



Estudio acerca del logro de competencias y percepción de aprendizaje por parte de los alumnos. Experiencia de un curso de Fisicoquímica

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

Javier Cueto¹, Alumno de quinto año

Sebastián Arentsen¹, Alumno de quinto año

Tamara Rabi¹, Titulada

Loreto Valenzuela¹, Profesora Asistente

Ximena Hidalgo², Asesora Docente

¹DEPARTAMENTO INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOPROCESOS

²DIRECCIÓN DE PREGRADO

INTRODUCCIÓN

En el marco de la implementación de un currículo basado en competencias en la Escuela de Ingeniería, el diseño de cursos debe ser consistente con el perfil propuesto a sus alumnos [1]. La comisión de acreditación ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) precisa el concepto de competencias según la siguiente definición: “Las competencias describen lo que los estudiantes deben saber y ser capaces de hacer al momento de la graduación. Éstas se relacionan con las habilidades, conocimientos y conductas que adquieren los estudiantes a medida que progresan a través del programa” [2]. Establecer un conjunto de competencias bien definidas permite a los docentes diseñar, correcta y efectivamente, sus cursos y definir las metodologías coherentes para el logro de éstas [3].

Así, la concepción de enseñanza deberá considerar que el alumno se involucre en su proceso de aprendizaje, por lo que las metodologías deben adquirir un carácter activo. El aprendizaje activo se define como cualquier método de enseñanza que comprometa a los estudiantes en el proceso de aprendizaje [4]. En este sentido, cobra relevancia que el mismo alumno evalúe y reflexione entorno a cómo progresa en cuanto a la adquisición de las competencias definidas para el curso. El incorporar instrumentos que apunten a recabar esta información permite entender, en gran parte, el comportamiento de los alumnos y sus percepciones, ya que el sentirse “competente” en un cierto ámbito de aprendizaje, se asocia a las actividades en las cuales participan, al nivel de esfuerzo utilizado, grado de persistencia, rendimiento e interés [5].

Dentro del contexto del uso de metodologías activas, esta investigación busca conocer cómo su implementación afecta la percepción de los alumnos acerca del logro de competencias, su desempeño real, las diferencias que se perciben entre distintos grupos de alumnos y el efecto de factores como la asistencia.

METODOLOGÍA

Identificación de las características del curso

La investigación se realizó durante el primer semestre de 2012, en el curso Físicoquímica dictado por la profesora Loreto Valenzuela. El curso contaba con 59 alumnos, correspondientes a 22 mujeres y 37 hombres. El año de ingreso de los distintos alumnos los sitúa entre 2° y 7° año de universidad. Este ramo se dicta una vez al año para los alumnos de Ingeniería Civil de las especialidades Química (31%), Bioprocesos (13%), Ambiental (4%) y Biotecnología (33%)¹. El ramo es de gran importancia dentro de la malla curricular de los alumnos pues corresponde a uno de los primeros de su especialidad. Antes de realizar este curso, los alumnos deben aprobar ramos que cubren los temas de química general y termodinámica. Ambos ramos forman parte de la malla de Ingeniería de plan común, es decir, que deben tomar todos los alumnos de la Escuela de Ingeniería.

En el desarrollo del curso se consideraron metodologías tales como clases expositivas de carácter activo, además de actividades fuera de la sala de clases como tareas, ejercicios, ayudantías, búsquedas bibliográficas, visitas a terreno y laboratorio computacional. Para la ejecución de las clases, se contó con el apoyo audiovisual de transparencias en PowerPoint, las que se encontraban disponibles para los alumnos a través de la página web del curso. Durante la clase, los alumnos realizaron actividades y ejercicios en distintas modalidades, ya sea individual como grupalmente, los que fueron resueltos en el pizarrón por los mismos alumnos o la profesora. En la mayoría de las clases se realizaron mini-encuestas, donde los alumnos respondieron preguntas, tanto sobre la metodología, como de su comprensión de los temas vistos. Con este tipo de preguntas se busca conocer las actividades que motivan a los alumnos, así como detectar y resolver sus dudas, de manera continua, durante el semestre. Además de la clase, el curso contaba con ayudantías, donde se realizaban ejercicios de mayor dificultad, tipo interrogación. Estos ejercicios eran resueltos, en primera instancia, por los alumnos, para luego ser revisados en conjunto con los ayudantes del curso. Todas las actividades realizadas por los alumnos, tanto dentro como fuera de la sala de clases, tenían por objetivo alcanzar una o varias de las competencias del curso.

