

DIFICULTADES EN LA APROPIACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE FÍSICA II DE LOS ESTUDIANTES DE CARRERAS DE INGENIERÍA

M. Laura Herrero, Dpto. de Física- Facultad de Ingeniería-UNSJ, mlherrero@unsj.edu.ar

M. Emanuel Serrano, Dpto. de Física- Facultad de Ingeniería-UNSJ, eserrano@fi.unsj.edu.ar

Nélida Palma, Dpto. de Física- Facultad de Ingeniería-UNSJ, npalma@ unsj.edu.ar

Resumen—Este trabajo presenta una de las múltiples propuestas de enseñanza- aprendizaje desarrolladas por este grupo de docentes, en la búsqueda de alternativas para encontrar soluciones a las problemáticas emergentes en las cátedras de Física II de las carreras de Ingeniería, de la Universidad Nacional de San Juan.

El objetivo del trabajo fue identificar y comprender los factores que obstaculizan los procesos de apropiación de saberes de los alumnos y a partir de esos resultados diseñar estrategias para superar esas problemáticas.

En primer lugar, se elaboró una evaluación diagnóstica, como elemento de análisis en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, que permite confirmar aciertos, corregir errores y certificar los niveles de logro alcanzado por los alumnos, para promocionar o no ciertas etapas de los procesos de aprendizaje.

Se detectaron serias dificultades al trabajar con operaciones vectoriales, fundamental para el desarrollo de los conceptos de Electromagnetismo. Con el fin de lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes respecto a este contenido se propuso desarrollar un taller de vectores al comenzar el período de clases.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos de la evaluación diagnóstico y la propuesta que surgió como alternativa para solucionar las dificultades encontradas.

Palabras clave—*Aprendizaje significativo, Aprendizaje activo, Aprendizaje cooperativo.*

1. Introducción

Las instituciones públicas de educación superior tienen el legado histórico de ser formadoras de profesionales capaces de contribuir al desarrollo de una nación, ser agentes de cambio de una sociedad que reclama mayores niveles de bienestar y, a la vez, contribuir al desarrollo científico de las disciplinas universitarias.

Largo es el debate en torno al término: “calidad académica”. Para unos, el concepto tiene un corte cuantitativo, numérico, que encubre los aspectos cualitativos y ha conducido a las

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

instituciones educativas a una febril actividad para cumplir con los estándares establecidos por organismos externos a las instituciones educativas, descuidando el auténtico valor de la educación. Para otros, la calidad sólo es entendible en relación a los resultados obtenidos, en función de los indicadores y el cumplimiento de metas a ultranza. El punto de confluencia de los distintos enfoques se localiza en la necesidad e importancia de cumplir con los cometidos académicos, en los compromisos con los estudiantes en formación, con los procesos organizativos que le den certeza a la institución y en el compromiso social que se ha contraído.

El proceso de aprendizaje de las asignaturas universitarias es complejo. El estudiante tiene que poner en funcionamiento un amplio repertorio de capacidades para asimilar y reconstruir la información que le llega procedente de diversas fuentes.

Según David Paul Ausubel [1], creador de la teoría del aprendizaje significativo, uno de los conceptos fundamentales en el moderno constructivismo, responde a la concepción cognitiva del aprendizaje, según la cual éste tiene lugar cuando las personas interactúan con su entorno tratando de dar sentido al mundo que perciben. Al proceso mediante el cual se construyen las representaciones personales significativas y que poseen sentido de un objeto, situación o representación de la realidad, se le conoce como aprendizaje. “El aprendiz sólo aprende cuando encuentra sentido a lo que aprende”.

La relación o anclaje de lo que se aprende, con lo que constituye la estructura cognitiva del que aprende, tiene consecuencias trascendentes en la forma de abordar la enseñanza. A toda experiencia que parte de los conocimientos y vivencias previas del sujeto –las mismas que son integradas con el nuevo conocimiento y se convierten en una experiencia significativa– se le conoce como aprendizaje significativo.

