

2019-07-01

Aplicación de estrategias didácticas enfocadas en aprendizaje activo en ingeniería. Estudio de caso para un espacio académico de sistemas de control

Luis Hernando Correa Salazar

Universidad de La Salle, Bogotá-Colombia, lcorrea@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Correa Salazar, L. H.. (2019). Aplicación de estrategias didácticas enfocadas en aprendizaje activo en ingeniería. Estudio de caso para un espacio académico de sistemas de control. *Actualidades Pedagógicas*, (74), 49-77. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss74.3>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Aplicación de estrategias didácticas enfocadas en aprendizaje activo en ingeniería. Estudio de caso para un espacio académico de sistemas de control

Luis Hernando Correa Salazar

Universidad de La Salle, Bogotá-Colombia

lcorrea@unisalle.edu.co - <https://orcid.org/0000-0002-8394-2551>



Resumen: Este trabajo presenta el desarrollo de un estudio de caso relacionado con la aplicación de estrategias didácticas de aprendizaje activo en un espacio de sistemas de control de un programa de ingeniería. A pesar de identificar algunas dificultades para la obtención de mejores resultados en su aplicación, el análisis de las respuestas sobre la percepción que tienen los estudiantes acerca de estas didácticas novedosas muestra que hay receptividad y que las mismas se constituyen en un medio interesante para que los alumnos, además de los contenidos y saberes estrictamente disciplinares, empiecen a pensar en aprendizajes relacionados con actitudes y habilidades.

Palabras clave: aprendizaje activo; estudio de caso; indagación; proyecto; exposición magistral; reflexión metacognitiva.

Recibido: 20 de mayo de 2018

Aceptado: 27 de octubre de 2018

Versión Online First: 31 de octubre de 2019

Publicación final: 12 de diciembre de 2019

Cómo citar este artículo: Correa Salazar, L.H. (2019). Aplicación de estrategias didácticas enfocadas en aprendizaje activo en ingeniería. Estudio de caso para un espacio académico de sistemas de control. *Actuaciones Pedagógicas*, (74), 49-77. <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss74.3>





Application of teaching strategies focused on active learning in engineering. A case study for an academic space of control systems

Abstract: This paper presents the development of a case study related to the application of active learning teaching strategies in a space of control systems of an engineering program. Despite identifying some difficulties in obtaining better results in their application, the analysis of responses about the students' perception of these novel didactics shows that there is receptivity and that they constitute an interesting means so that students, in addition to strictly disciplinary content and knowledge, begin to think about learnings related to attitudes and skills.

Keywords: active learning; case study; inquiry; project; keynote presentation; metacognitive reflection.



Aplicação de estratégias didáticas focadas em aprendizagem ativa em engenharia. Estudo de caso para um espaço acadêmico de sistemas de controle

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um estudo de caso relacionado à aplicação de estratégias didáticas de aprendizado ativo em um espaço de sistemas de controle de um programa de engenharia. Apesar de identificar algumas dificuldades em obter melhores resultados na sua aplicação, a análise das respostas sobre a percepção dos alunos sobre essas novas didáticas mostra que há receptividade e que elas constituem um meio interessante para os alunos, além dos conteúdos e saberes estritamente disciplinares, começarem a pensar em aprendizados relacionados com atitudes e habilidades.

Palavras chave: aprendizagem ativa; estudo de caso; investigação; projeto; aula expositiva; reflexão metacognitiva.



Introducción

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de caso sobre la aplicación de diferentes estrategias didácticas de aprendizaje activo para un espacio académico de sistemas de control en una carrera de ingeniería. La estructura del artículo es la siguiente: En una primera parte se presenta la fundamentación teórica y la caracterización básica de las estrategias didácticas usadas: Aprendizaje basado en problemas (ABP), Aprendizaje basado en estudios de caso (ABC), Aprendizaje basado en indagación (ABI) y Aprendizaje basado en proyectos (ABPr). Una vez presentada la fundamentación conceptual, el trabajo prosigue describiendo la metodología utilizada en la aplicación de las estrategias; es decir, caracterizando el espacio académico, el instrumento para recolección de la información y la duración y unidades académicas sobre las que se aplicaron las estrategias. El trabajo continúa con la presentación de los resultados obtenidos para las partes cuantitativa y cualitativa del instrumento en forma gráfica y con el análisis e identificación de algunos aspectos de interés. El trabajo finaliza presentando las conclusiones extraídas del análisis de los resultados.

51

Marco teórico

Aprendizaje basado en problemas

En los últimos años ha habido un interés creciente por la estrategia de Aprendizaje basado en problemas. El propósito de este proyecto de investigación es la aplicación de esta estrategia en la formación de ingenieros, dado que una actividad fundamental en ingeniería es la solución de problemas, traducida en unos diseños (planos, memorias técnicas, documentos de especificaciones, etc.) fruto de varios pasos o etapas: especificación clara del problema, diseño conceptual, diseño detallado, modelación, construcción de prototipos y/o simulación de escenarios de operación, producción de documentos, etc.

Según el trabajo de Baharom y Palaniandy (2013), el uso de la estrategia de aprendizaje basado en problemas contribuye de manera significativa con el aprendizaje y con la adquisición de competencias genéricas de los estudiantes. En esto concuerdan Surif, Ibrahim y Mokhtar (2013), estudio en el que se enfatiza que la estrategia se fundamenta en el aprendizaje activo. Los resultados en un estudio de caso aplicado por los autores de este trabajo revelan que los estudiantes son capaces de solucionar los problemas que se les presentan, usando lecturas seleccionadas, actividades en grupo, lecturas guiadas y aprendizaje independiente. Los resultados también muestran que el ABP podría mejorar las competencias blandas, particularmente la motivación, las competencias de comunicación y el aprendizaje independiente y colaborativo.

Un documento muy completo sobre ABP es el de Hung, Jonassen y Liu (2008). El texto comienza con una parte introductoria acerca del nacimiento de esta estrategia en el campo de la medicina y estableciendo los supuestos de la estrategia, entre los cuales se encuentran:

52

- El conocimiento es construido de manera individual, mediante interacciones con el medio ambiente; el conocimiento no puede ser transmitido.
- Hay necesariamente, múltiples perspectivas relacionadas con cada fenómeno que se aborde.
- El significado y el pensamiento son distribuidos en la cultura y la comunidad en que existimos.
- El conocimiento es fijado e indexado por contextos relevantes.

Las siguientes son las características del ABP:

- Está enfocado en problemas auténticos, pero poco estructurados. El contenido y las habilidades a ser aprendidas están organizadas alrededor de un problema.
- La construcción del conocimiento es estimulada por el problema y se aplica al mismo.
- Está centrado en el estudiante porque la facultad no puede dictar el aprendizaje.
- Es auto dirigido, de forma tal que los estudiantes, individualmente y en forma colectiva, asumen responsabilidades para generar y aprender

mediante un procedimiento de autoevaluación y examinación por pares y en el cual ellos también acceden a su propio material de aprendizaje.

- Es auto reflexivo, de manera tal que los aprendices monitorean su propio entendimiento y comprensión y aprenden a ajustar estrategias que lleven al aprendizaje.
- Los tutores son facilitadores (no transmisores de conocimiento) que apoyan y modelan procesos de razonamiento, facilitan las labores en el grupo y las dinámicas interpersonales, miden la profundidad del conocimiento de los estudiantes y nunca intervienen en el contenido ni suministran respuestas directas a las preguntas.

