



**ANÁLISIS DE IMPACTO DE METODOLOGÍA ACTIVA Y
APRENDIZAJE HEURÍSTICO EN ASIGNATURAS DE INGENIERÍA**
ANALYSIS OF IMPACT OF METHODOLOGY ACTIVATES AND HEURISTIC LEARNING IN
SUBJECTS OF ENGINEERING

Volumen 15, Número 2

Mayo - Agosto

pp. 1-16

Este número se publicó el 1° de mayo de 2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i2.18950>

Servando Campillay Briones
Nahur Meléndez Araya

Revista indizada en [REDALYC](#), [SCIELO](#)

Revista distribuida en las bases de datos:

[CATÁLOGO DE LATINDEX](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),
[SHERPA/ROMEO](#), [QUALIS](#), [MIAR](#)

Revista registrada en los directorios:

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLACSO](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



ANÁLISIS DE IMPACTO DE METODOLOGÍA ACTIVA Y APRENDIZAJE HEURÍSTICO EN ASIGNATURAS DE INGENIERÍA

ANALYSIS OF IMPACT OF METHODOLOGY ACTIVATES AND HEURISTIC LEARNING IN SUBJECTS OF ENGINEERING

Servando Campillay Briones¹
Nahur Meléndez Araya²

Resumen: Este artículo presenta las experiencias de incorporar metodologías activas y aprendizaje heurístico en asignaturas de primeros años de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Atacama, el pilotaje fue realizado con los grupos de alumnos que durante los periodos académicos comprendidos entre marzo 2012 a diciembre 2014, cursaron la asignatura de "Introducción a la Programación". Para ello se han introducido en estos cursos una serie de técnicas, que sin ser nuevas algunas de ellas, por lo general no se utilizan en asignaturas con grandes cantidades de alumnos o en la formación inicial de los ingenieros noveles. Aun cuando inicialmente las intervenciones realizadas contaron con cierto nivel de rechazo, tanto de profesores como de estudiantes, una vez que ambos logran asumir sus respectivos roles, se comienzan a obtener resultados positivos. Los resultados obtenidos evidencian una mayor asistencia y participación en clases por parte del alumnado, asociado a un considerable incremento en los rendimientos (177%) junto con una mejora de los aprendizajes significativos logrados por los estudiantes, especialmente en lo referente a la enseñanza de la lógica en la programación y al desarrollo del pensamiento algorítmico, que históricamente son las dos temáticas que presentaban mayor complejidad en su aprendizaje. El trabajo presentado en este artículo se enmarca dentro del desarrollo del proyecto de investigación interna DIUDA-22249, financiada por la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Atacama.

Palabras clave: ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN INGENIERÍA, APRENDIZAJE HEURÍSTICO, METODOLOGÍAS ACTIVAS, APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, LÓGICA DE PROGRAMACIÓN, CHILE.

Abstract: This article provides experiences of incorporating dynamic methodologies and heuristic learning in the first year subjects of Engineering Faculty careers at Universidad de Atacama. The pilot program was carried out with groups of students who were taking the "Programming Introduction" course, during March 2013 to December 2014. For this purpose, a variety of techniques have been implemented in these courses. Some of them are not new and generally not used in courses with a large number of students or in the initial academic training of freshmen engineers. Even though first interventions caused some level of rejection, after assuming their roles, both teachers and students obtained positive results. These, demonstrate a major level of attendance and participation in class, combined with a considerable increase in academic performance (177%), and the improvement of meaningful learning achieved by the students, especially referring to Algorithmic Thinking development and Logic in programming teaching, which historically have been two themes that presented great level of complexity in the learning process. The research shown in this article belongs to the development of an advanced investigation project DIUDA-22249, financed by the Investigation Direction and Postgraduate Studies of Universidad de Atacama.

Key words: TEACHING-LEARNING IN ENGINEERING, DYNAMIC METHODOLOGIES, HEURISTIC LEARNING, MEANINGFUL LEARNING, LOGIC IN PROGRAMMING, CHILE

¹ Académico Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile.
Dirección electrónica: Servando.campillay@uda.cl

² Académico Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile.
Dirección electrónica: Nahur.melendez@uda.cl

Artículo recibido: 6 de agosto, 2014

Enviado a corrección: 18 de febrero, 2015

Aprobado: 20 de abril, 2015

1. Introducción

Actualmente, en el ámbito de la educación universitaria, se está generando un cambio sustancial en el proceso enseñanza-aprendizaje, cuya pieza clave es la participación activa del profesorado en el uso de nuevas metodologías docentes (García y Hernández, 2010). Dichas metodologías se deben adaptar a un sistema de aprendizaje basado en competencias, cuyo objetivo no consiste únicamente en una acumulación progresiva de conocimientos generales y específicos, sino en adquirir capacidades y/o habilidades para la consecución de resultados académicos efectivos (López, 2011).