Administración y análisis de Encuestas de Logro de Aprendizajes (ELA) a lo largo del semestre

En base a las competencias revisadas para cada interrogación, se prepararon encuestas de logro de aprendizaje (ELA). Inmediatamente antes de cada interrogación, los alumnos autoevaluaban su nivel de logro de las competencias que se evaluarían en dicha interrogación. Cabe destacar que los alumnos conocían las competencias de la prueba, a lo menos, con una semana de anticipación y la ELA se tomaba minutos antes de la misma. Además, se aplicó una ELA de diagnóstico asociada a las competencias que debieron haber sido logradas en los cursos pre-requisito de éste.

La escala usada en cada ítem de las ELAs fue de 4 niveles (distinguido, competente, en desarrollo y no logrado). Esta escala fue transformada en una de notas 1-7, lo que permite comparar los resultados de las ELAs con los de las interrogaciones.

¹ Porcentajes referidos a los alumnos cursando en dicho semestre, según encuesta realizada en la primera clase del curso. El resto de los alumnos (19%) corresponde a indecisos.

Medición de logro de competencias en evaluaciones del curso

El logro de las competencias del curso fue medido a través de la aplicación de 4 evaluaciones formales: 3 interrogaciones y un examen final. En cada una de ellas, cada competencia estaba asociada a una o más preguntas de la evaluación. Cada una de las partes de cada interrogación se evaluó con una escala discreta de 5 niveles: distinguido, competente, intermedio, en desarrollo y no logrado, correspondiente a 100%, 75%, 50%, 25% y 0% del puntaje total de cada pregunta. Para el cálculo de la nota, se transformó el puntaje obtenido a escala 1-7, considerando el punto base. Luego de obtener los resultados de logro de competencias de cada alumno, en escala 1-7, estos se compararon con las ELAs entregadas por los alumnos con anterioridad a la evaluación.

Análisis del logro de competencias en distintos grupos del curso

En base a la medición de logro de competencias, se categorizó los porcentajes de logro para determinar si los alumnos lograron, o no, el dominio de la competencia específica según el criterio mostrado en la Tabla 1. Se consideró que, si los alumnos obtienen entre un 50% y 75% del puntaje, no es posible conocer si la competencia fue lograda o no, ya que no se podría diferenciar entre errores numéricos o conceptuales. En la Tabla 1 se especifica el criterio utilizado.

Tabla 1: Criterio de Logro de competencias en términos de porcentaje de evaluación en interrogaciones.

Status	Criterio
Competencia Lograda	$\geq 75\%$ del puntaje total
Competencia no Lograda	$\leq 50\%$ del puntaje total
Logro de Competencia Incierto	50-75% del puntaje total

Para hacer un análisis más detallado del logro de competencia, se analizaron estos resultados considerando los siguientes grupos de alumnos: (1) eximidos, (2) no eximidos y (3) reprobados, de manera de identificar las competencias críticas y diferencias entre cada grupo.

Registro de asistencia a clases

Se realizó un seguimiento de la asistencia a clases de los alumnos -no obligatoria- para relacionarla con su rendimiento en las evaluaciones. De un total de 29 clases, se calculó el porcentaje de asistencia de cada alumno, la que se relacionó con su nota promedio de interrogaciones calculada como un 20%, 40% y 40%, en las interrogaciones 1, 2 y 3, respectivamente. La asistencia a clases se contrastó con el logro de competencias por evaluación y el rendimiento de cada alumno en cada evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de esta investigación están organizados en función de las siguientes preguntas de investigación relacionadas con el logro de competencias tras el uso de metodologías activas.

¿Cuál es la percepción que tienen los alumnos de su nivel de logro de las competencias del curso?

