

# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS PARA ENSEÑAR Y APRENDER ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD

**Carmen C. Espinoza Melo**

*c.espinoza@ubiobio.cl*

**Iván R. Sánchez Soto**

*isanchez@ubiobio.cl*

Universidad del Bio-Bio; Concepción, Chile

Recibido: 30/10/2013      Aceptado: 09/04/2014

## Resumen

La presente investigación busca establecer la influencia de una propuesta metodológica activa a través del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en las estrategias de aprendizajes, la motivación y el rendimiento académico. Ésta se utiliza para abordar los contenidos de Estadística y Probabilidades, y tiene como objetivo central evaluar sus efectos en el aprendizaje significativo de los estudiantes del cuarto año de educación media en un colegio de Coronel, Chile. La implementación del ABP está pensada para promover el aprendizaje en equipos colaborativos que favorecen la construcción del conocimiento a partir de actividades a resolver, facilitando la adquisición de un aprendizaje significativo. Los resultados obtenidos muestran cambios estadísticamente significativos en algunas de las categorías analizadas como indicadores de aprendizaje significativo y una valoración favorable. La investigación se realiza por medio de un diseño cuasi experimental; donde se comparan dos grupos en rendimiento académico: motivación y estrategias de aprendizajes.

**Palabras Claves:** Aprendizaje Basado en Problema ABP, trabajo colaborativo, aprendizaje significativo, constructivismo, interacción social.

## Problem-based learning to teach and learn statistics and probability.

### Abstract

This research seeks to establish the influence of an active methodological approach through Problem Based Learning (PBL) in learning strategies, motivation and academic performance. This approach used to deal with the contents of probability and statistics. Its main objective is to evaluate their effects on the meaningful learning of the students in the fourth year of a high school in Coronel, Chile. The use of PBL is designed to work in collaborative groups to acquire meaningful learning from activities to be solved. The results show significant statistically changes in some of the categories analyzed as sign of meaningful learning and a positive evaluation. The research is carried out by means of a quasi-experimental design where two groups are compared in academic performance, motivation and learning strategies.

**Keywords:** PBL problem based learning, collaborative, meaningful learning, constructivism, social interaction.

## **Introducción**

En el caso de la matemática, una persona alfabetizada es alguien que está familiarizada con un conjunto de conocimientos y habilidades referidos a identificar datos, realizar operaciones numéricas básicas, ser capaz de trabajar con dinero, poseer conocimientos fundamentales sobre espacio y formas, comprender el trabajo con mediciones y tener nociones de incertidumbre, de crecimiento y cambio. Requiere, también, desarrollar la habilidad de pensar y hacer matemáticas, comprender modelos y su formulación y; la resolución de problemas (OCDE, 2007).

Polya (1987), considera la resolución de problemas matemáticos desde el punto de vista heurístico, su posición respecto a la resolución de problemas se basa en una perspectiva global y no restringida a un enfoque puramente matemático. Para resolver un ejercicio, aplicamos un procedimiento rutinario que lo lleva a la respuesta. Para la solución de un problema, hacemos una pausa, se reflexiona y hasta puede ser que ejecute pasos originales que no había ensayado antes para dar la resolución. Según Penalva, Posadas y Roig (2010) el planteamiento de problemas también ha sido identificado como un aspecto importante de la educación matemática y ha empezado a recibir una atención creciente en dicho ámbito que es relevante para la investigación en didáctica de la matemática como es el “aprendizaje de las matemáticas en distintos contextos”. En las investigaciones sobre el aprendizaje, la resolución de problemas tiene su complemento ideal en el planteamiento de problemas, ya que el trabajo de los estudiantes cuando resuelven y plantean problemas de matemática proporciona información sobre los procesos de construcción y uso del conocimiento.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), es entendido como caso o situaciones problemas, que conducen a un estudio de casos. Es una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor.

La utilización de metodologías activas en el proceso de enseñar y aprender, bajo ABP, pretende promover el aprendizaje colaborativo en pequeños grupos, orientado a la solución de problemas que son diseñados en general a partir de noticias, donde se aprende investigando y buscando la información de los contenidos y de la propia experiencia de trabajar en el aula. El

aprendizaje se adquiere a medida que se avanza en la resolución del problema, que es asumido por el alumno y no por el profesor, el cual juega un rol de mediador, negociador de significado. Ésta forma de ABP, implica abordar un problema integrador, que es el eje conductor de la unidad en estudio; se estructura en torno a una secuencia lógica de problemas acotados a esta situación, para alcanzar la solución del problema integrador al final de la unidad.