El proceso de formación de nuevos profesionales definido en el modelo educativo de la Universidad de Atacama se plantea desde un enfoque constructivista del aprendizaje, considerando el curso de construcción de conocimiento como situado y distribuido (Universidad de Atacama, 2007), siendo necesario para ello contar con saberes previos significativos y útiles en la práctica cotidiana. En consecuencia, se considera fundamental asumir un quehacer docente innovador, como elemento clave que permita apropiarse de manera responsable de las demandas del entorno.

En este contexto, se hace necesaria la aplicación y uso de metodologías activas de enseñanza, que permitan a los estudiantes promover, adquirir y/o consolidar competencias transversales necesarias para su formación integral, tales como: el trabajo en equipo, el uso de nuevas tecnologías para la búsqueda de información y exposición de resultados, la expresión oral y escrita de los trabajos realizados y la interdisciplinariedad de los conocimientos adquiridos.

Con las exigencias de la globalización, resulta pertinente proponer una enseñanza basada en el constructivismo; que promueva el cambio conceptual y facilite el aprendizaje significativo (Moreira, Caballero, y Rodríguez, 2004). Sin embargo, en la Universidad de Atacama, mayoritariamente, la práctica docente en los primeros años de estudio de ingeniería aún tiene mucho del conductismo. Esto implica que no se ha dado un verdadero cambio conceptual en este sentido, aunque el modelo educativo así lo define y el discurso es cognitivista/constructivista/significativo.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería está compuesto por varios subprocesos o actividades, entre los cuales se encuentran las actividades integradoras y las propiamente técnicas o de especialidad, donde las primeras apoyan a las segundas, cumpliendo con actividades como: análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Su esencia es producir una solución que resuelva problemas específicos. La

investigación expuesta en este artículo se enmarca dentro del trabajo realizado en el proyecto DIUDA-22249, el cual analiza el impacto de las metodologías activas y el aprendizaje heurístico para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las temáticas involucradas en la formación de los nuevos profesionales del área de ingeniería.

Aun cuando existen diversas variables involucradas en dicho proceso, el papel del académico es vital, debido a que es quien debe desafiar el pensamiento del estudiante apoyando el proceso de construcción de conocimiento, a diferencia del rol que ejercía anteriormente centrado en ser un transmisor de conocimientos. Con ello, se debe diseñar el ambiente de aprendizaje como un desafío, de manera que promueva y estimule el pensamiento del alumnado, además de fortalecer y estimular el desarrollo de sus actitudes, especialmente en la duda metódica y el análisis crítico de sus ideas propias, así como en la consideración de otras alternativas ante diferentes contextos.

La investigación realizada se apoya en la aplicación de metodología activa y en el aprendizaje heurístico, teniendo en cuenta que se orienta en un "aprendizaje autónomo" y en el desarrollo de competencias por parte del cuerpo estudiantil (trabajo por descubrimiento, indagación y resolución de problemas que conllevan a la construcción de los conocimientos).

El desarrollo e implementación de este proyecto de investigación abarcó los periodos académicos comprendidos entre marzo de 2012 y diciembre de 2014, incorporando metodologías de aprendizaje activo en cursos de ingeniería civil de primeros años, específicamente en la asignatura de *Introducción a la Programación* (nivel 202). Como estrategias, se establecieron guías diferenciadas, acorde a los académicos participantes. Así; por ejemplo, si el docente es poco experimentado en el uso de metodologías activas o el curso es de gran envergadura, se podría realizar la transferencia al aula utilizando una vista particular del proceso.

El proyecto de investigación desarrollado logró estimar el impacto de la aplicación de metodologías activas y aprendizaje heurístico, para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en la formación de profesionales de ingeniería. También, cumplió con la totalidad de los objetivos específicos planteados en su concepción, los que se enuncian a continuación:

- Realizar un estudio tanto sobre las metodologías activas existentes como sobre aprendizaje heurístico; ambos con factibilidad de aplicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje para carreras de ingeniería.

- Determinar los factores contextuales, métodos, técnicas de apoyo y/o cualquier agente que influya en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiantado de ingeniería.
- Proponer guías con estrategias de aplicación de metodologías activas y aprendizaje heurístico en asignaturas de carreras de ingeniería.
- Aplicar la investigación en asignaturas pilotos que permitan analizar el impacto de las metodologías activas y el aprendizaje heurístico en la formación de ingenieros novatos.