Hung et al. (2008) también explican cuáles son los pasos del ABP:

- Los estudiantes en grupos (de entre seis a ocho) se encuentran y razonan al presentárseles un problema. Ellos intentan definir y delimitar el problema y se fijan objetivos de aprendizaje al identificar qué conocen sobre él, qué hipótesis o supuestos pueden plantear, qué necesitan para un mejor entendimiento de las dimensiones del problema y, finalmente, qué actividades de aprendizaje son requeridas y quién las puede ejecutar.
- Durante el estudio autodirigido, los estudiantes, de manera individual, completan sus asignaciones de aprendizaje. Ellos reúnen y estudian recursos y preparan reportes para el grupo.
- Los estudiantes comparten sus aprendizajes con el grupo y retoman el problema, generando hipótesis adicionales y rechazando otras, con base en sus aprendizajes.
- En la parte final del periodo de aprendizaje (usualmente una semana), los estudiantes resumen e integran sus aprendizajes.

En el trabajo de Kolmos et al. (2007) se comentan algunos aspectos relevantes del ABP y se relatan experiencias de las siguientes universidades, pioneras en la implantación del ABP en sus currículos de ingeniería:

- Aalborg University, Denmark
- Maastricht University, The Netherlands
- Vitus Bering University College, Denmark
- Isik University, Turkey
- University of Rome “La Sapienza”, Italy

- Pennsylvania State University, USA
- University of Manchester, UK
- McMaster University, Canadá
- Samford University, USA

En el documento también vale la pena resaltar tres aspectos que mencionan: las características que debe tener un problema de ABP; los procesos para diseñar, implementar y evaluar un problema, y los diferentes tipos de problemas que pueden ser diseñados dependiendo del propósito.

Un buen problema en ABP debe tener las siguientes características:

- Ser cautivador y estar orientado.
- Ser poco estructurado y complejo.
- Involucra generalmente, la generación de gran cantidad de hipótesis.
- Requiere esfuerzos de grupo.
- Es consistente con los objetivos deseados de aprendizaje.
- Es construido sobre experiencia y conocimientos previos.
- Promueve el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

54

En cuanto a los procesos que deben tenerse en cuenta para diseñar, implementar y evaluar los problemas, se debe:

- Identificar la idea central, el concepto o principio incorporado en el curso.
- Delinear los objetivos de aprendizaje para la solución del problema.
- Plantear una lluvia de ideas y delinear un problema complejo, poco estructurado.
- Dividir el problema en etapas, de manera que permitan un desarrollo progresivo.
- Desarrollar una guía tutorial.
- Asistir a los estudiantes en la identificación de los recursos necesarios.

Los diferentes tipos de problemas que pueden ser diseñados, dependiendo del propósito, son los siguientes:

- Conectados con el mundo real: Pueden ser ejemplos del mundo real o diseñados específicamente para el descubrimiento de conocimiento y el

desarrollo de habilidades del estudiante. Los problemas del mundo real le permiten al estudiante conectarse con los objetivos de aprendizaje y le incrementan la motivación hacia el mismo.

- Poco estructurados y complejos: Los problemas pueden estar bien definidos o de manera incompleta, en virtud a que en el mundo real no necesariamente se cuenta con toda la información. Los estudiantes pueden completar las especificaciones del problema con discusión, con la consulta a expertos y con la investigación de casos similares, etc.
- Con final abierto: Los problemas con final abierto tienen múltiples soluciones posibles, dependiendo de las suposiciones hechas en el proceso de solución. Si los problemas están bien definidos, tienen la desventaja de tener solo una solución. Los problemas con final abierto promueven la discusión en el grupo y son la mejor representación de los problemas del mundo real.
- Que promueven el trabajo en grupo: La interacción en los grupos es un medio importante para lograr conocimiento, habilidades de descubrimiento y transferencia.
- Construidos sobre experiencia previa: Para ser exitoso, ABP debe abordarse en forma progresiva e incremental. Cada problema debe ser diseñado para construir sobre conocimiento y experiencia previa y debe agregar nuevas piezas de información a la base de datos del estudiante.

Aprendizaje por indagación

En el trabajo de Delaney et al. (2015) se establece que las estrategias denominadas aprendizaje basado en problemas (ABP), aprendizaje basado en estudios de caso (ABC) y aprendizaje basado en proyectos (ABPr) son casos particulares de lo que se denomina como aprendizaje por indagación (ABI, *Inquire-Based Learning*). En el artículo también se detalla y caracteriza el ABP 'puro' y se listan los roles y las actividades que desempeñan los tutores (docentes) y el grupo de estudiantes (compuesto por el director, el lector, el apuntador y el controlador del tiempo).

En la investigación de Duque Escobar (2006) se presenta un ejemplo de desarrollo de un curso basado en indagación. El enfoque central es la indagación como filosofía articuladora de las estrategias y metodologías pedagógicas seleccionadas.

El autor comienza estableciendo algunas premisas fundamentales de lo que se sabe sobre el aprendizaje humano, lo cual tiene consecuencias dramáticas sobre la enseñanza:

- Lo único que se transmite entre personas es información codificada y esta es solo una parte del conocimiento.
- Las habilidades, las actitudes y los procesos de pensamiento solo los construye quien está en el proceso de aprendizaje, mediante su propia actividad.
- La información codificada que captura un individuo (a través de los sentidos) y decodificada (mediante nuestro conocimiento previo) tiene significados diferentes para cada individuo; es decir, el sistema de decodificación produce resultados diversos.
- El cerebro no se parece a una memoria de computador, cada unidad del cerebro (neurona) es un procesador. La información se almacena en el proceso mismo; es decir, no hay diferencia entre memoria y proceso.
- El nuevo conocimiento (lo que aprendemos) se construye a través de lo que sabemos.
- Para aprender se necesita que el aprendiz esté 'activo' intelectual y físicamente. Lo que se aprende debe tener sentido. La motivación juega un papel central en el aprendizaje, particularmente en el aprendizaje duradero.
- Lo que sabemos no se puede medir directamente. Solo se puede 'estimar' lo que se sabe haciendo ejecutar procesos intelectuales a través de desempeños observables.
- La evaluación juega un papel fundamental en el aprendizaje. Las evaluaciones mal desarrolladas y comunicadas tienen efectos altamente negativos en el aprendizaje.
- Los individuos tienen estilos de aprendizaje diferentes que son moldeados por muchos factores de sus propios procesos de aprendizaje y entornos.

56



El gran problema que describe el artículo es que, desde un modelo de enseñanza tradicional, basado en la simple transmisión de información, es bien difícil desarrollar competencias (habilidades y actitudes) dado que el estudiante desempeña un papel muy pasivo y se promueve el aprendizaje de memoria y superficial de la información, haciendo que el estudiante no comprenda.

El aprendizaje basado en indagación parte de la observación de lo que hace un científico en su trabajo:

Indagación es una actividad multifacética que involucra realizar observaciones, proponer preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para saber qué se conoce, planear investigaciones, revisar qué se conoce a la luz de las evidencias, utilizar herramientas para recolectar, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, comunicar los resultados. La indagación implica identificar suposiciones, utilizar pensamiento crítico y lógico y considerar alternativas de explicación.

Estudio de caso

La estrategia de estudio de caso ha sido utilizada por más de 40 años en escuelas de leyes y negocios y también en la formación de médicos en diferentes partes del mundo, según el trabajo de Smith (1999).

El estudio de caso está caracterizado por:

- Tener un contexto y abordar un caso relevante y realista, preferiblemente.
- Abordar una tarea, caso o problema retador, pero no frustrante.
- Plantear un problema o situación con solución acotada, que requiera una cuidadosa formulación y el planteamiento de unas hipótesis. El problema puede ser de mediana complejidad.
- Contemplar un problema o situación que motive al estudiante a explorar, estudiar e investigar y que además promueva el trabajo en grupo (aprendizaje colaborativo).

Las características que debe tener un buen problema son las siguientes, según el trabajo de Díaz Barriga (2005):

- Debe ocupar el interés de los estudiantes y motivarlos a lograr un entendimiento profundo de los conceptos que están siendo introducidos.
- Debe promover en los estudiantes la toma de decisiones basada en hechos, en información, en lógica y en razonamiento. En este sentido, los estudiantes posteriormente pueden ser llamados para que justifiquen sus decisiones y las suposiciones adoptadas.