El ABP incluye actividades de aprendizaje de: exploración de ideas previas, introducción de variables, síntesis y transferencia de contenido, y giran en torno a la discusión de un problema. (Sánchez, Moreira y Caballero, 2009; Duch, Groh y Allen, 2004).

Para Jorba y Casellas, (1997), las actividades de aprendizaje que se plantean a los estudiantes en la clase deben promover que la construcción y adquisición del conocimiento se logre en los grupos de trabajo colaborativo compartiendo significado, teniendo presente que la construcción del conocimiento científico requiere de tiempo y dedicación, lo que se evidencia a través de la aplicación y la transferencia de los contenidos adquiridos, además estas actividades deben promover el aprendizaje autónomo por medio de la investigación y trabajo personal.

Para Sánchez, (2001) y Sanmartí, (2002), las actividades de aprendizaje se estructuran según la siguiente clasificación:

- i. Actividades de exploración, se caracterizan por el análisis de situaciones concretas y simples, cercanas, en lo posible, a la realidad de los estudiantes. “Se busca la expresión de las ideas por medio de imágenes o de forma verbal”, con relación a un fenómeno observado cotidianamente. Son actividades que promueven la discusión en la clase y el planteamiento de problemas.
- ii. Actividades para introducir nuevas variables, orientan al estudiante a explicar y adecuar modelos iniciales, a identificar nuevos puntos de vista con relación al contenido en estudio, a resolver problemas planteados y a buscar atributos que permiten definir los conceptos y relaciones entre las ideas previas y los nuevos conceptos. Se deben tener presentes las dificultades que los alumnos han de superar, como el nivel de abstracción en la formulación de ideas, el nivel de

complejidad en las situaciones analizadas y discutidas; el modelo explicativo lo construyen los alumnos.

- iii. Actividades de síntesis, aquí se presentan actividades de aprendizaje para que los estudiantes muestren la estructuración de su conocimiento, lo aprendido, los cambios en sus puntos de vista, lo que promueve el nivel de abstracción de las ideas más importantes. La síntesis se realiza de forma personal, de acuerdo con el grado de evolución de cada estudiante y promueve la elaboración de argumentos y conclusiones.
- iv. Actividades de transferencia o aplicación están orientadas a la transferencia y generalización de los contenidos en contextos diferentes, es decir, para explicar nuevos problemas más complejos que los iniciales. Se logra a través de las actividades de aprendizaje, ofrecer oportunidades a los estudiantes para que apliquen sus conocimientos a situaciones nuevas y diferentes, transfiriendo el contenido y logrando un aprendizaje significativo.

Durante el proceso de interacción de los estudiantes para entender y resolver el problema, se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje.

La intervención metodológica bajo ABP tiene como fin establecer su influencia en las estrategias de aprendizaje, motivación y rendimiento académico. Es decir, lograr que los estudiantes aprendan a aprender desarrollando estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas, que lleven a un aprendizaje significativo y funcional, a través de las diversas actividades de aprendizaje, trabajadas por los estudiantes en forma colaborativa (Sánchez y Flores, 2004, Sánchez, Neriz y Ramis 2008). En este trabajo se busca mejorar el proceso de enseñar a aprender de forma significativa en la unidad programática de Estadística y Probabilidades, aplicada en dos cursos de cuarto año de Educación Media del Colegio Einstein. Aquí la responsabilidad del aprendizaje es traspasada al alumno, que son los encargados de construir significados.

Los resultados previos obtenidos confirman que el empleo de la metodología activa, con base en problemas, favorece las prácticas pedagógicas de los académicos y apuntan hacia el logro de aprendizaje más significativo, el desarrollo de capacidades para el trabajo en equipo, la mejora de las capacidades de comunicación oral y escrita (Sánchez, 2009a).

Las probabilidades son una herramienta fundamental en el desarrollo de un individuo que van más allá de realizar experimentos aleatorios y juegos de azar, son una forma de entender el mundo, ampliar nuestra forma de pensar y acercarnos al resultado de un presunto evento para afrontarlo, de tal manera, que sea productivo para nosotros. En las probabilidades ofertadas por el currículo oficial de Chile se asume el criterio, según el cual la gran mayoría de nuestros estudiantes no comprenden el desarrollo formal de la Teoría de la Probabilidad. Por lo que se hace necesario un tratamiento didáctico más práctico, mediante problemas concretos o experimentos reales y/o simulados. Regularmente, se encuentran estudiantes de nivel medio que son hábiles en áreas de las matemáticas y tienen grandes dificultades para entender en los métodos de probabilidades (Pluvillage, 2005).