El aprendizaje significativo se sustenta en la construcción que lleva a cabo el aprendiz, el mismo que ocurre a partir de los llamados «desequilibrios», «transformaciones», «lo que ya se sabía»; es decir, un nuevo conocimiento, un nuevo contenido, un nuevo concepto, que están en función a los intereses, motivaciones, experimentación y uso del pensamiento reflexivo del aprendiz. Los requisitos básicos a considerar en todo aprendizaje significativo son: las experiencias previas (conceptos, contenidos, conocimientos), la presencia de un profesor mediador, facilitador, orientador de los aprendizajes, los alumnos en proceso de autorrealización, y la interacción para elaborar un juicio valorativo (juicio crítico).

En síntesis, el constructivismo es un modelo de enseñanza y aprendizaje, donde el conocimiento se edifica sobre el conocimiento adquirido en el pasado y que es asimilado dependiendo de la importancia que este tiene para la persona que lo va adquirir. Además considerando que todo aprendizaje significativo parte de una construcción que se realiza a través de un proceso mental que finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo, podemos entender que los conocimientos previos que el alumno o alumna posean serán claves para la construcción de este nuevo conocimiento.

Es pues, a través de una participación activa, significativa y experiencial, como los estudiantes construyen nuevos y relevantes conocimientos, que influyen en su formación y fortalecen sus responsabilidades y compromiso por su propio aprendizaje. “Sólo cuando el aprendizaje es relevante surge la intención deliberada de aprender” [1].

Nuestra experiencia como docentes, nos ha demostrado que los estudiantes no logran incorporar conceptos claves de Física y por lo tanto, presentan dificultades para “operar” con ese conocimiento, es decir resolver problemas de Física y de la vida cotidiana. Este panorama

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

general se aplica especialmente a temas conceptuales de Física, cuya enseñanza son el foco de este proyecto.

El objetivo del trabajo fue identificar y comprender los factores que obstaculizan los procesos de apropiación de saberes de los estudiantes de Física II y a partir de esos resultados diseñar estrategias para superar esas problemáticas.

En primer lugar, se elaboró una evaluación diagnóstica con conceptos de Física I, como elemento de análisis en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, que permite confirmar aciertos, corregir errores y certificar los niveles de logro alcanzado por los estudiantes, para promocionar o no ciertas etapas de los procesos de aprendizaje.

Se detectaron serias dificultades al trabajar con operaciones vectoriales, fundamental para el desarrollo de los conceptos de Electromagnetismo. Con el fin de lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes respecto a este contenido se propuso desarrollar un taller de vectores al comenzar el período de clases.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica y la propuesta de taller que surgió como alternativa para solucionar las dificultades encontradas.

2. Materiales y Métodos

La evaluación diagnóstica confeccionada contenía conceptos de Física I que el equipo de cátedra y el grupo de investigación considera esenciales para poder realizar el anclaje de los nuevos conceptos de Física II. La prueba se entregó el primer día de clases del ciclo lectivo 2018, a estudiantes de carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. Un total de 126 estudiantes de distintas especialidades fueron evaluados a través de dicha prueba. La tabla 1 presenta la cantidad de estudiantes de las distintas especialidades que fueron evaluados.

Tabla 1. Estudiantes evaluados de las distintas especialidades de la Facultad de Ingeniería-UNSJ

Especialidad	Total alumnos
Electrónica	18
Eléctrica	9
Agrimensura	3
Industrial	51
Electromecánica	15
Mecánica	14
Minas	16

La evaluación se confeccionó con conceptos que se consideraron simples y necesarios para la asignatura Física II, la cual involucró definiciones y operaciones matemáticas aplicadas a conceptos de Física. Los temas evaluados fueron vectores, cinemática, dinámica y trabajo. Se elaboraron 11 preguntas de opción múltiple, con una sola respuesta correcta, y tres o cuatro distractores, dependiendo de la pregunta. En la confección de la prueba se trabajó con textos de Halliday [2] y Tipler, P. [3]. Los estudiantes disponían de 35 minutos para contestar la evaluación diagnóstica.