- Debe promover la cooperación de todos los estudiantes con miras a obtener una buena solución.
- Debe explicitar en qué parte se está logrando cumplir con los objetivos del curso.
- Se pueden mencionar las siguientes diferencias entre las estrategias de aprendizaje basado en problemas (ABP) y aprendizaje basado en casos (ABC):
- El grado de complejidad del problema abordado con ABC es menor que el grado de complejidad del problema de ABP.
- El problema abordado con ABC es acotado, mientras que el problema contemplado con ABP es más abierto, lo cual implica que puede tener varias soluciones.
- El trabajo grupal con ABC es de menor intensidad que el trabajo en grupo con la estrategia de ABP.
- La estrategia de ABP exige un trabajo interdisciplinar mayor, mientras que ABC está confinado al abordaje de problemas disciplinares.
- El número de integrantes de los grupos con ABP es mayor que el número de integrantes con ABC.
- La evaluación en ABP exige un componente de evaluación de los miembros del grupo (coevaluación).

Aprendizaje basado en proyectos

En la investigación de Usiak (2016), el autor afirma que la estrategia de aprendizaje basado en proyectos introduce a los estudiantes en la práctica profesional de la ingeniería, al permitirles una oportunidad de trabajar con problemas abiertos. El autor discute características de la estrategia y menciona la necesidad de introducirla en los currículos de ingeniería, dado que es la mejor forma de satisfacer las necesidades de la industria.

Aunque las estrategias de ABP y ABPr comparten las mismas características fundamentales, el aprendizaje basado en proyectos se enfoca en la aplicación (transferencia), en la integración de los conocimientos previamente adquiridos por los estudiantes y en un resultado final (producto). La estrategia de ABPr tiene la intención de centrar el aprendizaje en el estudiante. Mientras más se dé la situación de que los problemas planteados se asemejen a problemas de la realidad, hay más motivación de parte del

estudiante y entonces el trabajo en proyectos se constituye en una forma de organizar varios procesos integrados de aprendizaje de manera simultánea.

Mediante la estrategia se intenta cultivar en el estudiante la habilidad del aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la capacidad de solucionar problemas mediante discusiones grupales. El atractivo de la estrategia es que también se desplaza el foco de la educación, del profesor al educando. El profesor deja de ser el actor principal del proceso y se constituye en un guía u orientador.

El docente selecciona proyectos de la disciplina que sean relevantes y significativos para los intereses del estudiante. El proyecto enfrenta al estudiante con situaciones que son similares a las que va a encontrar en el mundo real. Otro elemento interesante es que el estudiante, al menos parcialmente, determina los logros al crear un ambiente de autoaprendizaje dirigido en el que recibe motivación al enfrentarse a proyectos relevantes, concretos y reales. La parte central del proceso en esta estrategia es el aprendizaje basado en la actividad, la cual prácticamente obliga al estudiante a emprender actividades de investigación, toma de decisiones y producción escrita. La estrategia pone énfasis en la habilidad para concebir estrategias para solucionar problemas, lo cual es importante en un mundo con tecnología cambiante.

El trabajo de Rodríguez-Sandoval y Cortés-Rodríguez (2010) se concentra en la percepción de los estudiantes respecto a la aplicación de esta estrategia en asignaturas de un programa de ingeniería agrícola. El análisis de los resultados finales de una encuesta aplicada al grupo de estudiantes que participó, evidenció que el aprendizaje basado en proyectos es importante para su futuro desarrollo profesional y cumple con sus expectativas educativas. La mayoría de los encuestados afirmaron que se aplicó la fundamentación conceptual vista en clase y que la metodología propuesta fue la adecuada. Los estudiantes también estuvieron de acuerdo con la valoración final del proyecto y el tiempo dedicado a la parte experimental.

El producto del trabajo de investigación de Fernández-Samacá, Ramírez y Orozco-Gutiérrez (2012) está enfocado en la aplicación de la estrategia en un curso de sistemas de control, esto después de presentar toda la fundamentación teórica conceptual de la estrategia.

Los resultados de la aplicación de la estrategia en el curso evidencian lo siguiente:

- Los estudiantes tuvieron un nivel de involucramiento mayor al estar enfrentados a problemas reales con respecto al método de aprendizaje tradicional.
- El desempeño académico fue mayor al evidenciarse unas evaluaciones superiores, con respecto a los procesos centrados en el docente en donde priman las sesiones expositivas.
- Las evaluaciones y autoevaluaciones, centrales en este tipo de estrategia, fueron tomadas con respeto, objetividad e imparcialidad por parte de los estudiantes.
- La planificación de las actividades de aprendizaje y la selección de los recursos de soporte fueron actividades cruciales en la implementación de este tipo de estrategia.
- Por tratarse de una experiencia aislada (en el currículo de ingeniería solo se usó el aprendizaje basado en proyectos en este curso de sistemas de control) se notó cierta resistencia en los estudiantes ante la novedad de la aplicación de la estrategia.

60 ■ En la investigación de Hoepfl (2015) se establecieron las diferencias entre las estrategias de Aprendizaje basado en problemas (ABP) y Aprendizaje basado en proyectos (ABPr).

Esencialmente se trata del empoderamiento o grado de posesión de las actividades de aprendizaje. En el ABP, y enmarcados en el currículo de la profesión, se trata de relacionar lo que los estudiantes conocen con problemas del mundo real (debe lograrse un proceso de transferencia). Por otro lado, ABPr está orientado más a que el estudiante goce de autonomía en el proceso y siga sus propios intereses, pero eso sí, debe demostrar que tiene capacidades para sacar adelante el proyecto.

Metodología

Caracterización del espacio académico

Las estrategias didácticas enfocadas en el aprendizaje activo se aplicaron en el espacio de Teoría de control del programa de ingeniería eléctrica de la Universidad de La Salle. Se trata de un espacio teórico-práctico, altamente integrador de conocimientos de matemáticas, ciencias básicas de ingeniería, algoritmos y programación y señales y sistemas; ubicado en el séptimo

semestre del plan de estudios, con tres créditos e intensidad horaria de seis horas semanales (cuatro horas presenciales y dos de trabajo en el laboratorio) y veintinueve estudiantes. El número de unidades, la descripción de los contenidos y la duración en semanas de cada unidad se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades y descripción de contenidos

Unidad	Descripción	Semanas
1	Introducción a los sistemas de control	1
2	Modelación matemática de sistemas	3
3	Características de los sistemas de control realimentado	1
4	Dinámica de respuesta de los sistemas de control	3
5	Estabilidad de los sistemas de control	2
6	Métodos de respuesta en frecuencia	2
7	Diseño de sistemas de control con realimentación	2
8	Diseño de sistemas de control con variables de estado	2

Fuente: elaboración propia

Estrategias didácticas trabajadas

En este proyecto se trabajaron cuatro estrategias didácticas de aprendizaje activo: Aprendizaje basado en problemas (ABP), Aprendizaje por indagación (ABI), Aprendizaje basado en estudios de caso (ABC) y Aprendizaje basado en proyectos (ABPr). Como base de comparación, también se utilizó la didáctica tradicional de exposición magistral (EXP).

En la Tabla 2 se muestran las unidades académicas sobre las que se trabajaron las anteriores estrategias didácticas.

Tabla 2. Aplicación de estrategias didácticas sobre unidades temáticas

Estrategia	Unidad temática	Semanas
ABC	Modelación matemática de sistemas	3
EXP	Características de los sistemas de control realimentado	1
ABI	Dinámica de respuesta de los sistemas de control	3
ABP	Métodos de respuesta en frecuencia	2
ABPr	Proyecto final (integración de las diferentes unidades)	8

Fuente: elaboración propia

Instrumento utilizado para recolectar la información

El instrumento con el cual los estudiantes evaluaron la aplicación de las estrategias didácticas consta de dos partes: una escala de valoración cuantitativa, incluyendo varios criterios sobre propósito formativo, actividades propuestas, procedimientos y problemas encontrados para el desarrollo de las actividades, entre otras. La otra parte del instrumento contempla una evaluación cualitativa orientada a realizar una reflexión metacognitiva con el propósito de identificar dificultades, aprendizajes más importantes y emociones generadas con la aplicación de la estrategia.