## **Referentes Teóricos**

### **Aprendizaje Significativo**

La idea central de la teoría de Ausubel, es la noción del "Aprendizaje Significativo". Se produce aprendizaje significativo cuando la nueva información se incorpora a la estructura cognitiva del aprendiz, es decir, cuando esta información (idea, relación, etc.) tiene significado a la luz de la red organizada y jerárquica de conceptos que el individuo ya posee (Ausubel, 1986). De aquí se plantea una nueva forma de enseñar y aprender dando importancia a los conocimientos previos, que el alumno dispone y a la integración de los nuevos, promoviendo el desarrollo cognitivo (Sánchez, 2009 b).

Por tanto, para que el aprendizaje sea significativo, el material empleado para enseñar y aprender debe ser potencialmente significativo y el alumno debe manifestar una disposición para aprender. Es decir, en este proceso, la nueva información entra en interacción con una estructura de conocimiento específica que Ausubel llama "concepto subsumidor", existente en la estructura cognitiva de quien aprende. De lo anterior se deduce que el aprendizaje significativo sería el resultado de la interacción entre los conocimientos del que aprende y la nueva información que se va a aprender (Ausubel, Novak y Hanesian, 1997; Moreira, 2000).

De esta manera, se pueden utilizar con eficacia los conocimientos previos en la adquisición de conocimientos que favorezcan la transferencia del contenido.

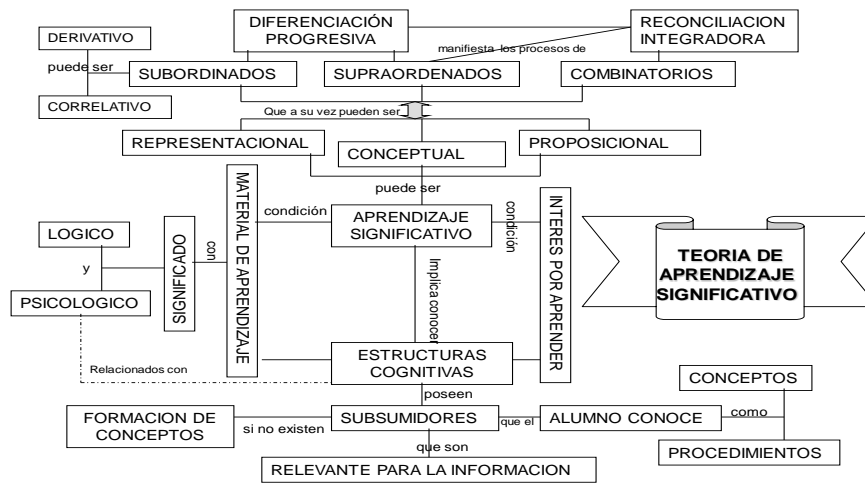


Figura N.º 1. Mapa conceptual de la teoría de aprendizaje significativo (Sánchez, 2005)

En la figura N.º 1 se muestra de forma resumida esta teoría, es decir, para captar aprendizaje significativo, el material empleado para enseñar y aprender debe ser potencialmente significativo y el alumno debe manifestar una disposición para aprender, y así la nueva información entra en interacción con una estructura de conocimiento específico (concepto subsumidor) existente en la estructura cognitiva de quien aprende (Sánchez, 2009). En el mapa conceptual encontramos el concepto más relevante que es el aprendizaje significativo; sobre él se encuentran los tipos de aprendizaje que pueden ser de representaciones, conceptual o de proposiciones, que a su vez pueden ser subordinados, supraordenados o combinatorios, lo que lleva a los principios facilitadores de la reconciliación integradora y diferenciación progresiva de los contenidos.

En la parte inferior del mapa, se muestran las condiciones para el aprendizaje significativo: el interés por aprender y el material de aprendizaje potencialmente significativo, es decir, con significado lógico y psicológico que debe interactuar con la estructura cognitiva del alumno, donde existen subsumidores como conceptos o procedimientos previos, que él conoce. A través de éstos, se explica la asimilación de conceptos y procedimientos, permitiendo las diferencias progresivas y la reconciliación integradora de los contenidos en la transmisión y asimilación del conocimiento. En esta teoría, la función del docente es crear

material de aprendizaje con significado que pueda crear puente entre lo que el alumno sabe (conocimientos previos) y lo que tiene que aprender.

### **Vygotsky y trabajo colaborativo**

Uno de los principales aportes de Vygotsky, a la psicología fue considerar la importancia de las actividades con significado social en la conciencia, que pretendía una explicación de los procesos mentales superiores (pensamiento, lenguaje, comportamiento voluntario). Aquí, tiene particular presencia la teoría constructivista (Sánchez et al. 2009); de acuerdo con esta postura, en el diseño, elaboración y aplicación del aprendizaje basado en problemas, es de gran importancia el contexto y presentación del problema para lograr un aprendizaje significativo (Sánchez y Ramis, 2004).

