo ingreso y los más avanzados de arriba de cuarto semestre; pero sobre todo el aprendizaje en llegar a los espacios de vinculación.

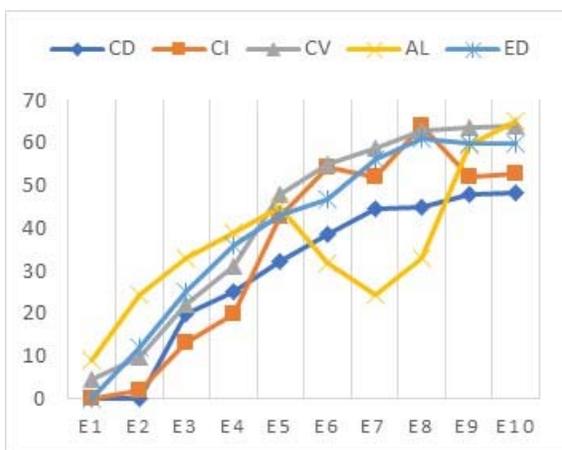


Figura 5. Aprobación de la evidencia en la primera oportunidad.

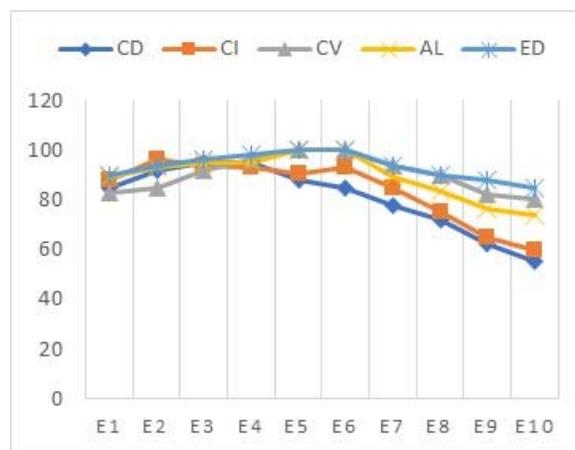


Figura 6. Aprobación de la evidencia en ambas oportunidades.

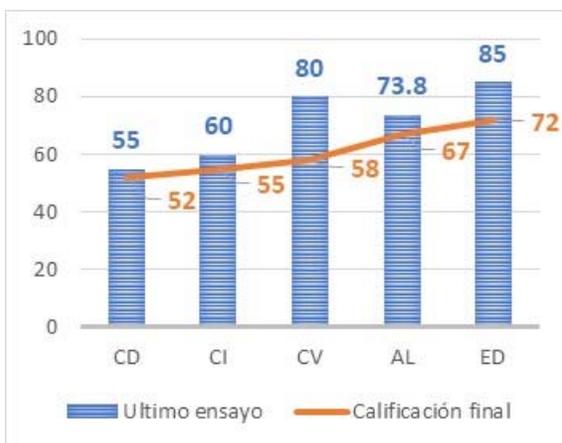


Figura 7. Comparación entre calificación final y aprobación del ensayo E10.



Figura 8. Preferencia sobre los temas de los ensayos de acuerdo con la autoevaluación.

Numéricamente la comparación entre la parte terminal (E10) de la Figura 6 y el promedio de la calificación final del curso, muestra que hay un mejor desempeño en el desarrollo de los ensayos y, por tanto, en el alcance de la vinculación, pero la calificación final se ve limitada por las evidencias (exámenes y ejercicios) relacionadas con la operatividad y los aspectos teóricos de los temas, este hecho se muestra en la Figura 7.

Dentro de la autoevaluación realizada en el portafolio de evidencias, se les pide a los estudiantes indicar su preferencia sobre los temas de las investigaciones contextuales vinculantes, resultado que se resume en la Figura 8, en donde se muestra que la preferencia mayor es el análisis de películas con 31.3%, mientras el menor es en aspectos biográficos con 3.6%, es importante remarcar que el análisis de tecnología ocupa el segundo lugar con

22.3%, y en tercero el análisis de procesos con 18.8%, estos dos últimos son claramente aspectos de vinculación que suman el 41%.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la opinión de los estudiantes, tomada de sus portafolios de evidencias, la estrategia de investigación contextual vinculante les permite complementar y comprender más satisfactoriamente la aplicación real de los temas del curso, sobre todo, por las actividades de vinculación logradas, adicionalmente, se vierten comentarios de la dificultad que encuentran para redactar, y sobre todo el déficit en el trabajo en equipo que es marcada como la causa más importante de fracaso. Los equipos no son fijos y la curva de aprendizaje mejora porque los equipos se reorganizan, dejando la afinidad por compañerismo y asociándose por competencias dentro de las que resalta la capacidad de lograr espacios de vinculación.

La preferencia y mejor calidad de los trabajos se relacionó con la temática de análisis de películas actuales, y de la misma forma los estudiantes marcaron esta temática como preferente, seguida de los aspectos de tecnología propia de su ingeniería; estas tres preferencias suman más del 70% de los casos. De manera más concreta estas tres temáticas permiten a los estudiantes vincular sus aprendizajes teóricos con aspectos de tecnología, ya que las películas elegidas están relacionadas con este tema, pero restan un poco a la vinculación con la empresa, aun así, se refuerza lo positivo de la hipótesis planteada de la cual destaca el 41% relacionada con las actividades de vinculación con el sector productivo.

Finalmente, tomando en cuenta la opinión vertida por los estudiantes integrada en la autoevaluación final, sobre la comprensión del tema y sus aplicaciones, ésta es mayor que el porcentaje de aprobados, lo que implica que la acción vinculante permitió una mayor comprensión de las aplicaciones de los temas y su vinculación con el sector productivo y social, pero hay deficiencias en los aspectos de operatividad y acciones analíticas de los conceptos matemáticos, por lo cual falta un avance importante en este aspecto.

Otra característica importante que surge por sinergia, es que la discusión en la clase se enriquece porque hay más conocimiento de las aplicaciones y de los espacios en que ocurren, debido a las acciones de vinculación logradas, las preguntas y el conocimiento del tema mejoran los desempeños y la culturización del grupo, en palabras de los propios alumnos interpretadas del 100% de las autoevaluaciones, lograron comprender que la vinculación realizada les permitió ver las aplicaciones reales de los conceptos y el impacto que tienen en su ingeniería y su vida diaria, eso es finalmente el aspecto que se quería potenciar y se logró en el 100% de los estudiantes aprobados, e incluso en buen porcentaje de los no aprobados alcanzando un 20% en el caso de CV y 13% en ED.

## BIBLIOGRAFÍA

Academia de Ingeniería (2013a). Estado del arte y prospectiva de la Ingeniería en México y el mundo. Obtenida el 2 de febrero de 2018, de <http://www.ai.org.mx/libro/estado-del-arte-y-la-prospectiva-de-la-ingenier%C3%ADa-en-m%C3%A9xico-y-el-mundo-2013>.

Academia de Ingeniería (2013b). La educación en Ingeniería en México y el mundo. Obtenida el 2 de febrero de 2018, de <http://www.ai.org.mx/libro/estado-del-arte-y-la-prospectiva-de-la-ingenier%C3%ADa-en-m%C3%A9xico-y-el-mundo-2013>.