1.1 Aprendizaje activo

El término "aprendizaje activo", introducido por Bonwell y Eison (1991), se refiere a los modelos de instrucción que enfocan la responsabilidad del aprendizaje en los aprendices. Sin embargo, tal como Mayer (2004) demuestra, se debe procurar la cognición activa, en lugar del comportamiento activo, para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y transferencia del conocimiento más efectivo, lo que respalda el enfoque constructivista del aprendizaje.

Según expresa Coll, citado por Díaz y Hernández (2005), por una parte; cada alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y, por otra; la función del personal docente consiste en encausar deliberadamente sus procesos de construcción, buscando finalmente que la intervención pedagógica desarrolle su capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí mismos. Esto conlleva un cambio de actitud por parte del profesorado, pues deben trascender de profesores a administradores del aprendizaje, tal como fue declarado por la *Accreditation Board for Engineering and Technology*, quienes en 2008 identificaron las adaptaciones en los modelos de aprendizaje por implementar para el presente milenio (ABET INC, 2008).

1.2 Razones para aplicar un aprendizaje activo

Según Barrado et al. (2001), existen tres razones por las cuáles se debe aplicar una metodología activa, expuestas seguidamente.

- Los alumnos mantienen mejor el nivel de atención:
Es conocido que en una clase expositiva se produce baja atención aproximadamente en los 15 minutos posteriores a su inicio, la cual se recupera un poco hacia el final, ante la inminencia de una posible conclusión de la clase. Por ende, la introducción de algún tipo de actividad cada 15 o 20 minutos ayuda a que los alumnos la mantengan.
- Facilita la adquisición de los conocimientos:

Se sabe que los alumnos retienen mejor la información si hacen algo con ella al poco tiempo de ser proporcionada. Por ende, sabiendo que es poco probable que se pongan a estudiar al acabar la clase, lo mejor es que trabajen durante la sesión.

- Facilita de obtención de *feedback* (realimentación) sobre el nivel de comprensión:

Al trabajar la materia en clase y a la vista del profesor, tanto éste como los alumnos pueden reunir elementos de juicio suficientes para evaluar el nivel de comprensión, y tomar decisiones inmediatas en el caso de que este nivel no sea satisfactorio.

1.3 Aprendizaje heurístico

El término heurístico deriva de la palabra griega *heuriskein*, que significa «encontrar» o «descubrir» y es aplicado en el ámbito de la optimización para describir una clase de algoritmos de resolución de problemas. Dentro de este contexto, las heurísticas son metodologías que encuentran la capacidad para realizar, de forma inmediata, cambios positivos para sus fines. También, se dice que la heurística es un rasgo netamente humano; desde este punto de vista, se define como el arte del descubrimiento y de la invención o de la resolución de problemas, mediante la creatividad y el pensamiento lateral (Bono, 1967).

El aprendizaje heurístico no se desliga del constructivista, potenciador de los procesos de indagación y construcción, el cual estimula habilidades como: creatividad, investigación, reflexión crítica y trabajo colaborativo. También, se debe tomar en cuenta que el aprendizaje se potencia cuando se satisface una serie de condiciones donde el estudiante es capaz de relacionar la nueva información con los conocimientos previamente adquiridos. Para ello, se debe disponer de un aprendizaje que invite a indagar, investigar y construir un proceso lógico y significativo.

Según Martí (2012), el aprendizaje heurístico genera una serie de métodos, entre los que se encuentran:

- **Métodos de descomposición:** el problema original se descompone en subproblemas más sencillos de resolver.
- **Métodos inductivos:** generaliza a partir de versiones más pequeñas a más complejas.
- **Métodos de reducción:** el objetivo es restringir el espacio de soluciones, simplificando el problema.
- **Métodos constructivos:** consisten en construir paso a paso la solución del problema. Comúnmente son métodos deterministas y suelen estar basados en la mejor escogencia de cada iteración.

- **Métodos de búsqueda local:** a diferencia de los métodos anteriores, el procedimiento de búsqueda o mejora local comienza con una solución del problema, la cual se mejora progresivamente. Este método finaliza cuando no exista ninguna solución accesible que mejore la anterior.