La interacción social se convierte en el motor del desarrollo. Vygotsky (1978) en su teoría enfatiza en la influencia de los contextos sociales y culturales sobre la generación de conocimiento y apoya un "modelo por descubrimiento" del aprendizaje, acentuando su mirada en el rol activo del profesor, quien facilita el "desarrollo natural" de las habilidades mentales de los estudiantes a través de "varias rutas" de descubrimiento.

Para Vygotsky la comunidad tiene un rol preponderante y protagónico en la construcción de significados, el entorno del estudiante afecta fuertemente la forma en como éste interpreta la realidad. Concibe el desarrollo cognoscitivo como un proceso dialéctico complejo caracterizado por la periodicidad, la irregularidad en el desarrollo de las distintas funciones, la metamorfosis o transformación cualitativa de una forma a otra, la interrelación de factores externos e internos y los procesos adaptativos que superan y vencen los obstáculos con los que se cruza el niño.

En el proceso de construcción de los objetos matemáticos, en sus relaciones y sus funciones se pueden producir errores, que se subsanan reconstruyendo un significado más profundo del conocimiento a través de la interacción social del sujeto que aprende junto con otros sujetos. Esto le permite avanzar más en grupo que individualmente, utilizando el lenguaje como medio, no sólo para comunicar los hallazgos propios, sino para estructurar el

pensamiento (internalización) (Galán, Izquierdo.J, Izquierdo.A, López, Pascual, Posada, Santos, Villafañez 2007).

La responsabilidad del aprendizaje es traspasada y corresponde al estudiante, que es el encargado de construir significados. El profesor tiene la función de fomentar la participación activa de los estudiantes para promover el control de su propio aprendizaje, creando instancias de interacciones múltiples con el objetivo de compartir significado en la clase, fomentando la naturaleza social del aprendizaje (Vigotsky, 1978).

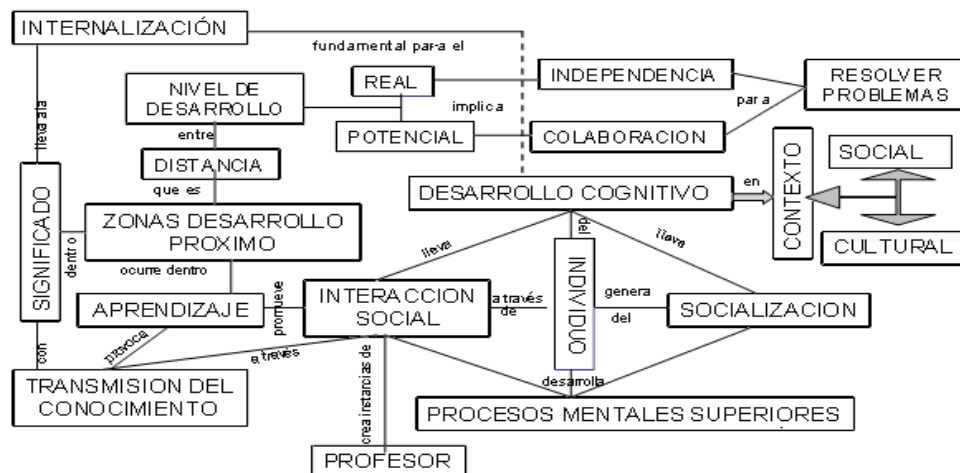


Figura N.º 2. Mapa conceptual sobre la teoría de Vigotsky (Sánchez, 2005 )

En la figura N° 2, se muestra los elementos fundamentales de la teoría de Vigotsky donde el aprendizaje se adquiere a través de la interacción social, a partir de una necesidad; y del trabajo colaborativo, relacionando los conocimientos previos y la experiencia personal. El concepto principal es la interacción social, que promueve la adquisición del aprendizaje dentro de las zonas del desarrollo próximo, lo que provoca la transmisión de conocimientos con significados, que lleva a la internalización de los contenidos, que es fundamental para el desarrollo cognitivo dentro de un contexto social y cultural. Por otra parte, esta interacción genera la socialización y desarrolla los procesos mentales superiores.

Aquí la función del docente es crear instancias para que se dé la interacción social dentro del aula. Es decir, se aprende con los demás de forma colaborativa e interactiva, lo que promueve el aprendizaje autónomo de conceptos y procedimientos. La unidad de análisis es la interacción social, donde se produce el cambio de información entre los individuos, que es el



medio fundamental para transmitir conocimientos y adquirir aprendizaje con significados, para lo cual se deben captar los significados compartidos socialmente (Sánchez, 2009a).