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

3. Resultados y Discusión

De acuerdo a los resultados de la prueba, un gran número de estudiantes presentó dificultades al operar con vectores, lo que se vio reflejado en los resultados de los otros temas evaluados. La Figura 1 presenta el porcentaje de estudiantes de cada especialidad que no fueron capaces de responder correctamente más del 50% de las preguntas de vectores. Se puede discriminar por carrera que un gran porcentaje de estudiantes no logra responder más de la mitad de las preguntas relacionadas a vectores correctamente. En algunas especialidades como Electrónica, Agrimensura, Mecánica y Minas ese porcentaje asciende al 50% de los estudiantes lo cual es preocupante dado que todos los estudiantes como condición de ingreso al cursado de Física II deben tener regularizada la asignatura Física I.

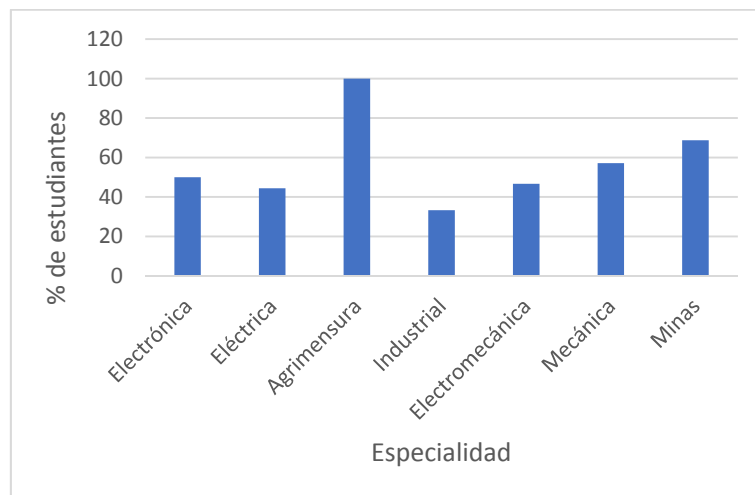


Figura 1. Porcentajes de estudiantes de cada especialidad que no fueron capaces de responder correctamente más del 50% de las preguntas de vectores.

La Figura 2 presenta el porcentaje del total de los estudiantes que no fueron capaces de responder correctamente más del 50% de las preguntas de cada tema.

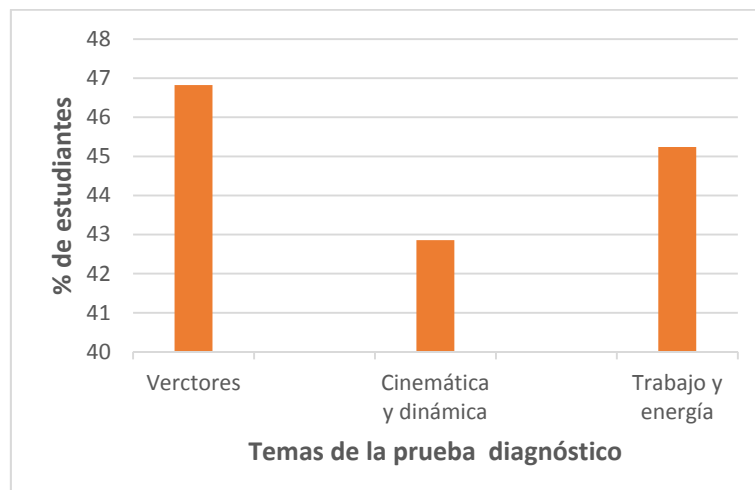


Figura 2. Porcentajes de estudiantes que no fueron capaces de responder correctamente más del 50% de las preguntas de cada tema.

Sólo el 53 % de los estudiantes respondió correctamente más del 50 % de las preguntas de vectores, siendo este, un tema fundamental para el desarrollo de los conceptos de

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

Electromagnetismo. Cabe resaltar que en las carreras analizadas el tema vectores es desarrollado en varias materias como Álgebra y Física I.