2. Descripción e implementación

2.1 Descripción del trabajo

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron tres métodos en distintas etapas:

1. **Revisión sistemática de bibliografía:** la recuperación de información de la literatura se realizará mediante métodos de revisión sistemática sobre bases de datos electrónicas afines.
2. **Contraste teoría/empirismo:** a fin de brindar antecedentes y fundamentos teóricos para la generación de guías del proceso, se utilizará un análisis de la teoría y de los estudios empíricos previos relacionados.
3. **Realización de pilotaje y encuestas:** la validación empírica se realizará por medio de pruebas exploratorias en asignatura piloto para ilustrar el funcionamiento de las propuestas, junto con la generación de evidencias y recopilación de opiniones sobre el proceso, mediante la administración de encuestas.

Cada una de las etapas fue desarrollada de forma secuencial, se estableció un cronograma de actividades con el objeto de asegurar un desarrollo exitoso de la investigación. Para esto fueron definidas las actividades y tareas por realizar, las cuales se encuentran resumidas en la tabla I.

Tabla I. Desarrollo de actividades del proyecto

Actividad	Tareas
Revisión de bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de texto de apoyo. • Recolección de material necesario.
Estado del arte sobre metodologías	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de artículos académicos. • Acopio de información.
Estudio de casos	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación de diferentes herramientas. • Selección de casos de estudios. • Capacitaciones en el desarrollo y aplicación de casos de estudios.
Desarrollo de casos	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión de planificación. • Selección de casos de estudios. • Desarrollo de pautas de trabajo. • Determinación de alumnos ayudantes.
Implantación de casos en aula	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de grupos de trabajo. • Organización de reuniones con grupos. • Realización de trabajos en el aula. • Aplicación de pauta de evaluación basada en problemas. • Evaluación de talleres.
Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de asistencias. • Calificaciones versus semestres anteriores. • Toma de encuestas de satisfacción. • Tabulación de datos.

2.2 Implementación

Para el desarrollo del proyecto se consideró la implementación inicial en la asignatura de *Introducción a la Programación*, correspondiente al ciclo de formación general (plan común) de las carreras de la Facultad de Ingeniería. Esta asignatura semestralmente se dicta en dos grupos paralelos, con un promedio de 70 alumnos cada uno, pertenecientes al nivel 202 (segundo año) de cualquiera de las carreras de Ingeniería Civil o Geología de la Universidad de Atacama. Para ello, se han introducido, en estos cursos, una serie de técnicas que, sin ser nuevas algunas de ellas, por lo general no se utilizan en asignaturas con grandes cantidades de alumnos o de formación inicial de los ingenieros noveles. Hasta ahora, el modelo de aprendizaje habitual de las asignaturas de primeros años de ingeniería estaba centrado en la docencia clásica, siendo el profesor el protagonista y fuente del conocimiento, con un papel pasivo por parte del alumno, lo que dificultaba el desarrollo del pensamiento algorítmico y la enseñanza de la lógica en la programación.

Con este trabajo se procuró introducir modelos centrados en el aprendizaje activo del alumno, para mejorar su rendimiento y aumentar su participación en las clases.

Para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto e incorporar nuevas metodologías, se intervinieron las dos clases semanales (90 minutos cada una) de ambos paralelos. Inicialmente, se comenzó a trabajar con una plataforma de aprendizaje, mediante la incorporación de pruebas electrónicas, foros de discusión y planteamiento de problemas para su análisis. Luego, se continuó con la incorporación del trabajo en aula, por medio de la resolución de problemas y uso de herramientas para el desarrollo del pensamiento lógico (cabe destacar que el pensamiento lógico es fundamental en la asignatura de programación, pues deben "visualizar" la metodología a utilizar para lograr "imaginar" los resultados que resuelvan las problemáticas planteadas).

2.2.1 Descripción de la asignatura intervenida

La asignatura de *Introducción a la programación* es un curso dictado por el Departamento de Ingeniería en Informática y Ciencias de la Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Atacama. Se aplica a todas las carreras que tienen asociado el grado de licenciatura en ciencias de la ingeniería: ingeniera civil en minas, ingeniería civil en metalurgia, ingeniería civil en computación e informática, ingeniería civil industrial y geología.

Dentro de los contenidos de esta asignatura se encuentran:

- Expresiones lógicas,
- algoritmos y programas,
- resolución de problemas, estructuras y herramientas de programación,
- programación estructural y
- estructura de datos.

Cabe añadir que los más difíciles de asimilar por parte de los estudiantes son los referentes a algoritmos y programas, debido a la resolución de problemas mediante procedimientos estructurados.