### **Constructivismo y Matemática**

En este marco de referencia, el constructivismo hace mención a un conjunto de elaboraciones teóricas, concepciones, interpretaciones y prácticas que junto con poseer un cierto acuerdo entre sí, poseen también una gama de perspectivas, interpretaciones y prácticas bastante diversas y que hacen difícil el considerarlas como una sola. Asimismo, dice que existen diversas perspectivas sobre cómo el aprender se construye, lo cual implica definir el constructivismo desde diferentes miradas (Sánchez, 2000).

Una concepción constructivista define los conocimientos previos del aprendiz en términos de esquemas de conocimiento: La representación que posee una persona en un momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad. Una filosofía constructivista hará énfasis en cómo los aprendices construyen los conocimientos en función de sus experiencias previas, estructuras mentales y creencias o ideas que ocupan para interpretar objetos y eventos. La teoría constructivista postula que el saber, sea de cualquier naturaleza, lo elabora el aprendiz mediante acciones que hace sobre la realidad (Castillo, 2008). Aquí las actividades de aprendizaje empleadas que van de la exploración de ideas previas hasta la transferencia de contenidos juegan un papel fundamental para la construcción del conocimiento (Sánchez y Flores, 2004).

La teoría constructivista supone que las personas poseen variados esquemas de conocimiento, que no expresan un conocimiento general de la realidad, sino más bien, un conocimiento parcial, el cual se ha configurado en función del contexto en que se desarrollan y viven, a partir de su experiencia directa y de las respuestas que van recibiendo del medio. Esta postura no sólo permite advertir las dificultades que suelen tener los alumnos para aprender, sino también aporta una guía para desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje más eficientes, empleando un proceso de enseñanza donde el protagonista central es el alumno, considerando sus intereses, habilidades para aprender y necesidades en el sentido más amplio (Castillo, 2008).

Piaget en “Castillo (2008)” considera que existen dos poderosos motores que hacen que el ser humano mantenga ese desarrollo continuo de sus estructuras cognitivas: “la adaptación y el acomodamiento”. Al conjugar estos elementos, se puede conocer la importancia de vincular un marco teórico con la práctica pedagógica que ha de ejercer un docente, al enseñar los contenidos matemáticos en el aula.

El paradigma constructivista propone secuencias de enseñanza, esto significa poner al alumno ante experiencias donde él construya sus conocimientos desde la memoria comprensiva, a través de situaciones en las cuales encuentre un equilibrio adecuado entre la lógica del saber matemático y la lógica de su propia estructura y desarrollo cognitivo. Entonces, el conocimiento matemático es construido, al menos en parte, a través de un proceso de abstracción reflexiva, en la que el sujeto extrae información de los objetos o de sus propias acciones sobre los objetos (Galán et al, 2007). Se asume que lo que el alumno evoca cuando un objeto matemático aparece nuevamente dentro del contexto de otro, no es la definición de aquel, sino sus esquemas conceptuales: Representaciones, procedimientos, actividades, problemas, ejemplos, recuerdos, propiedades, definiciones, entre otros (Galán et al , 2007).

El modelo constructivista juega un papel integrador, tanto de las investigaciones en los diferentes aspectos de la enseñanza-aprendizaje de la matemática, como de los aportes procedentes del campo de la sociología, la epistemología y la psicología del aprendizaje. De este modo, las propuestas constructivistas se han convertido en el eje de una transformación fundamental de la enseñanza de la matemática.

### **Metodología de la investigación**

En la investigación se plantea comprobar, la influencia de una propuesta metodológica para enseñar y aprender algunos de los contenidos de probabilidades y estadística en el rendimiento académico, la motivación y las estrategias de aprendizaje, se considerará un diseño cuasi-experimental con pre y post - test, con dos grupos asignados: grupo experimental (GE) intervenido con metodología activa basada en problemas (ABP) y actividades de aprendizaje y el grupo control (GC) metodología tradicional (expositiva) de transmisión acabada de conocimiento. Además, se realiza un análisis descriptivo y cualitativo de la información (Sánchez et al., 2009).

Durante el transcurso del segundo semestre lectivo de 2009, dos grupos de estudiantes reciben una intervención pedagógica distinta en los mismos contenidos; simultáneamente y con igual secuencia, que son: metodología activa bajo ABP en el GE y metodología tradicional en el GC. La investigación se realiza en el horario habitual de clases, durante tres horas pedagógicas asignadas por su cuadro curricular por semana, que son los que corresponden a la asignatura. Al finalizar cada sesión en el GE, se realizan evaluaciones a través del método PEER para comprobar lo aprendido en la clase y establecer el estado de avance de los contenidos y el grupo control se evaluó a través de pruebas escritas cortas.