Los resultados obtenidos motivaron al grupo de trabajo a tomar acción en esta problemática. Con el fin de lograr el aprendizaje significativo de los estudiantes respecto a este contenido se propuso desarrollar un taller optativo de vectores la primera semana de clase, en contra turno. En total 42 estudiantes de un total de 98 inscriptos en la asignatura participaron en el taller. Este se desarrolló de acuerdo a las actividades enumeradas a continuación:

1. Charla motivacional dictada por un profesor de Física II donde se presentaron algunas de las principales aplicaciones de vectores en el campo de la ingeniería. Además, se mostraron ejemplos de simulación disponibles en la web. Duración: 10 minutos.
2. Desarrollo de una clase de repaso de vectores donde se revisó la forma de representar un vector analíticamente y gráficamente, como así también las principales operaciones: suma, resta, producto escalar y producto vectorial. Duración: 20 minutos.
3. Se realizó una pequeña prueba diagnóstica de 8 puntos para evaluar lo desarrollado en la clase de repaso de manera individual. La prueba estaba constituida por ejercicios y actividades que contemplaban operaciones básicas de vectores (descomposición y representación de vectores, suma, resta, producto escalar y producto vectorial). Durante la selección de los ejercicios propuestos los docentes se enfocaron en elegir aquellos de poca complejidad matemática. Duración: 20 minutos.
4. Se completó un cuestionario en línea desarrollado en la plataforma www.quizizz.com por medio del uso del celular. El cuestionario de opción múltiple estaba compuesto por las 8 preguntas de la prueba diagnóstica resuelta en el ítem anterior. A cada una de las preguntas se asoció una respuesta correcta y 3 distractores. Duración: 10 minutos.
5. Se formaron grupos de 3 estudiantes aleatoriamente elegidos entre los participantes del taller. Luego, se discutieron las respuestas individuales con el fin de formular una respuesta grupal consensuada. Duración: 20 minutos.
6. Se repitió el paso descrito en el ítem 4) en la plataforma www.quizizz.com, pero en este caso la respuesta que debían colocar es la consensuada grupalmente. Duración: 10 minutos.
7. Finalmente, se discutieron los resultados en el taller de la prueba del ítem 3).

Los resultados de la prueba diagnóstica se muestran en la Figura 3. Analizando los resultados obtenidos se observa una notable mejora luego de la instancia grupal. En general, en la mayoría de las preguntas se observa una mejora cercana al 50% luego del trabajo cooperativo. Un bajo porcentaje de grupos de estudiantes no lograron identificar la respuesta correcta, a pesar de que en la instancia individual uno de los integrantes del grupo había contestado correctamente.

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

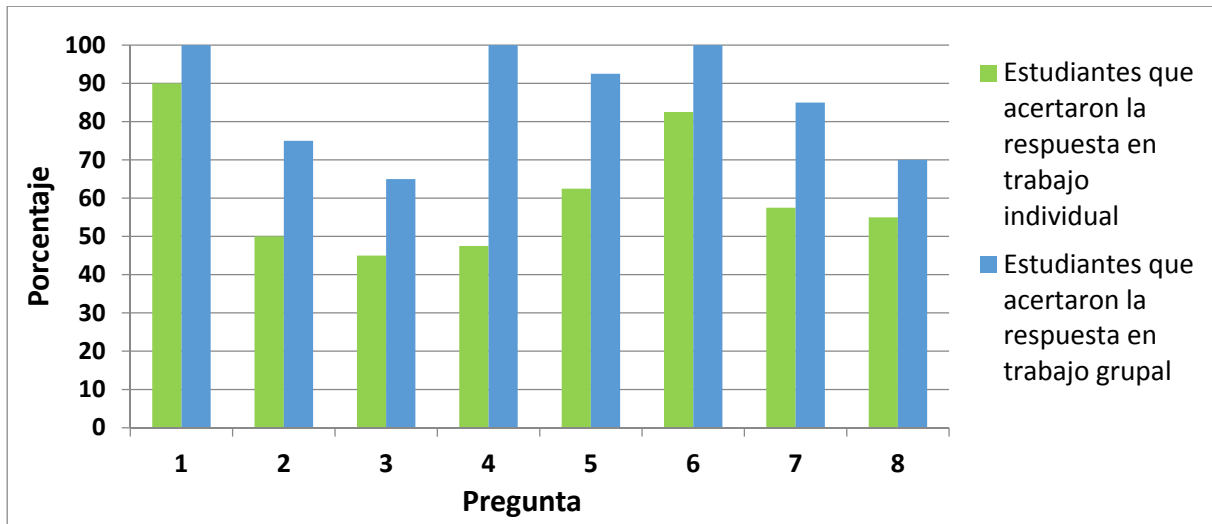


Figura 3. Resultados de la prueba diagnóstico realizada en forma individual y grupal.