2.3 Metodologías utilizadas en el desarrollo del proyecto

Para este trabajo de investigación se establecieron dos metodologías, debido a que se consideran más congruentes dada la problemática de los respectivos cursos *Aprendizaje*

basado en problemas y Aprendizaje por experiencias. Dichas metodologías se describen seguidamente.

2.3.1 Aprendizaje basado en problemas

Con este curso los estudiantes deben resolver contrariedades escondidas en situaciones reales, o al menos, presentes de forma realista. Para ello, se realiza un episodio sobre cómo aprender dentro del entorno general, con base en los siete pasos siguientes:

- Presentación del problema.
- Análisis del problema.
- Generar una (o varias) hipótesis.
- Identificar faltas de conocimiento.
- Decisión sobre metas de aprendizaje.
- Aprendizaje individual.
- Intercambio de resultados.

Las actividades asociadas a este proceso de aprendizaje parten de la creación de casos y problemas a utilizar. Una vez seleccionados los casos, los alumnos comienzan a trabajar en grupos de cuatro personas, a fin de dar solución a una problemática específica, mediante la aplicación de conceptos necesarios (ver figura 1 y 2).

Figura 1: Desarrollo de problemas con material didáctico



Figura 2: Trabajo en islas de aprendizaje



Los problemas se trabajaron utilizando como base de referencia las propuestas derivadas de los resultados en evaluación y talleres en clase, por medio de una metodología de análisis de casos. De esta forma, dichos casos de estudio corresponden a una situación real y concreta, la cual se toma como base para ejecutar el análisis y la toma de decisiones por parte de los estudiantes.

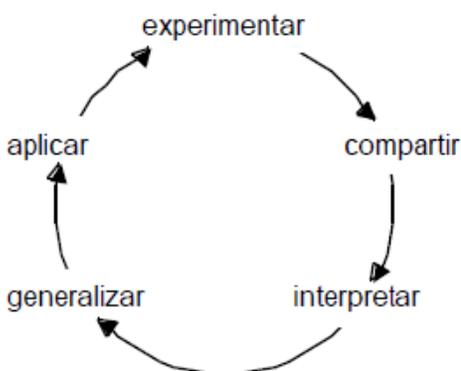
2.3.2 Aprendizaje por experiencias

La experiencia previa y los conocimientos adquiridos son elementos de gran relevancia en el aprendizaje. Las características principales de un estudiante universitario son (Henderson, 1989):

- Comportamiento ante el aprendizaje,
- aprendizaje por descubrimiento,
- tarea a desempeñar, y
- enfoque centrado en el problema.

Estas características, -usualmente presentes en la gran mayoría de los estudiantes universitarios- apoyan la idea de que en la enseñanza superior es importante emplear una metodología docente que cumpla las expectativas, tal como lo muestra la figura 3.

Figura 3: Ciclo de Aprendizaje por experiencia



Esta metodología se aplica en el curso, mediante el empleo de elementos rutinarios para la resolución de problemas en programación. Un ejemplo de aplicación en lo cotidiano sería cómo tomar locomoción para llegar desde su casa a la universidad, lo cual comprende el desarrollo de un algoritmo basado en una experiencia.

3. RESULTADOS

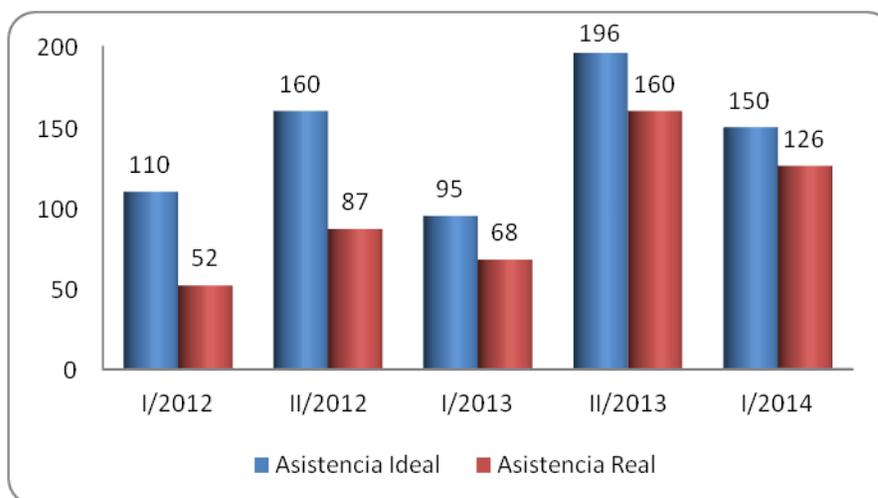
Cabe destacar que, inicialmente, las intervenciones realizadas a los cursos de *Introducción a la programación* contaron con cierto nivel de rechazo, tanto de los profesores como de los estudiantes. Lo anterior, debido a que los primeros se veían "sobrecargados" de trabajo al tener que preparar el material necesario para el desarrollo de la clase bajo la nueva modalidad. A esto, se le debe sumar la sensación de que el esfuerzo realizado "no era valorado" por sus estudiantes. Por su parte, el estudiantado sentía que el profesor no hacía nada y, por lo tanto, todo el trabajo lo debían realizar ellos, con cierto temor presente de no obtener los conocimientos necesarios durante el transcurso de la asignatura.