En total se obtuvieron 113 instrumentos diligenciados, con la discriminación que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Discriminación de las encuestas diligenciadas

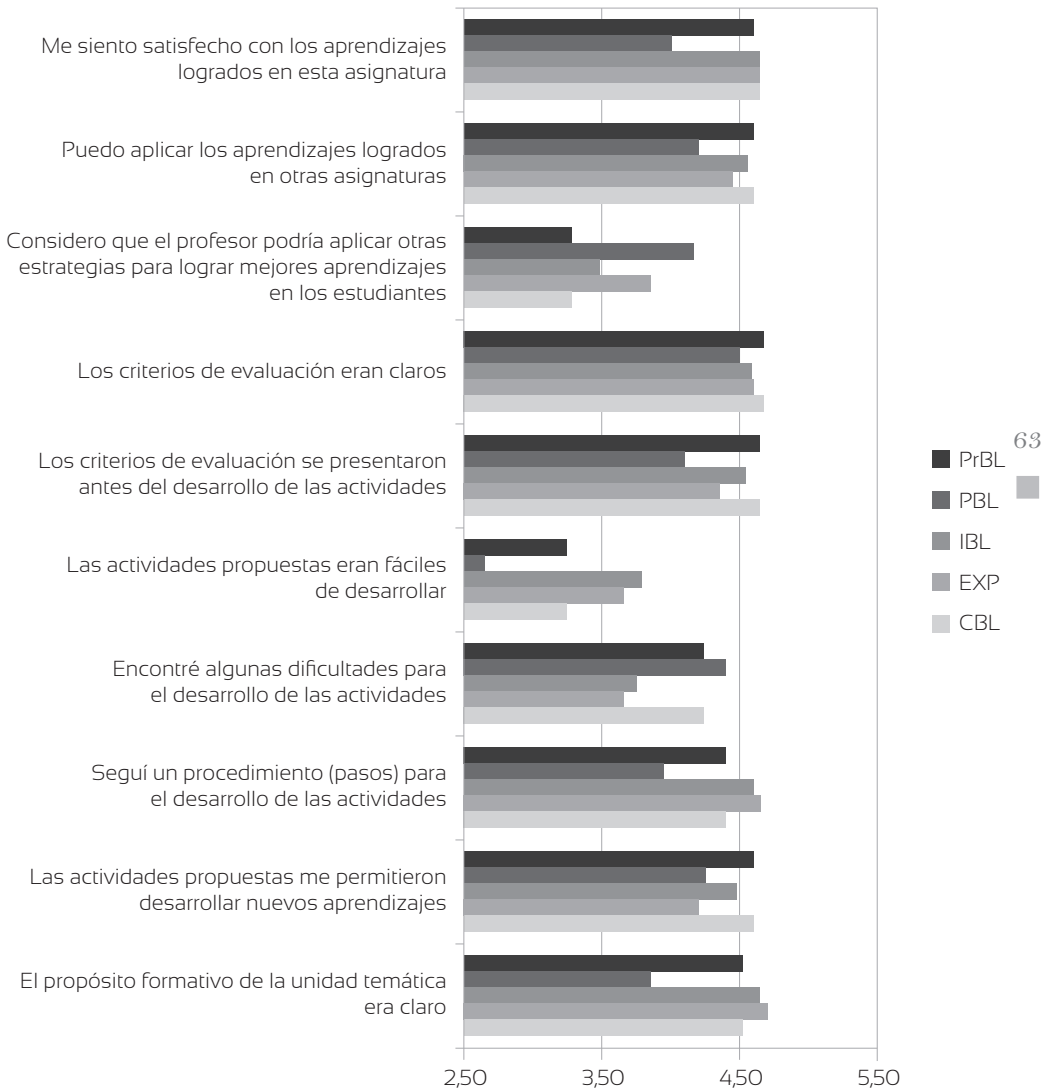
Estrategia	Unidad temática	Encuestas
ABC	Modelación matemática de sistemas	23
EXP	Características de los sistemas de control realimentado	20
ABI	Dinámica de respuesta de los sistemas de control	25
ABP	Métodos de respuesta en frecuencia	20
ABPr	Proyecto final (Integración de las diferentes unidades)	25

Fuente: elaboración propia

Resultados obtenidos

Un primer vistazo a los resultados de la evaluación cuantitativa contemplada en el instrumento se puede apreciar en la Figura 1, en donde se observa la evaluación de los criterios para cada una de las estrategias implementadas.

Figura 1. Evaluación de criterios en cada una de las estrategias



Fuente: elaboración propia

Se observa que las evaluaciones más bajas para todas las estrategias, se tienen en el criterio de 'las actividades propuestas eran fáciles de desarrollar' y particularmente con la estrategia de ABP. Esto suena razonable y coherente, en virtud a que las estrategias resultaban novedosas para los estudiantes. Los estudiantes, en términos generales, no encontraron sencillas las actividades propuestas. Incluso con la estrategia de sesión expositiva magistral, a la que están acostumbrados, encontraron algunas dificultades.

Son particularmente interesantes los resultados de las evaluaciones en los criterios de 'me siento satisfecho con los aprendizajes logrados en esta asignatura', 'puedo aplicar los aprendizajes logrados en otras asignaturas' y 'las actividades propuestas me permitieron desarrollar nuevos aprendizajes': En los tres criterios las evaluaciones están alrededor de 4.5, esto para todas las estrategias implementadas. Las mejores evaluaciones en estos tres criterios las tuvieron las estrategias de ABC, ABI y ABPr; las más bajas, también en los tres criterios, corresponden a ABP y EXP.

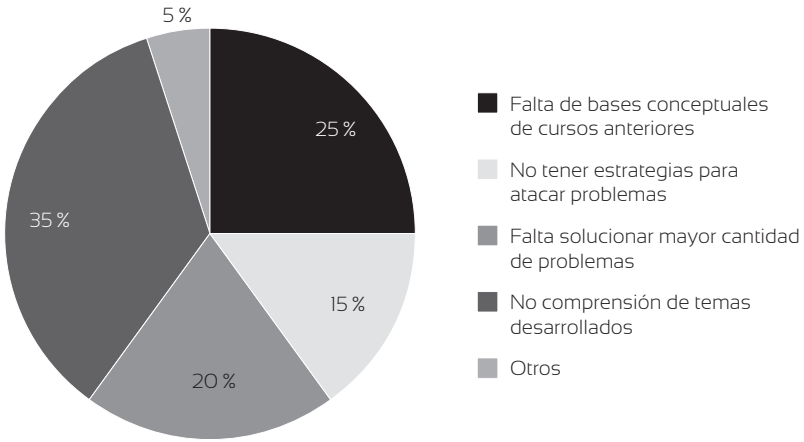
En la evaluación del criterio de 'considero que el profesor podría aplicar otras estrategias para lograr mejores aprendizajes en los estudiantes' se observó también una situación particular: Al tenerse unas evaluaciones bajas, alrededor de 3.5, indirectamente los encuestados están manifestando receptividad frente a la novedad de las estrategias didácticas. Una vez más se observa que la estrategia de ABP es la más desfavorecida, al resultar con la nota más alta frente a las demás estrategias. En donde más se les presentaron dificultades a los estudiantes fue en el desarrollo de la estrategia de ABP. Con la que no hubo dificultades fue con la exposición magistral, EXP.