### **Instrumentos de recogida de información**

Para obtener la información se utilizaron los siguientes instrumentos: Cuestionario CEAM y el Test Lawson.

- a. El Cuestionario CEAM de estrategias de aprendizaje y motivación, en su segunda versión está formado por 126 ítems que comprende 9 categorías, que se pondera en una escala de 1 a 7. La confiabilidad se determinó por medio de alpha de Cronbach, a una muestra piloto de 500 alumnos de Educación media de la VIII Región de Chile. Los resultados para confiabilidad total del cuestionario  $\alpha = 0,85$  y de las escalas de estrategias de aprendizaje  $\alpha = 0,92$ ; en cambio de motivación igual a  $\alpha = 0,76$ , el instrumento es confiable.
- b. El Test Lawson de razonamiento científico y matemático, está conformado por 24 ítems, que logran poner en evidencia la comprensión o capacidad de aplicar conocimiento y no la simple repetición de definiciones, las que se agrupan en 12 pares ya que cada pregunta es seguida de otra que exige justificar la respuesta. Es posible considerar sólo 12 preguntas considerando correcta la respuesta si ella y la justificación son correctas, es decir, respuesta y justificación deben dar solución al problema planteado. De acuerdo al número de aciertos obtenidos por el estudiante se pueden ubicar en tres niveles de razonamiento que son: a) concretos: empírico y deductivo no son capaces de contrastar hipótesis, b) transición (intermedio) son capaces de detectar hipótesis causales y no observables, es decir, pueden razonar con proposiciones, formular hipótesis y probarlas y c) formal aquí son capaces de comprobar hipótesis

causales, observables y probarlas. El test ha sido adaptado y validado cuya confiabilidad total de 0,88 según alpha de Cronbach.

- c. Rendimiento académico medido a través de pruebas de desarrollo y alternativas las mismas para ambos grupos, donde se consideran cuatro pruebas por semestre calendarizadas al principio del semestre.

### **Muestra**

La muestra está conformada por 23 alumnos del GC cuarto año medio A y 22 alumnos del GE del cuarto año medio B del Colegio Einstein ubicado en la comuna de Coronel. El criterio utilizado para asignar los grupos fue el promedio del rendimiento académico del grupo curso, El curso con mejor promedio se designó como GC y el de menor Promedio como GE.

### **Análisis de los datos**

El análisis de datos se realiza por medio de estadística no paramétrica, acorde con los supuestos del diseño planteado, se utiliza la Prueba de Mc-Nemar para establecer la existencia de cambio en dos mediciones antes y después del tratamiento, los sujetos son comparados consigo mismos (López y Costa,1996). También se utilizó la U de Man-Whitney para establecer la diferencia entre dos grupos enfrentados a un mismo instrumento de medida (Cohen y Manion, 1990). Se utiliza la estadística descriptiva para representar por medio de gráficos los resultados.

### **Metodología de Aula**

Para comenzar a trabajar con ABP, lo primero que se realizó fue: definir grupos de trabajo, estos fueron organizados de acuerdo al rendimiento académico que tenían del grupo curso en el semestre anterior. Una vez definidos los grupos, se comienza a realizar actividades de iniciación al trabajo colaborativo. En clases se presenta a los grupos un problema para resolver según la metodología ABP, buscando la información necesaria en libros de texto, apuntes y direcciones electrónicas con links entregados por el profesor y otras propuestas por ellos. De esta manera, se promueve el auto aprendizaje y se favorece la construcción del conocimiento, asumiendo los alumnos un rol protagónico en su aprendizaje.

El Programa de Actividades para trabajar con la presente propuesta para abordar los contenidos a través de problemas ABP, considera elementos del método de Pólya en la resolución de problemas que conocido por toda la comunidad científica “el método de los cuatro pasos”, y también elementos del método de los 7 pasos propuesto por la escuela de Maastricht para resolver los ABP (Schultz y Christensen, 2004), métodos reflejado en la siguientes propuesta a utilizar para resolver los problemas:

1. Presenta el problema a resolver por los alumnos.
2. Lectura comprensiva del enunciado del problema.
3. Cuestionario para establecer ideas previas, contenido a investigar, metas y puesta en común.
4. Diseñar y ejecutar un plan de acción.
5. Actividades aprendizaje.
6. Resolución del problema y puesta en común.
7. Comunicación de información.