Esta propuesta es una estrategia de aprendizaje activo, mediante la cual los estudiantes mantienen mejor el nivel de atención. Es bien sabido que en una clase expositiva se produce una disminución de atención aproximadamente a los 15 minutos. Algo de la atención se recupera hacia el final, ante la inminencia de una posible conclusión de la charla. La introducción de algún tipo de actividad cada 15 o 20 minutos ayuda a que los estudiantes mantengan la atención.

Además, facilita la adquisición de los conocimientos. Se sabe que los alumnos retienen mejor la información si hacen algo con ella al poco tiempo de que les haya sido proporcionada. Sabiendo que es poco probable que estudien al terminar la clase, lo mejor es que hagan algo durante la sesión.

Otra ventaja de las estrategias de aprendizaje activo es que facilita la realimentación sobre el nivel de comprensión del estudiante [6]. Al trabajar la materia en clase, 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.

Esta propuesta también involucró una estrategia de aprendizaje cooperativo, donde los estudiantes tienen dos responsabilidades: una es el aprender el material que se les ha asignado, y la segunda es, el asegurarse que todos los miembros del grupo aprendan el material asignado. El término técnico para una responsabilidad dual, es el de interdependencia positiva. Cuando la interdependencia positiva es claramente entendida, se establecen las siguientes condiciones: 1) Los esfuerzos de cada uno de los miembros del grupo son requeridos e indispensables para el éxito conjunto, 2) Cada miembro del grupo tiene una contribución única para lograr el esfuerzo conjunto, debido a que sus recursos, habilidades, y al rol que tiene en el grupo. Dándole una responsabilidad única en la asignación.

Un elemento esencial en el aprendizaje cooperativo es la responsabilidad individual. Este se presenta cuando el desempeño de los estudiantes, en forma individual, es evaluado y los resultados son retroalimentados a cada miembro, así como al grupo en lo general, es importante que el grupo sepa quién necesita más ayuda, apoyo, y estímulo, también es importante que los miembros del grupo entiendan que, no pueden obtener un “ayuda” sobre la base del trabajo de los demás.

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

El objetivo de los grupos de aprendizaje cooperativo es hacer que cada miembro del grupo se transforme un individuo fuerte por su propio esfuerzo [8]. La responsabilidad individual es la llave para asegurar que todos los miembros del grupo sean en la práctica, fortalecidos por el aprendizaje cooperativo.

Otro elemento esencial del aprendizaje cooperativo es el uso apropiado de las habilidades interpersonales y de grupo [7]. Con el objeto de coordinar esfuerzos para alcanzar metas comunes y con ello: 1) llegarse a conocer, a confiar unos en otros, 2) comunicarse en forma precisa y sin ambigüedades, 3) aceptarse y apoyarse unos a otros, 4) resolver los conflictos en forma constructiva [4],[5].

La aplicación de las estrategias de aprendizaje cooperativo-activo, sí requiere mayor esfuerzo por parte del profesor, e inicialmente por parte del estudiante. En ocasiones se presenta la tentación de regresar a las viejas y “buenas” técnicas de exposición, centradas en el profesor. Siempre se debe estar consciente que no será un camino fácil o directo, pero que el aprendizaje de nuestros estudiantes será mucho más significativo si hacemos este esfuerzo.

El objetivo general de la propuesta para hacer frente al problema detectado fue que los estudiantes sean partícipes activos de su propio aprendizaje, en el marco de un taller didáctico en el tema “Vectores y su aplicación a la Física”, en la Facultad de Ingeniería. Los objetivos específicos fueron: Promover el interés por las clases prácticas, favorecer el trabajo en equipo, estimular las competencias individuales, lograr la apropiación e integración de los conceptos de vectores.