A continuación, se presentan y se comentan resultados particulares para cada una de las alternativas implementadas. Esto para la segunda parte del instrumento de evaluación que tiene que ver con la reflexión metacognitiva: dificultades encontradas, aprendizajes más importantes, estrategias a usar y generación de emociones en los estudiantes.

Aprendizaje basado en problemas

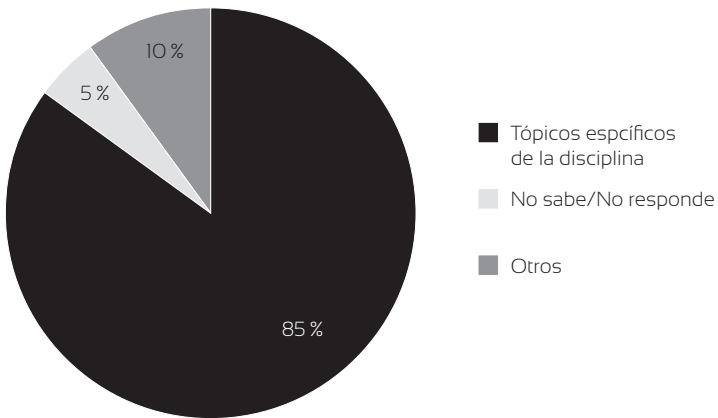
En las Figuras 2 a 5 se presentan los resultados obtenidos con la estrategia didáctica de ABP.

Figura 2. Dificultades encontradas con la estrategia de ABP



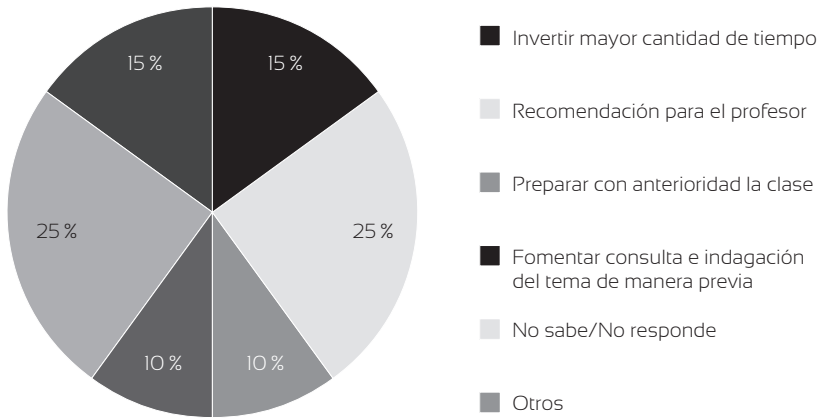
Fuente: elaboración propia

Figura 3. Aprendizajes más importantes con la estrategia de ABP



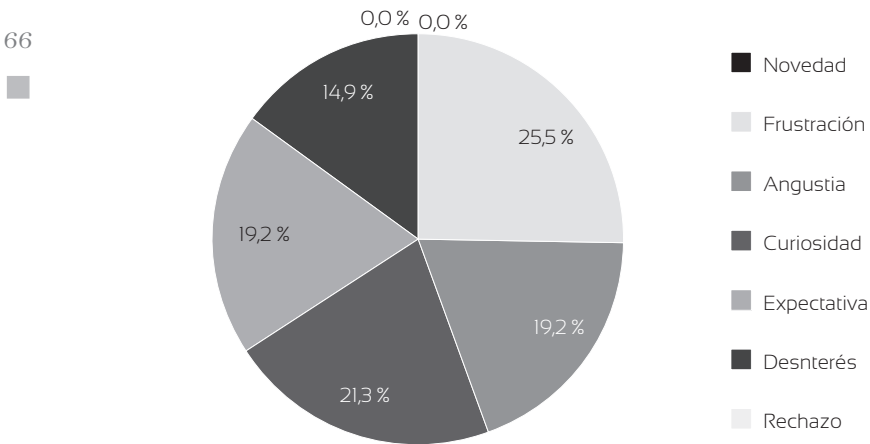
Fuente: elaboración propia

Figura 4. Estrategias identificadas por los estudiantes con la estrategia de ABP



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Generación de emociones en los estudiantes con la estrategia de ABP



Fuente: elaboración propia

En la aplicación de esta estrategia, las mayores dificultades encontradas fueron atribuibles a la incomprensión de los temas desarrollados y a la falta de bases conceptuales de cursos anteriores. También fue significativo el porcentaje relacionado con la necesidad de solucionar una mayor cantidad de problemas (ejercicios) antes de abordar un problema de ABP.

La reflexión metacognitiva, por parte de los estudiantes, permitió identificar estrategias diversas para mejorar; sin embargo, a pesar de que el instrumento estaba orientado a buscar la reflexión personal, no deja de sorprender el significativo porcentaje de respuestas orientadas a dar recomendaciones para el profesor (25 %). Los aprendizajes más importantes logrados apuntaron a tópicos específicos de la asignatura y las emociones que más se generaron correspondieron a novedad y angustia.

Aprendizaje por indagación

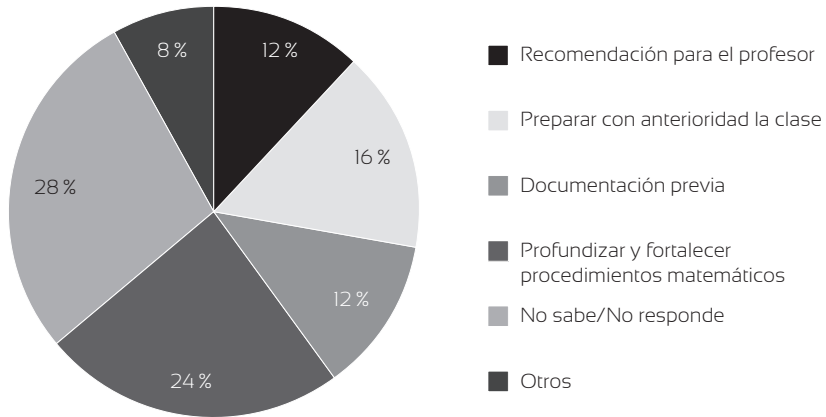
En las Figuras 6 a 9 se presentan los resultados obtenidos con la estrategia didáctica de ABI.

Figura 6. Dificultades encontradas con la estrategia de ABI



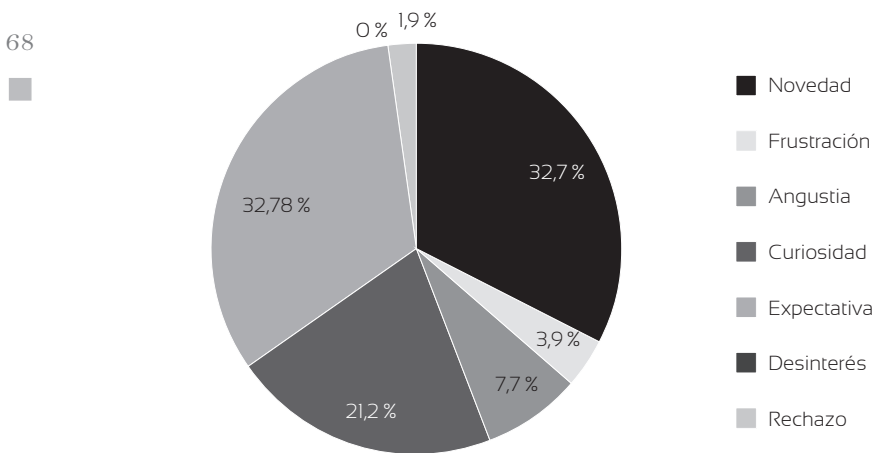
Fuente: elaboración propia

Figura 7. Estrategias identificadas por los estudiantes con la estrategia ABI



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Generación de emociones en los estudiantes con la estrategia de ABI



Fuente: elaboración propia

Resulta curioso que un porcentaje significativo de estudiantes (28 %) no encontrara dificultad para el desarrollo de las actividades planteadas. Otros porcentajes relevantes tienen que ver nuevamente con la incomprensión de los temas y con la falta de bases conceptuales.