Estos pasos quedan reflejados en la Figura 3. Generalmente, los pasos 1-5 se llevan a cabo en una primera sesión de trabajo del grupo con el docente. El paso 6 y 7 se puede realizar en una segunda reunión del grupo con el Profesor. En total, un problema de este tipo dura típicamente una semana, según grado de dificultad.

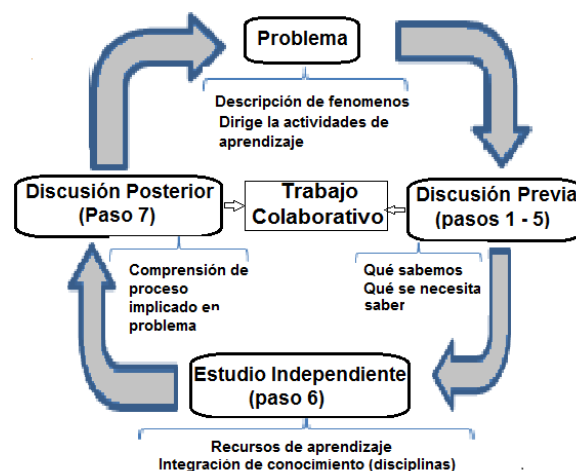


Figura 3: Muestra la secuencia de pasos a seguir para resolver un ABP.

Es importante resaltar que el grupo no se encuentra sólo mientras discute un problema de forma activa; por el contrario, es discretamente guiado y apoyado por el profesor.

Luego de secuenciar los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y de explorar las ideas previas de los alumnos, se les presenta un problema. Ellos tratarán de dar solución aplicando el programa de actividades propuesto, trabajando en grupos colaborativos; mediante la búsqueda de información en libros de textos, internet o revistas. La secuencia de problemas trabajados en el aula durante esta intervención es:

Problema N° 1: Un solo ganador tuvo el millonario sorteo del Loto.

Problema N°2: Reducir nacimientos múltiples.

Problema N°3: Números de Teléfonos móviles.

Problema N°4: Envejecimiento en Chile y el mundo.

Problema N°5: Jóvenes que practican deportes disminuyen probabilidad de depresión.

Problema N°6: Los fumadores y el deporte mayor probabilidad de desarrollar EPOC.

Problema N°7: El consumo de cocaína y probabilidad de desarrollar el alcoholismo.

A continuación se ilustra esta forma de trabajar en el aula con problemas (ABP) en equipos colaborativos para abordar los contenidos del programa curso. A modo de ejemplo se presenta la resolución de los problemas N° 2 y N° 5, con sus correspondientes actividades de aprendizaje.

**Problema N°2:** Procurar reducir nacimientos múltiples.

En el mundo complejo, caro y emocionalmente cargado de los tratamientos de fertilidad, los médicos están llamados a revertir el creciente número de nacimientos múltiples. Los especialistas están respondiendo a una consecuencia involuntaria del éxito de fecundación asistida que frecuentemente es demasiado exitosa. Desde 1980, cuando la técnica comenzó a aplicarse en Estados Unidos el número de mellizos aumentó en un 70%, al 3,2% en todos los nacimientos. (<http://www.lanacion.com.ar/990504-fertilidad-procuran-reducir-los-nacimientos-multiples>)

**i) Cuestionario**

¿Cuándo una mujer está embarazada, sabe el sexo del bebe? Explica.

Podemos saber con exactitud: ¿cuántos hijos tendrá un matrimonio que se somete a fertilización asistida?

¿Qué datos debe registrar?

¿Qué herramientas matemáticas tiene usted para buscar una solución a la problemática presentada en la noticia?

¿Desde cuándo se comenzó a utilizar la fertilización asistida?

¿En qué porcentaje han aumentado los nacimientos múltiples?

**ii) Metas de aprendizaje.**

Una vez respondido el cuestionario identifique del texto y de sus respuestas los contenidos conocidos y por aprender.

**iii) Puesta en común (dirigida por el profesor)**

Establecer conocimientos previos, nuevos conocimientos por aprender y metas de aprendizaje común para todos los grupos.

**a. Diseñar y ejecutar un plan de acción.**

El grupo de trabajo establece su estructura asignando roles a cada integrante para que se produzca la interacción e intercambio de ideas, en función de una meta de aprendizaje común, aquí cada miembro del equipo es responsable no sólo de su aprendizaje sino también de ayudar a sus compañeros a aprender.

**b. Actividades de Aprendizaje**

**a) Actividades de aprendizaje de exploración:**

En la tabla 1, se presenta el número de hijos por familia (x) en un grupo de 20 familias (Nº de F) seleccionadas al azar. Si de este grupo se elige al azar una familia ¿Cuál es la probabilidad de que tenga uno o dos hijos?