A partir de la comparación entre las ELAs y los resultados en las evaluaciones del curso, se pudo demostrar que los alumnos tienden a sobrestimar su nivel de logro por competencia (FIGURA 1). Para cada prueba se realizó un análisis estadístico a través de un intervalo de confianza al 95% a la diferencia entre la nota de la interrogación y la nota esperada calculada en función del ELA (corrigiendo la escala a 1-7, como se explicó en la metodología). En el caso de la interrogación 1, el análisis arrojó un valor esperado de -0,5, con una desviación estándar de 0,164, entregando un intervalo de (-0,828; -0,172), demostrando que los alumnos sobreestimaron su nivel de logro. Para la interrogación 2 se obtuvo un valor esperado de -0,974, desviación estándar de 1,055 e intervalo de (-1,229; -0,664), lo que demuestra que los alumnos tendieron a sobrestimar aún más su desempeño y conocimientos, lo que se explica debido a que la dificultad de esta evaluación fue mucho mayor, en palabras de la profesora. Finalmente, para la tercera prueba, se tiene un valor esperado de -0,147, desviación estándar 1,065 e intervalo de

(-0,434; 0,141). Se aprecia que, en este caso, los alumnos tendieron a equilibrar sus expectativas con su desempeño real.

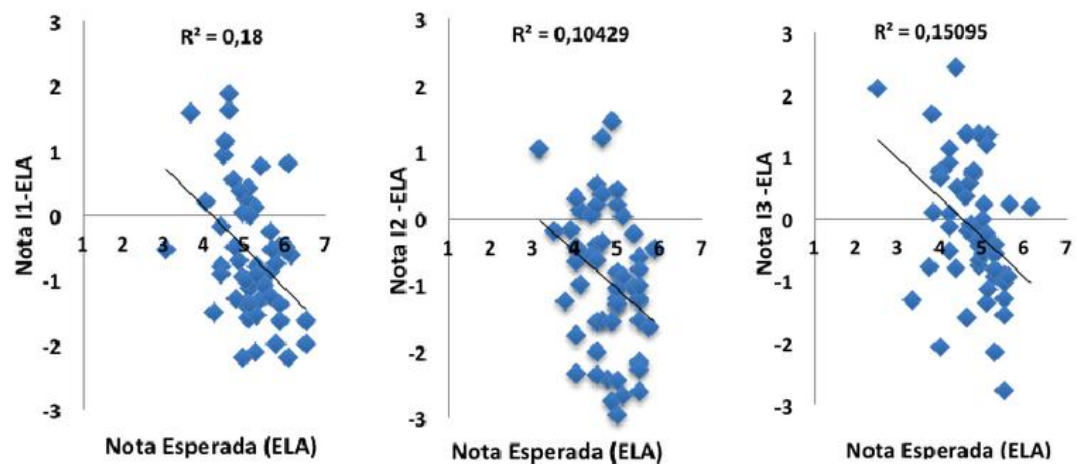


Figura 1: Correlación entre nivel de logro obtenido en la competencia según ELA vs logro según evaluación.

En la Tabla 2 se aprecia el análisis para cada una de las competencias del curso, el cual se hizo mediante el análisis de intervalo de confianza al 95%, lo cual expresa con claridad las competencias que los alumnos sobreestimaron o subestimaron a partir de la diferencia entre la nota lograda en cada evaluación y la nota esperada (ELA).

Se aprecia que 3 de 11 competencias fueron subestimadas, 5 de 11 sobrestimadas y 3 inciertas, lo que refuerza el hecho que los alumnos tienden a sobrestimar su desempeño y logro de competencias.

Tabla 2: Resultado Análisis de percepción de logro para cada competencia del curso.