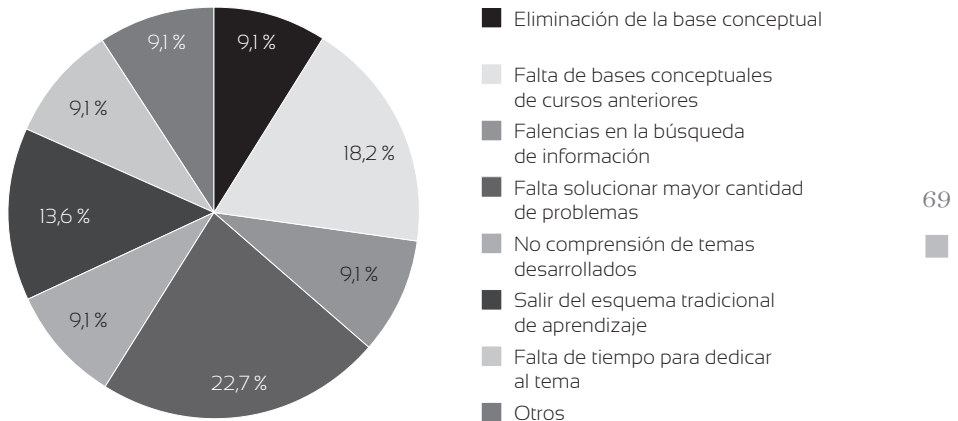
En aprendizajes más importantes logrados, esta estrategia les permitió aprender algunas cosas adicionales a lo estrictamente disciplinar (64 %).

Los resultados muestran aprendizajes relacionados con habilidades para solucionar problemas. En las estrategias identificadas para mejorar, también se presenta gran variedad de opciones y en este caso el porcentaje relacionado con las recomendaciones para el profesor resulta significativamente menor, con respecto al caso anterior.

Estudio de caso

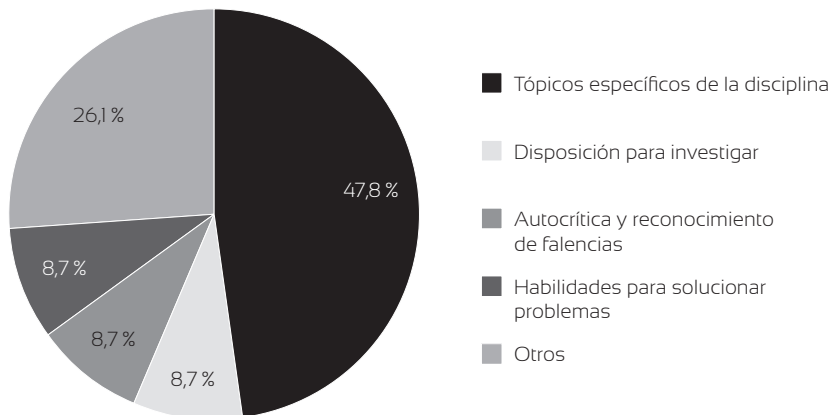
En las Figuras 10 a 13 se presentan los resultados obtenidos con la estrategia didáctica de ABC.

Figura 9. Dificultades encontradas con la estrategia de ABC



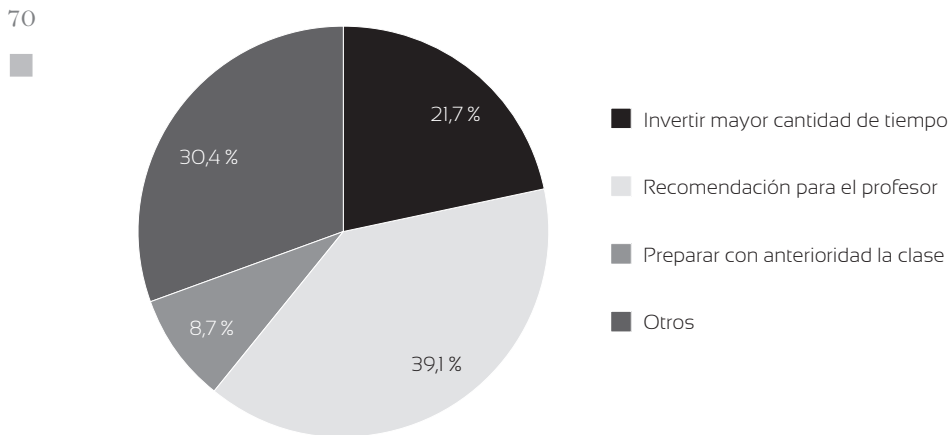
Fuente: elaboración propia

Figura 10. Aprendizajes más importantes con la estrategia de ABC



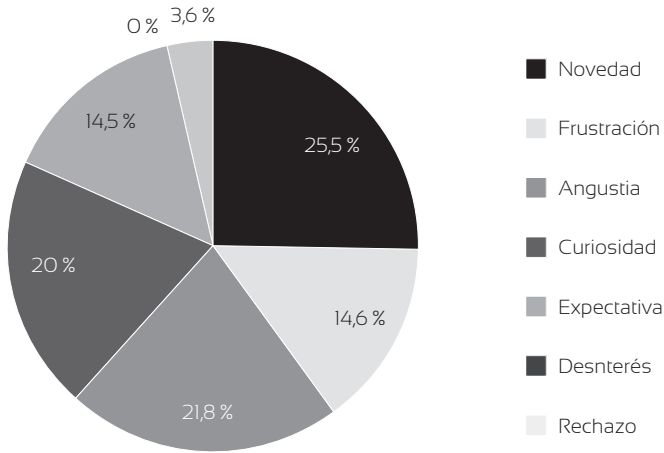
Fuente: elaboración propia

Figura 11. Estrategias identificadas por los estudiantes con la estrategia de ABC



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Generación de emociones en los estudiantes con la estrategia ABC



Fuente: elaboración propia

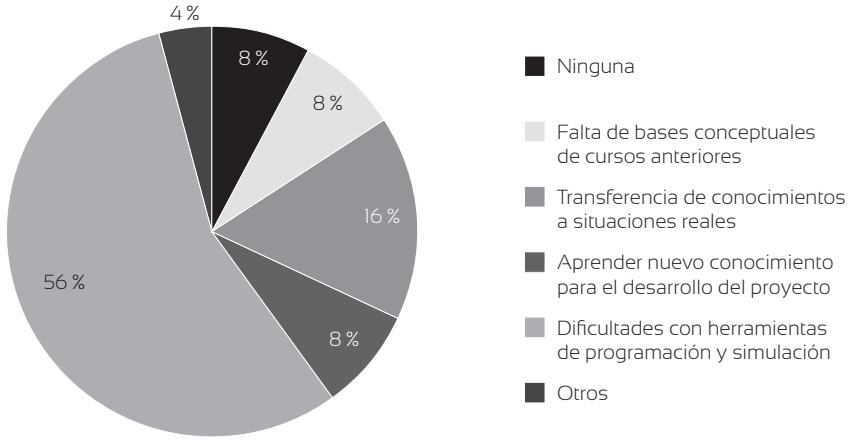
Las dificultades más representativas son la falta de bases conceptuales y la necesidad de solucionar una mayor cantidad de problemas. Una dificultad que se reporta (13 % de respuestas) es salir del esquema tradicional para lograr aprendizaje. En esta estrategia es donde se muestra el menor porcentaje de respuestas en ‘aprendizajes en tópicos específicos de la disciplina’ (47 %). Aprendizajes adicionales logrados son disposición para investigar, habilidades de solución de problemas y autocrítica y reconocimiento de falencias.

Hay una gran variedad de estrategias identificadas para mejorar, con presencia significativa de respuestas en lo concerniente a invertir mayor cantidad de tiempo y preparar con anterioridad la clase. Emociones representativas: novedad, angustia y curiosidad. Como dato de interés, en esta estrategia didáctica fue donde se presentó el mayor porcentaje de respuestas de rechazo al uso de nuevas estrategias (3.64 %).