4. Conclusiones

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de una evaluación diagnóstica y una propuesta para solucionar algunas problemáticas detectadas en la prueba. La evaluación diagnóstica permitió identificar las principales dificultades de los estudiantes para operar con magnitudes vectoriales. Aproximadamente el 47% del total de los estudiantes no fueron capaces de responder correctamente más del 50% de las preguntas de vectores. Esto también se vio reflejado en los resultados de los otros temas evaluados, los cuales implicaban operaciones vectoriales.

Fue así que para hacer frente a este problema detectado, consideramos necesario innovar y crear un nuevo espacio de discusión y aprendizaje colectivo, ensayando estrategias didácticas más adecuadas para subsanar las dificultades, potenciar las capacidades de los estudiantes y respetar su propio ritmo de aprendizaje.

Se propuso un taller de vectores basado en estrategias de aprendizaje activo y cooperativo. Dicho taller se llevó a cabo con alumnos de la cátedra Física II, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan con la finalidad que los estudiantes puedan mejorar las estrategias de aprendizaje con las que ingresan y simultáneamente, puedan apropiarse significativamente de los conceptos relevantes de los campos de la Física correspondiente a Electromagnetismo y Óptica. Los resultados obtenidos luego de las instancias individual y grupal desarrolladas en el taller de vectores muestran que el trabajo cooperativo favorece el aprendizaje significativo. La experiencia adquirida en el desarrollo del taller indica que el tiempo asignado en algunas de las actividades del taller debe incrementarse para mejorar la experiencia y tiempo de discusión. La efectividad de esta propuesta de taller podrá ser analizada luego de procesar los resultados obtenidos del cursado de la asignatura Física II. Para ello, se prevé contrastar el desempeño en los parciales y examen final de los estudiantes que realizaron

Dificultades en la apropiación de los conceptos de Física II de los estudiantes de carreras de ingeniería

el taller y los que no lo hicieron. Esta actividad será motivo de análisis en futuras investigaciones.

El uso de las nuevas tecnologías y especialmente los teléfonos celulares ha despertado en los estudiantes un interés especial, ya que les plantea parte de la instrucción a través de información organizada y estructurada lógicamente, metas a corto plazo con un sistema de reforzamiento efectivo y oportuno, creando ambientes amigables para el desempeño de la tarea.

La aplicación de esta clase de recursos no implica que el docente quede obsoleto o sea su presencia inútil en el marco del proceso de enseñanza–aprendizaje, ya que sin su introducción y guía durante la construcción de los nuevos conocimientos, la vinculación de todos estos elementos (conocimientos y recursos didácticos) que conforman el contexto de enseñanza–aprendizaje, se obtendría un sistema rígido (de pobre adaptación al grupo de estudiantes y a cada uno de ellos en particular), porque semestre a semestre el equipo docente debe adaptarse a nuevas relaciones humanas grupales e individuales, teniendo en cuenta sus saberes previos, inquietudes propias de la edad y de la realidad en la que se vive (influidas en parte por la cultura social actual, nivel socio-económico, etc.).

5. Referencias

- [1] AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas.
- [2] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. (1999). *Física. Vol. 2*. Sexta Edición. Compañía Editorial Continental.
- [3] TIPLER, P. A.; MOSCA, G. (2010). *Física para la Ciencia y la Tecnología*. Sexta Edición. Editorial Reverté.
- [4] JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R.; ORTIZ, A.; STANNE, M. (1991). *Impact of positive goal and resource interdependence on achievements, interaction, and attitudes*. Journal of General Psychology, v.118, n.4, p. 341-347.
- [5] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T.; SMITH, K. (1991). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*, Interaction Book Company, Edina, MN.
- [6] Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambio universitario* en, 59.
- [7] Ferreiro, R., & Espino, C. M. (2009). *El ABC del aprendizaje cooperativo: Trabajo en equipo para aprender y enseñar*. México: Trillas.
- [8] Slavin, R. E., & Johnson, R. T. (1999). *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Buenos Aires: Aique.