Una vez que profesores y estudiantes lograron asumir sus respectivos papeles, los problemas expuestos anteriormente comenzaron a ser superados, enriqueciendo el proceso debido a que la comunicación entre ellos se vio favorecida. Es así que, los resultados comenzaron a ser positivos, generando un importante intercambio de ideas y retroalimentaciones entre los académicos. También, los alumnos comenzaron a comprender mejor los contenidos, aumentando su asistencia y participación en clases, junto a la

generación de discusiones y aprendizaje entre pares (integrantes de cada equipo de trabajo) durante la resolución de los problemas planteados.

Como se mencionó *supra*, uno de los aspectos por destacar entre los resultados obtenidos es el incremento en la asistencia a clases (considerando que no es obligatoria), pues para la asignatura *Introducción a la programación* era común apreciar entre un 30% y un 40%. No obstante, tras las intervenciones realizadas a partir del primer semestre de 2012, la asistencia y participación por parte de los estudiantes comenzó a subir en un promedio de 15% semestral, logrando un 47% para el I semestre de 2012, hasta obtener un 84%, valor que en promedio se ha mantenido (ver gráfico 1). Sin embargo, a pesar de que la línea de tendencia ha ido en aumento, aún se presenta una diferencia respecto al valor ideal esperado (total de matriculados).

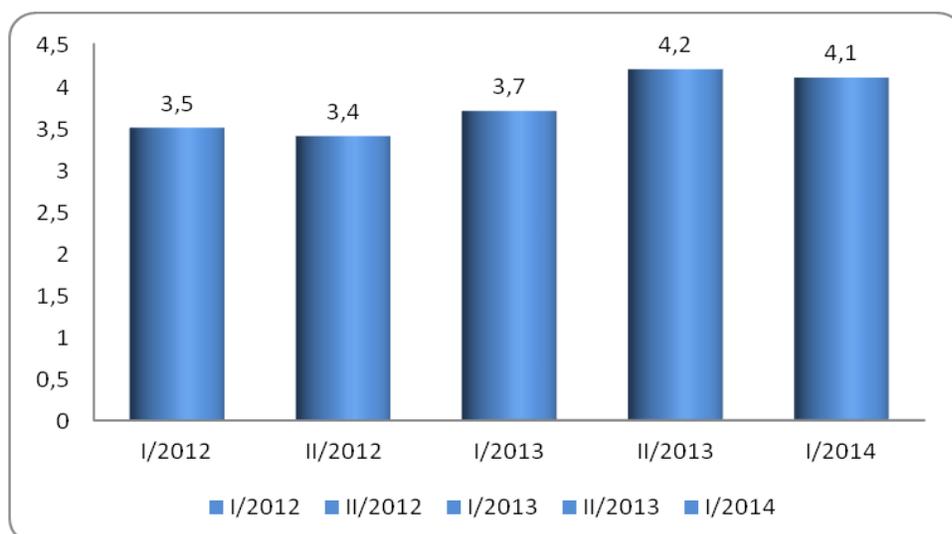
Gráfico 1: Asistencia real versus asistencia ideal de los alumnos en clase



Fuente: elaboración del autor (2014).

De la misma forma, tal como se muestra en el gráfico 2, los promedios generales por semestre fueron en aumento, considerando el bajo rendimiento que presentaron antes del inicio del estudio, el cual comenzó el primer semestre de 2012, donde el promedio fue de un 3,5 (en escala de nota de 1 a 7). Así, se logró obtener un 4,5 en promedio, valor que posteriormente se ha mantenido estable. Cabe destacar que el incremento real se vio reflejado solo a partir del primer semestre de 2013 (sube 0,2 puntos), debido a que en un inicio costó bastante la implantación de los nuevos procesos, tal como fue expuesto en secciones anteriores.