Aprendizaje basado en proyectos

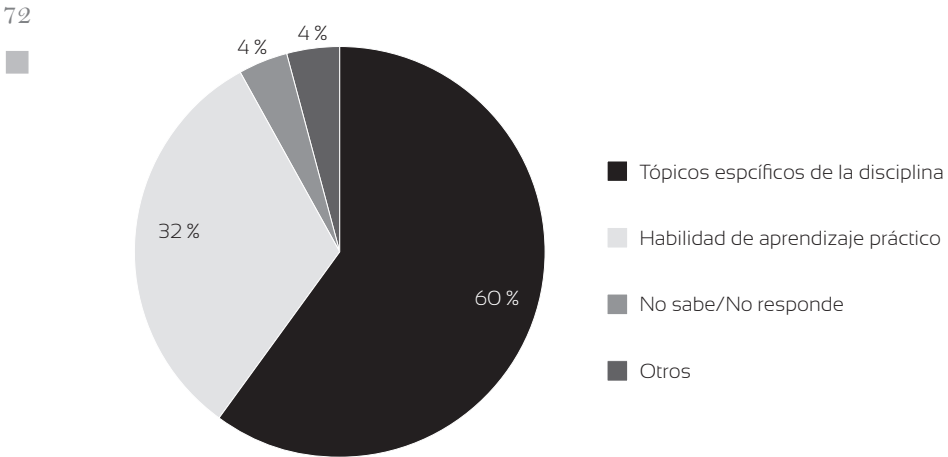
En las Figuras 14 a 17 se presentan los resultados obtenidos con la estrategia didáctica de ABPr.

Figura 13. Dificultades encontradas con la estrategia de ABPr



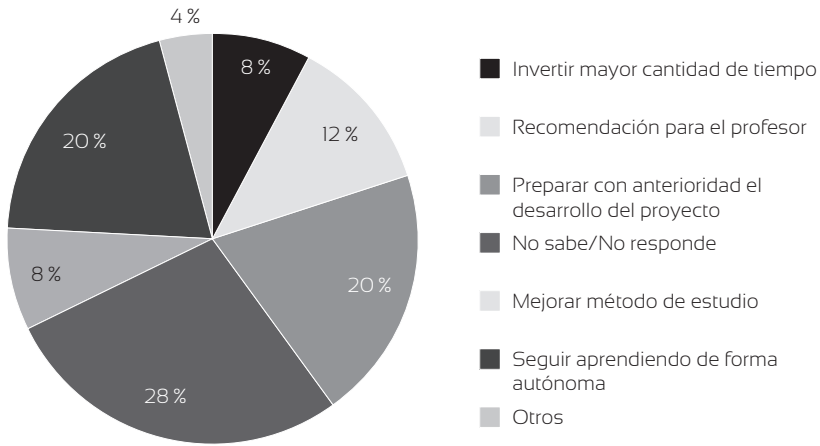
Fuente: elaboración propia

Figura 14. Aprendizajes más importantes con la estrategia de ABPr



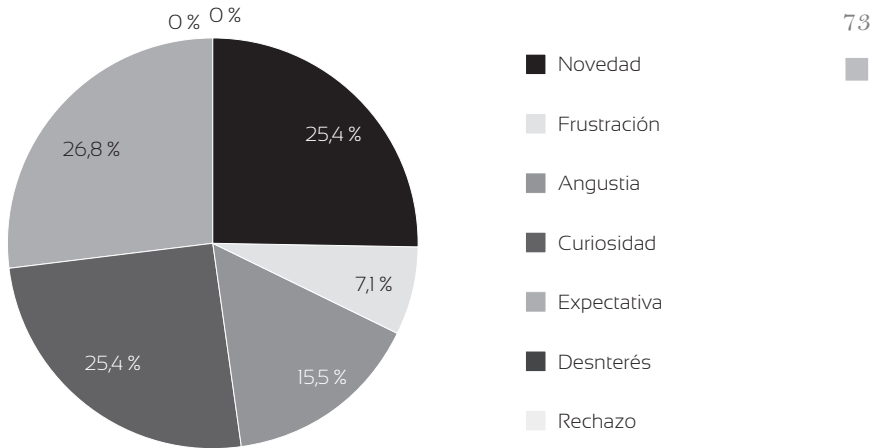
Fuente: elaboración propia

Figura 15. Estrategias identificadas por los estudiantes con la estrategia de ABPr



Fuente: elaboración propia

Figura 16. Generación de emociones en los estudiantes con la estrategia de ABPr

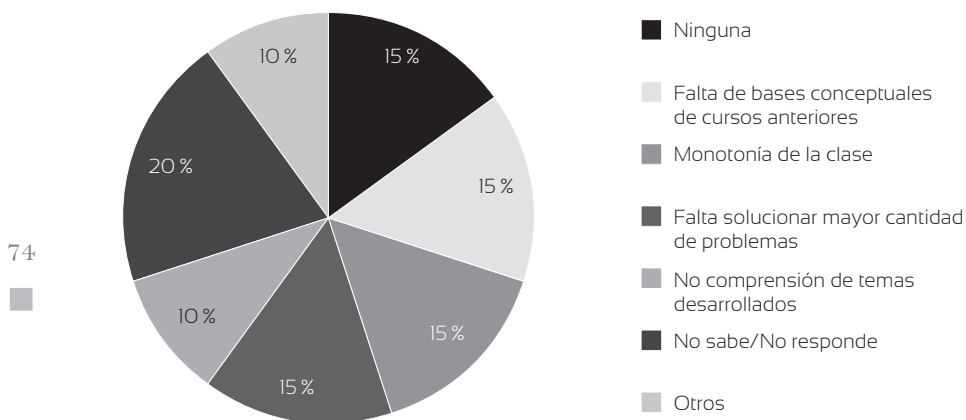


Fuente: elaboración propia

En esta estrategia las dificultades están centradas en lograr la transferencia de conocimiento a situaciones reales y en el manejo de herramientas de programación y simulación. La dificultad de la falta de bases conceptuales también aparece, pero en menor medida respecto a las estrategias previas. Los resultados muestran una particularidad bien interesante con la habilidad de aprendizaje práctico logrado.

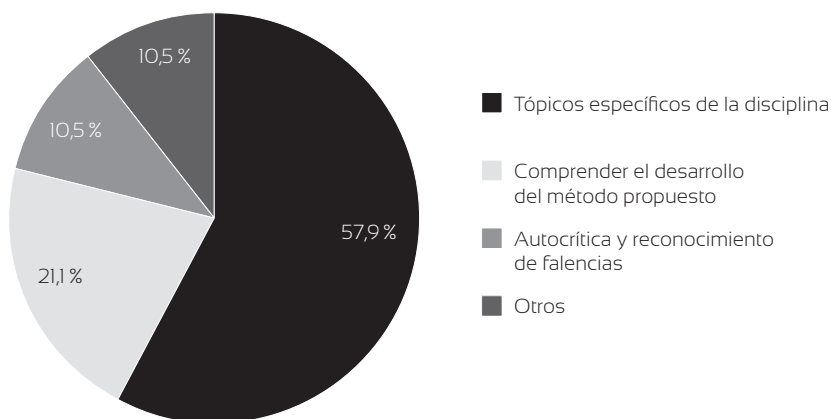
Hay coherencia en el t3pico de estrategias a usar: el porcentaje de respuestas de ‘recomendaciones para el profesor’ (12 %) fue de los menores observados en las cinco estrategias did3cticas y fue donde m3s claramente se observaron otras estrategias apuntando al estudiante (invertir mayor cantidad de tiempo, preparar con anterioridad el proyecto, etc.). En esta parte las 3nicas emociones que no surgieron fueron las de desinter3s y rechazo. Las de mayor presencia fueron las emociones de expectativa, curiosidad y novedad. Se presentan a continuaci3n, en las Figuras 18 a 21, los resultados sobre la did3ctica de la exposici3n magistral.