Competencia	Estimación por parte de los alumnos	media, valor p
1 [I1]	Subestimada	$\bar{x} = 0,1741, p < 0,001$
2 [I1]	Subestimada	$\bar{x} = 0,127, p = 0,013$
3 [I1]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,1563, p = 0,005$
4 [I1]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,2693, p < 0,001$
5 [I1]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,125, p = 0,001$
4 [I2]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,1994, p < 0,001$
6 [I2]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,1786, p < 0,001$
7 [I2]	Incierto	$\bar{x} = -0,0558, p = 0,217$
8 [I2]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,1875, p < 0,001$
8 [I3]	Sobrestimada	$\bar{x} = -0,2917, p < 0,001$
9 [I3]	Subestimada	$\bar{x} = 0,1173, p < 0,001$
10 [I3]	Incierto	$\bar{x} = -0,037, p = 0,48$
11 [I3]	Incierto	$\bar{x} = 0,0544, p = 0,134$

¿Existen diferencias significativas en el logro de competencias entre los alumnos que se eximieron, aprobaron y reprobaron el curso? ¿Qué competencias resultan críticas para el desempeño de los alumnos?

A partir del análisis del rendimiento de los alumnos en las tres interrogaciones del curso se calcula el logro de cada competencia. En la Tabla 3 se aprecia que los alumnos eximidos (12 alumnos) obtuvieron un logro significativo en 61% de las competencias del curso, en promedio, mientras que no lograron 24,2% de las competencias, en promedio. Este resultado permite establecer que la eximición cumplió su propósito, ya que los alumnos en este grupo obtuvieron un importante dominio de las competencias del curso.

Tabla 3: Análisis de logro de competencias de alumnos eximidos.

Categoría	Promedio (ds)	Máximo	Mínimo
% Competencias Logradas	61,4% (ds: 15.1)	81,8%	36,4%
%Competencias No Logradas	24,2% (ds: 8.1)	36,4%	9,1%
% Incertidumbre respecto al logro de competencias	14,4% (ds: 15.2)	45,5%	0,0%

ds: desviación estándar.

Para los alumnos no eximidos (45 en total, sin embargo se posee información completa de 39, ya que no todos rindieron las 3 interrogaciones) se observa que ellos logran, en promedio, 33,8% de las competencias, mientras que no logran el 50,1% de las competencias del curso, en promedio (Tabla 4). En el caso de los alumnos que reprobaron el ramo (10 en total, se posee información completa de 4), sólo lograron un 38,9% de las 11 competencias del curso, en promedio.

Tabla 4: Análisis de logro de competencias de alumnos no eximidos.

Categoría	Promedio (ds)	Máximo	Mínimo
% Competencias Logradas	33,8% (ds: 18,5)	72,7%	9,1%
%Competencias No Logradas	50,1% (ds: 14,5)	81,8%	27,3%
% Incertidumbre respecto al logro de competencias	16,1% (ds: 9,6)	27,27%	0%

Tabla 5: Análisis de logro de competencias de alumnos reprobados.

Categoría	Promedio (ds)	Máximo	Mínimo
% Competencias Logradas	38,9% (ds: 9,0)	46,6%	36,4%
%Competencias No Logradas	54,3% (ds: 7,4)	36,4%	9,1%
% Incertidumbre respecto al logro de competencias	6,8% (ds: 4,5)	45,5%	0%

Respecto a las competencias que obtuvieron el menor porcentaje de logro, en las tablas 6 y 7 se presentan los resultados para los grupos de alumnos eximidos y no eximidos respectivamente. Se puede observar que la competencia 4 se repite en ambos grupos del curso, lo que se debe a la dificultad teórica que presenta, al ser un contenido abstracto.

Tabla 6: Competencias críticas, grupo de alumnos eximidos.

Competencia	Porcentaje de Logro
Competencia 10 (Aplicar conceptos fundamentales acerca del equilibrio de fase en superficies).	55,4%
Competencia 4 (Operar con los conceptos de energía libre, potencial químico y fugacidad).	56 %
Competencia 3 (Aplicar la primera y segunda ley de la termodinámica a componentes puros en sistemas abiertas y cerrados).	60,4%

Tabla 7: Competencias críticas, grupo de alumnos no eximidos.

Competencia	Porcentaje de Logro
Competencia 8 (Construir, describir e interpretar diagramas de fases para mezclas en equilibrio).	29 %
Competencia 4 (Operar con los conceptos de energía libre, potencial químico y fugacidad).	35,3%
Competencia 6 (Reconocer, interpretar y aplicar las leyes fundamentales de la termodinámica que gobiernan el equilibrio de fase de un sistema: Ley de Dalton, Henry y Raoult).	41,3%

¿Cuál es el impacto de la asistencia a clases en el logro de competencias del curso y rendimiento de los alumnos?