Grafico 2: Promedio general del curso de programación

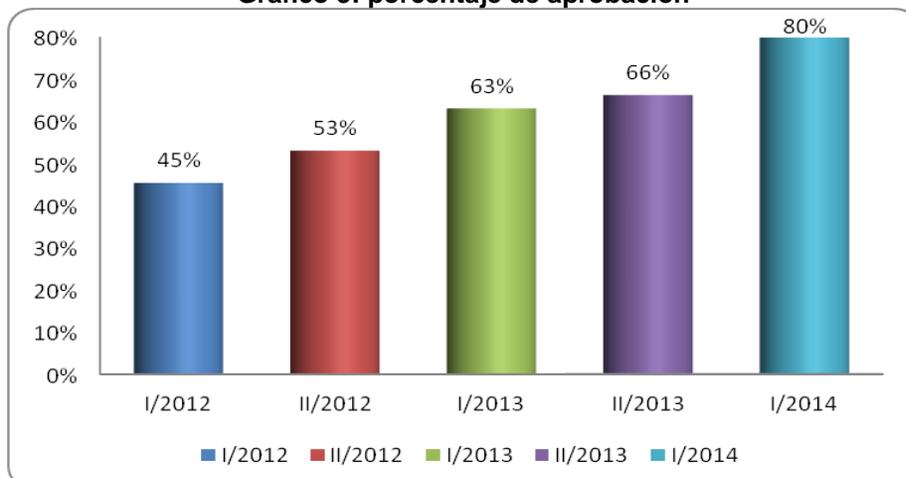


Fuente: elaboración del autor (2014).

Otro punto importante por considerar es que de los alumnos, quienes realizaron las actividades incorporadas durante el curso y hasta su final, un 58% superó la asignatura sin necesidad de rendir examen final, y un 25% que se presentó a hacer la prueba, logró superarla. Al comparar los resultados con los estudiantes que no participaron en las actividades desarrolladas, correspondientes al 15% que reprueba sin tener opción de ir a convocatoria, con el 70% que no aprobó el examen (solo se aplica prueba si el alumno presenta un promedio de notas de 3,0 a 3,9), se obtiene que el 15% sí lo supera. Hasta el momento, no se han presentado casos en que alumnos que no realicen dichas actividades logren superar la asignatura sin tener que hacer el examen.

Por lo anterior, la cantidad de alumnos aprobados por semestre ha incrementado considerablemente, teniendo presente que antes del año 2012, la aprobación de la asignatura era menos del 45% del total del curso. Estos índices han ido aumentando en razón de un 7% de un semestre a otro, tal como se ilustra en el gráfico 3.

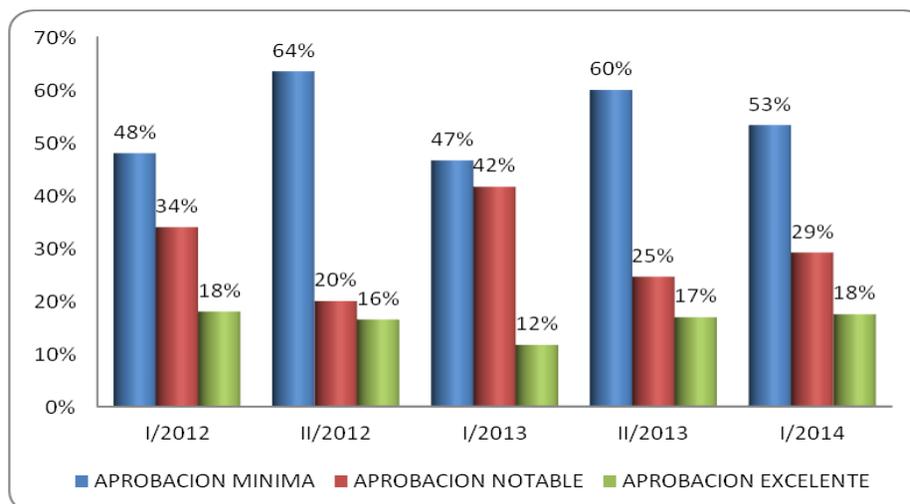
Gráfico 3: porcentaje de aprobación



Fuente: elaboración del autor (2014).

Otro aspecto importante por destacar, es la evolución que ha tenido el nivel de logro obtenido por los estudiantes, especialmente en la aprobación de tipo notable y la excelente (gráfico 4), considerando que una aprobación mínima corresponde a un promedio final de 4,0, una notable oscila entre 5,0 y 6,0 y una excelente, entre un 6,0 y un 7,0.

Gráfico 4: Niveles de aprobación de los alumnos



Fuente: elaboración del autor (2014).