Figura 17. Dificultades encontradas con la estrategia de EXP



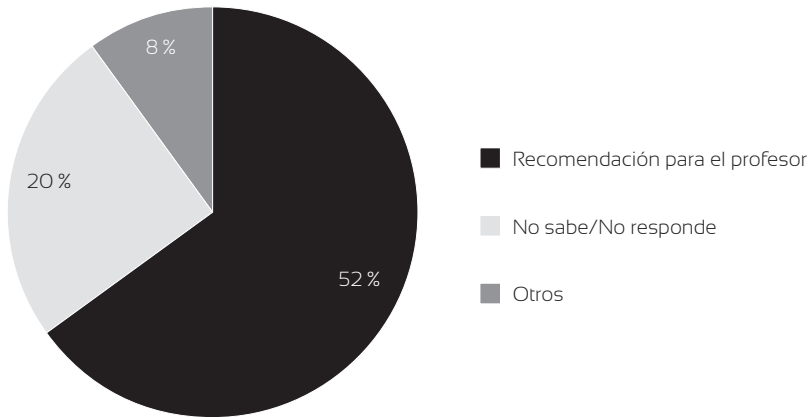
Fuente: elaboraci3n propia

Figura 18. Aprendizajes m3s importantes con la estrategia de EXP



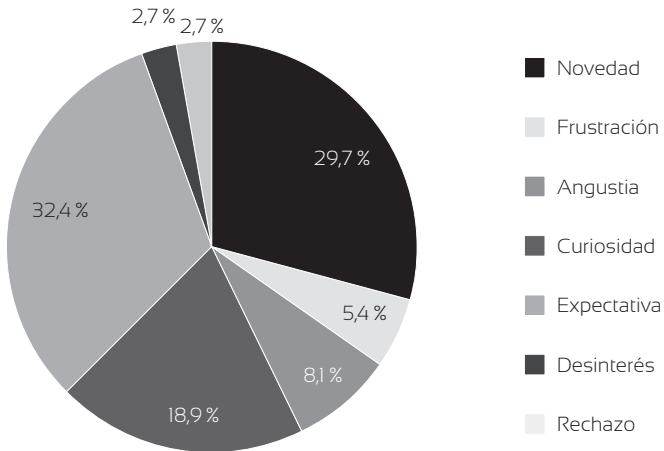
Fuente: elaboraci3n propia

Figura 19. Estrategias identificadas por los estudiantes con la estrategia de EXP



Fuente: elaboración propia

Figura 20. Generación de emociones en los estudiantes con la estrategia de EXP.



Fuente: elaboración propia

Como aspecto diferenciado frente a las demás estrategias, se resalta la dificultad relacionada con la monotonía de la clase. Otras dificultades presentes fueron similares a las presentadas previamente para las otras estrategias. En estrategias a usar reaparecieron las recomendaciones para el profesor en un porcentaje significativo (52 %).

Conclusiones

Los resultados presentados y analizados revelaron que la falta de bases conceptuales, vistas en espacios anteriores del plan de estudios, se constituye en una dificultad relevante a la hora de usar estrategias didácticas de aprendizaje activo. Los resultados evidenciaron la presencia de esta dificultad en la aplicación de todas las estrategias y en algunos casos los porcentajes de respuestas resultaron ser significativos (superiores al 20 %).

En el momento de identificar los aprendizajes más importantes logrados, los estudiantes se centraron en lo estrictamente disciplinar (los tópicos específicos de la disciplina). En este punto la reflexión metacognitiva no logró hacer identificar otros aprendizajes relacionados con actitudes y habilidades. Aquí se abren oportunidades para introducir mejoras en el instrumento de recolección de información y para ahondar en la socialización y concientización acerca de lo que hay que responder en el momento de aplicar la evaluación de las actividades.

El uso de las estrategias de aprendizaje activo generó en los estudiantes en gran medida (en algunos casos porcentajes superiores al 20 % de respuestas) sentimientos de angustia más NO sentimientos de rechazo y desinterés. Esto lo que muestra es receptividad frente a las innovaciones didácticas que se usaron. Lo ratifica también la dificultad encontrada de ‘salir del esquema tradicional de aprendizaje’ en la primera estrategia usada, ABC. De ahí en adelante no se reportó esta dificultad para las otras estrategias didácticas. Los sentimientos de frustración se presentaron en todas las didácticas utilizadas, incluso en la clásica estrategia de exposición magistral por parte del docente. El porcentaje más elevado de frustración se vio en la estrategia de aprendizaje basado en problemas (19 %) y el porcentaje más bajo se observó en la estrategia de aprendizaje basado en indagación (4 %).

Referencias

Baharom, S. y Palaniandy, B. (2013). Problem-Based Learning: A Process for the Acquisition of Learning and Generic Skills. En K. Mohd-Yusof, M. Arsat, M. T. Borhan, E. de Graaff, A. Kolmos, y F. A. Phang (Eds.), *PBL Across Cultures* (pp. 47-55). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

- Delaney, Y., Farrell, A., Hack, C.J., Lawlor, B., McLoone, S.C., Meehan, A., ... Richardson, I. (2015). *An Introduction to Enquiry/Problem-based Learning*, Maynooth: Facilitate and the All Ireland Society for Higher Education (AISHE).
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill. Recuperado de http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/4_Capitulo3AprendizajeBasadoEnProblemasMetodoDeCasosD%C3%ADazBarrigaFrida.pdf
- Duque Escobar, M. (2006). Competencias, aprendizaje activo e indagación: un caso práctico en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(2), 7-18. <https://doi.org/10.26507/rei.v1n2.41>
- Fernández-Samacá, L., Ramírez, J. M., y Orozco-Gutiérrez, M. L. (2012). Project-based learning approach for control system courses. *Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica*, 23(1), 94-107. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-17592012000100008>
- Hoepfl, M. (Noviembre de 2015). Teaching and learning in project based learning, technology and engineering education, and related subjects. Ponencia presentada en *Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference*. 102nd Conference. Nashville, Tennessee.
- Hung, W., Jonassen, D. H., y Liu, R. (2008). Problem-Based Learning. En J. M. Spector, J. G. van Merriënboer, M. D., Merrill, & M. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (3 ed., pp. 485-506). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kolmos, A., Kuru, S., Hansen, H., Skil, T., Podesta, L., Fink, F. y Soylo, A. (2007). *Problem Based Learning*. TREE-Teaching and Research in Engineering in Europe. Recuperado de <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/181076>
- Rodríguez-Sandoval, E., y Cortés-Rodríguez, M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica “aprendizaje basado en proyectos”: percepción de los estudiantes. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 15(1), 143-158. <https://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772010000100008>
- Surif, J., Ibrahim, N. y Mokhtar, M. (2013). Implementation of Problem Based Learning in Higher Education Institutions and Its Impact on Students Learning. En K. Mohd-Yusof, M. Arsat, M. T. Borhan, E. de Graaff, A. Kolmos, y F. A. Phang (Eds.), *PBL Across Cultures* (pp. 66-73). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Smith, K. A. (Enero de 1999). Characteristics of an effective case study. Ponencia presentada en *Southeast Advanced Technology Education Consortium (SEATEC) Case Study Forum*, University of Minnesota, Minnesota. Recuperado de <http://>

utmlead.utm.my/wp-content/uploads/2014/08/Characteristics-of-An-Effective-Case-Study.pdf

Uziak, J. (2016). A Project Based Learning Approach in An Engineering Curriculum. *Global Journal of Engineering Education*, 18(2), 119-123. Recuperado de <http://www.wiete.com.au/journals/GJEE/Publish/vol18no2/12-Uziak-J.pdf>