La asistencia a clases tendió a disminuir luego de la primera evaluación (I1), probablemente por el buen rendimiento promedio en dicha evaluación, como por la coexistencia de evaluaciones en otros cursos que los alumnos tomaron dicho semestre. Es importante destacar que tres alumnos abandonaron el curso antes de finalizar el semestre, por lo que su asistencia fue 0% a partir de dicho momento. Sin embargo, existe otro grupo de alumnos que disminuyó su asistencia, siendo esta baja progresiva a medida que avanzó el semestre.

En la primera interrogación, no se observó una correlación entre la asistencia a clases y el logro de competencias medidas en ella (Figura 2a). Esta evaluación medía un 40% de competencias correspondientes a termodinámica, curso pre-requisito a fisicoquímica, lo que podría explicar que la asistencia a este curso no tuviera un impacto, sino los conocimientos y competencias desarrollados previamente por parte de los alumnos.

En las evaluaciones siguientes, sí se observó una correlación positiva entre la asistencia a clases y el logro de cada una de las competencias del curso, así como con el rendimiento global en estas evaluaciones (Figura 2b, c, d).

Así, es posible concluir que el uso de metodologías de enseñanza activa, en horario de clases, por parte de profesora y alumnos, permite que los alumnos logren desarrollar, en mayor medida, las competencias del curso.

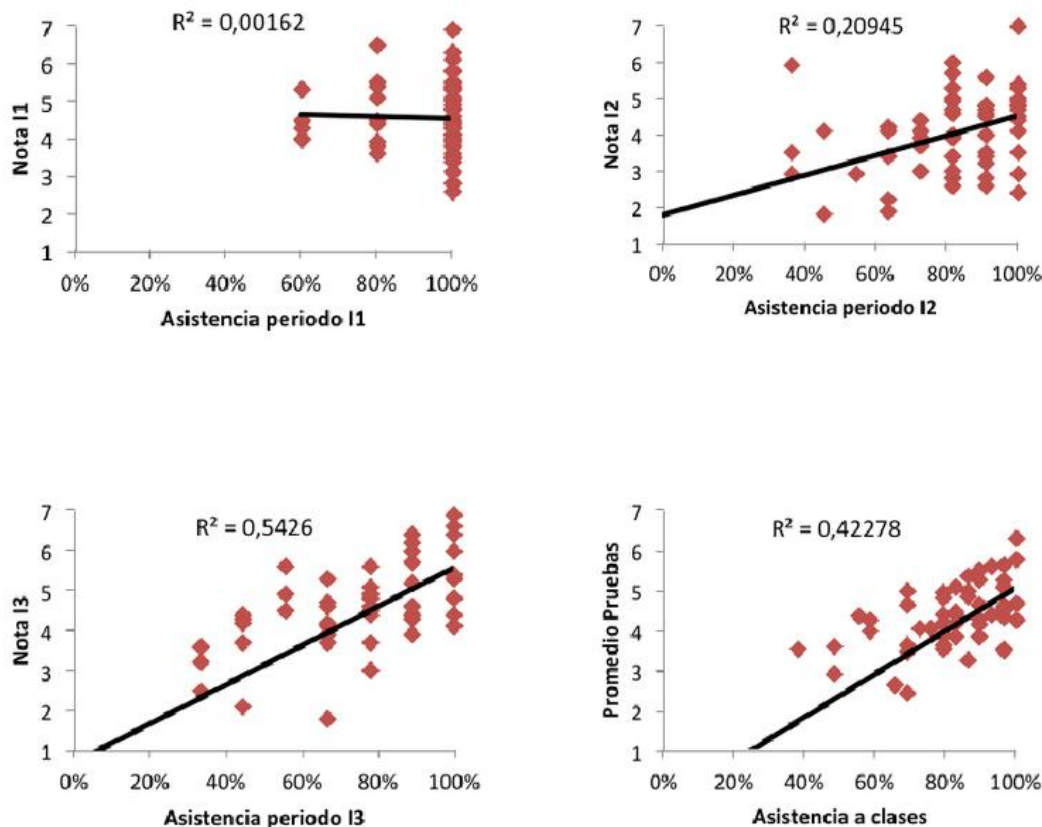


Figura 2: Asistencia a clases para interrogaciones 1 (a), 2 (b), 3 (c) y promedio (d), respectivamente.