4. CONCLUSIONES

El aprendizaje basado en problemas y por experiencia representa el fomento de un papel más participativo por parte del alumnado, logrando el gran objetivo del aprendizaje autónomo, además de potenciador de procesos de indagación y construcción del

aprendizaje, estimulando la creatividad, investigación, reflexión crítica y el trabajo colaborativo.

Se han introducido, en los cursos intervenidos, una serie de técnicas que sin ser nuevas, por lo general, no se utilizan en asignaturas con grandes cantidades de estudiantes o en la formación inicial de los ingenieros noveles, logrando adaptarlas satisfactoriamente.

Aún cuando inicialmente las intervenciones realizadas contaron con cierto nivel de rechazo, una vez que profesores y estudiantes lograron asumir sus respectivos papeles, los resultados comenzaron a ser positivos, generando un importante intercambio de ideas y retroalimentación entre los académicos; los alumnos aumentan su asistencia y participación en clases al comprender mejor los contenidos, generando discusiones y ejerciendo el aprendizaje entre pares durante la resolución de los problemas planteados.

Así mismo, los alumnos comenzaron a generar mayor compromiso con sus procesos de aprendizaje. Esto derivó en un importante cambio en la lógica para resolver problemas propios de la asignatura, permitiendo el intercambio de ideas y discusiones entre los componentes de cada grupo de trabajo. También, se potenció la comprensión lectora, el trabajo en equipo, el pensamiento lógico en la resolución de problemas, la capacidad de enfrentar la teoría en la práctica, la capacidad de aprender y, sobre todo, el autoaprendizaje.

Los resultados de este trabajo se obtuvieron luego de utilizar una propuesta educativa que cambiara el contexto histórico de la realización de las clases para una asignatura de programación. Los docentes se involucraron completamente en este proyecto, pese al trabajo adicional necesario para el cumplimiento de los objetivos. Los resultados mostrados reflejan que las metodologías aplicadas están dando sus primeros frutos, lo que también es validado por los alumnos. Esto se mostró en las encuestas de satisfacción y se corroboró en el descenso de los niveles de reprobación.

La experiencia ha demostrado que el aprendizaje obtenido por los estudiantes es considerablemente mayor, en comparación con la aplicación de metodologías tradicionales. Esto se evidencia en la mejora en las tasas de aprobación, así como en la inexistencia de casos en que los alumnos que desarrollaron las actividades, debieron someterse a examen. En contraste con lo anterior, las tasas de aprobación de los alumnos que no participaron no sufren variación respecto al histórico; por lo cual, aún son bajas.

Trabajos futuros

Dentro de los trabajos futuros, queda pendiente la prueba y posterior incorporación de otras metodologías de aprendizaje activo. Además de incluir objetos de aprendizaje que refuercen los contenidos que más les cueste asimilar a los estudiantes.

Agradecimientos

A la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad de Atacama que financia el proyecto de investigación interna DIUDA-22249, en donde se enmarca el trabajo presentado en este artículo.

REFERENCIAS

- Díaz-Barriga, Frida y Hernández Rojas, Gerardo. (2005). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Tiempo de Educar*, 6(12), 397-403.
- ABET INC (Accreditation Board for Engineering and Technology). (2008). *Annual report*. Estados Unidos: ABET.
- Barrado, Cristina, Bofill, Pau, Díaz de Cerio, Luis, Herrero, Josep, Morancho, Enric, Navarro, Leandro, y Valero-García, Miguel. (2001). *Siete experiencias de Aprendizaje Activo*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Arquitectura de Computadors.
- Bono, Edward de. (1967). *The Use of Lateral Thinking*. Estados Unidos: Intl Center for Creative Thinking.
- García, José y Hernandez, Angela. (2010). Active Methodologies in a Queueing System Course for Telecommunication Engineering Studies. *IEEE Transactions on Education*, 53(3), 405-412.
- Henderson, Penny. (1989). *Promoting Active Learning* (The Effective Trainer Series). Estados Unidos: National Extension College.
- López, Germán. (2011). Empleo de Metodologías Activas de Enseñanza para el aprendizaje de la química. *Revista de enseñanza Universitaria*, (37),13-22.
- Martí, Rafael. (2012). *Procedimientos Heurísticos en Optimización Combinatoria*. Recuperado de <http://www.uv.es/~rmarti>
- Mayer, Richard. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1),14-19.
- Moreira, María Luz, Caballero, Concesa y Rodríguez, Marco. (2004). *Aprendizaje significativo*. España: Universidad de Atacama.