En un análisis más detallado de la asistencia de los alumnos y su rendimiento, se puede observar que ningún alumno con asistencia del 100% tiene nota bajo 4,0, siendo la nota mínima un 4,3. Además, la mejor nota del curso pertenece, justamente, al grupo de alumnos con 100% de asistencia. Alumnos con notas insuficientes se concentran en rangos de asistencia bajo el 80%. De hecho, el promedio de notas finales de los alumnos con asistencia sobre 80% fue de un 4,7 (ds: 0,7), en tanto el de los alumnos por debajo de dicha asistencia, alcanzó sólo un 3,9 (ds: 0,7). Asimismo, los alumnos con asistencia menor al 50% tienen como nota final de las tres interrogaciones, una menor a 4,0, siendo la nota máxima un 3,6. El detalle de este análisis se presenta en la Figura 3.

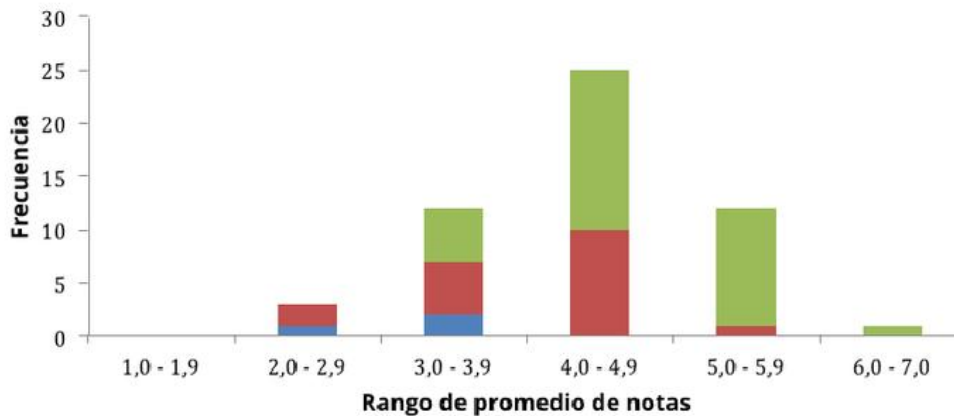


Figura 3: Relación asistencia/ Nota promedio final. Asistencia a clases: azul (0% a 49%), rojo (50% a 79%), verde (80% a 100%).

A pesar de lo significativo del resultado anterior, no es posible concluir una relación causa-efecto entre estos fenómenos. En principio, se pueden elaborar tres hipótesis que deben ser evaluadas en el futuro. Por una parte, se podría concluir que los alumnos desarrollan las competencias durante las clases. Por otro lado, es posible que los alumnos que van a clases, además, estudian más por su cuenta, logrando mejor rendimiento. Y finalmente, podría ocurrir que, tanto la asistencia a clases como el rendimiento, responden a un tercer factor común, relacionado con las estrategias de estudio de los alumnos.

CONCLUSIONES

A partir de la investigación realizada, en relación a la propia percepción de los alumnos en cuanto al logro de las competencias del curso, se concluye que ellos tienden a sobrevalorar su desempeño y logro de competencias en las interrogaciones del curso, comprobándose una diferencia significativa entre los alumnos eximidos y no eximidos. Por otra parte, la asistencia a clases se correlaciona con el logro de competencias, pero no se aprecia una relación causa-efecto que pueda ser explicada a partir de esta investigación. Se propone una revisión del diseño de los cursos en relación al tipo de metodologías a incorporar, de manera que promuevan el protagonismo de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje. Si bien, no es posible identificar variables únicas que determinen aspectos tan complejos como el logro de aprendizaje, sí ha sido posible obtener correlaciones importantes al respecto. Destaca el avance en el logro de aprendizaje, lo que estaría relacionado con la metodología activa implementada a lo largo del curso, existiendo una clara diferencia entre los distintos grupos de alumnos del curso, según su rendimiento. Por otro lado, se ha logrado relacionar temas tan importantes como la asistencia a clases con un buen desempeño a lo largo del curso. La importancia de continuar con estas investigaciones radica en promover actividades metodológicas que favorezcan aprendizajes más profundos, motivantes y duraderos, lo que repercute en el desarrollo de herramientas fundamentales en la formación profesional de los estudiantes. Para esto es fundamental analizar el impacto de estas metodologías en la motivación de los alumnos, lo que se planea realizar en una futura investigación en base a estudios cualitativos y diseño del curso en base a diversas metodologías activas, ya que no fue medido apropiadamente en esta versión del curso, para ser incorporado en este estudio.

PRINCIPIO CIENTÍFICO UTILIZADO

El principio fundamental estudiado en este artículo es la aplicación de metodologías de aprendizaje activo en el curso Físicoquímica de la carrera de Ingeniería. El aprendizaje activo se define como cualquier método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Este tipo de metodologías promueve que los estudiantes desarrollen aprendizajes significativos al procesar la información que reciben. Los cursos de esta carrera implementan un currículum basado en competencias, las que describen lo que los estudiantes deben ser capaces de saber y hacer al terminar un curso. Por lo tanto, las metodologías de aprendizaje activo definidas para desarrollar las competencias del curso, debieran favorecer aprendizajes más profundos y duraderos, con estudiantes más motivados e involucrados en su proceso de aprendizaje, manifestando mayor compromiso con el curso (reflejado en mayor asistencia y mejor rendimiento).

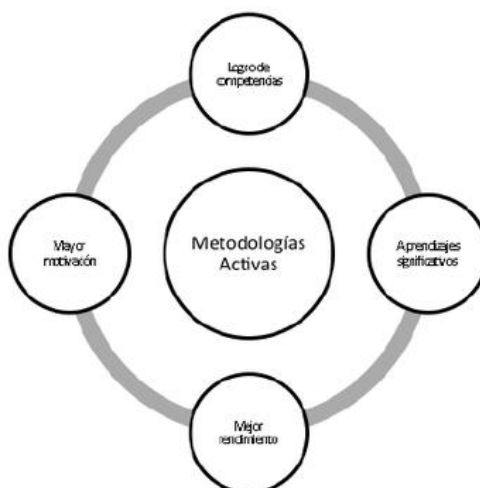


Figura 3: Factores relevantes del uso de metodologías activas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al profesor Claudio Gelmi, por su apoyo en el estudio y análisis estadístico del logro de competencias por parte de los alumnos, en especial para identificar diferencias significativas entre los grupos y analizar la percepción en el logro real y esperado. Asimismo, se agradece la colaboración de los alumnos del curso de Físicoquímica de 2012-1, quienes contestaron las encuestas y entregaron información relevante para esta investigación.

REFERENCIAS

1. FELDER, R. M., BRENT, R. Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria. *Journal of Engineering Education*, 92 (1), pp. 7-25, 2003.
2. REED-RHOADS, T. Presentation: A seminar offered at the Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería [diapositivas de PowerPoint]. ABET: Assessing Engineering Education. Santiago, Chile, 9 de enero de 2012.
3. FELDER, R. M., BRENT, R. *Effective Teaching: A Workshop*. Washington, EE.UU, 2007.
4. PRINCE, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93 (3), pp. 223-231, 2004.
5. JONES, B. D., PARETTI, M. C., HEIN, S. F., KNOTT, T. W. An analysis of motivation constructs with first-year engineering students: Relationships among expectancies, values, achievement, and career plans. *Journal of Engineering Education*, 99(4), pp. 319-336, 2010.

EQUIPO DE INVESTIGADORES

- 1 Javier Cueto
- 2 Sebastián Arentsen
- 3 Tamara Rabi
- 4 Ximena Hidalgo
- 5 Profesora Loreto Valenzuela