Nº de Familia	9	6	3	2
X Hijos	0	1	2	3

Tabla 1, hijos por familia

1. Determinar de la tabla la razón entre las variables familia e hijos y exprésala en porcentaje
2. Encontrar la probabilidad de que 2 familias tengan 3 hijos. Que probabilidad es mayor?
3. Encontrar la probabilidad que 6 familias tengan 1 hijo.

**Actividades de aprendizaje de introducción de variables.** Con tu grupo busca información en el libro de texto de la clase acerca del uso de diagrama de árbol y de la probabilidad de un evento.

1. Representa en un diagrama de árbol la siguiente situación; “si lanzamos tres monedas, cual es la probabilidad de obtener tres caras”.

**Actividades de aprendizaje de Síntesis.**

- A. Realice un listado con los contenidos necesarios para resolver la actividad de aprendizaje y el problema original.
- B. Con el listado de conceptos anteriores realice un mapa conceptual que muestre la relación entre los contenidos.

**Actividad de Aprendizaje de Transferencia.**

- a) Si una familia tiene cuatro hijos. Las posibles situaciones son las siguientes:
  - i) Los cuatro son del mismo sexo.
  - ii) Tres son de un sexo y uno de otro.
  - iii) Dos son de un sexo y dos de otro.
- b) Realiza un diagrama de árbol para todos los casos posibles y calcula la probabilidad de cada situación.
- c) ¿Cuál es la situación más probable en una familia de cuatro hijos?
- d) Considera el primer enunciado y responde a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la situación más probable en la familia de cuatro hijos? y ¿la menos probable?
- e) ¿Qué probabilidad existe de que dos personas de ojos oscuros tengan hijos de ojos claros?
- f) Realiza un esquema que analice las posibilidades que tienen dos personas de ojos oscuros de tener hijos con ojos claros.



### **Problema N°5: Jóvenes que practican deportes disminuyen probabilidades de depresión**

Cada vez es menor el tiempo que se dedica a la actividad física, ya sea por razones de trabajo o simplemente por cansancio, situación que también se da entre los más jóvenes. Un reciente estudio realizado entre más de siete mil jóvenes de entre 15 y 16 años en Chile, mostró que existe una relación entre el sedentarismo y los problemas de ánimo y conducta. En la encuesta aplicada a los jóvenes, cada uno de ellos debía reportar sus niveles de actividad física y responder a una serie de preguntas sobre su estado de ánimo y su salud emocional. Los resultados mostraron que los varones que realizaban menos de una hora de ejercicio vigoroso a la semana presentaban más síntomas de depresión y ansiedad que quienes eran más deportistas. En el caso de las mujeres se repitió el fenómeno, pero además reportaban mayores tasas de problemas de salud, como dolores musculares y resfríos y más problemas de conducta. En ambos casos, eso sí, se vieron más dificultades para poner atención y mantener relaciones sociales que las que presentaban sus pares deportistas.

En el plano físico, hacer ejercicio no sólo entrega beneficios para mantener o reducir peso, pues también permite que los jóvenes se desarrollen de otra manera. Por ejemplo, mejoran las funciones cardiovasculares, llega más oxígeno a todos los tejidos y se estimula la hormona del crecimiento. El ánimo de un adolescente que practica actividad física mejora a través del ejercicio, pues estimula la producción de endorfinas y serotonina, neurotransmisores relacionados con la alegría y sensación de bienestar. Esto explica en parte el que los más activos tengan menos síntomas de depresión o se muestren menos ansiosos que los pasivos. Además de elevar su autoestima, y el sentido de pertenencia que les genera es de gran relevancia. Por último, el practicar un deporte también es benéfico en el plano social y en el desarrollo emocional.

En un estudio realizado en cierta universidad, se ha determinado que un 20% de sus estudiantes no realiza deportes antes de acudir a sus clases y que un 65% de los estudiantes que realizan deportes, también hacen uso del comedor universitario. Entonces ¿Cuál es la probabilidad de que un estudiante seleccionado al azar, realice un deporte y use el comedor universitario?

#### **i) Cuestionario.**

¿Qué medidas se debe tomar para disminuir el sedentarismo en los jóvenes?

¿Cuáles son los beneficios de practicar deporte?

¿Qué datos deben registrarse?

¿Quiénes presentan más problemas de salud?

**ii) Metas de aprendizaje.**

Una vez respondido el cuestionario identifique del texto y de sus respuestas los contenidos conocidos y por aprender.

**iii) Puesta en común (dirigida por el profesor).**

Establecer conocimientos previos, nuevos conocimientos por aprender y metas de aprendizaje común para todos los grupos.

**c. Diseñar y ejecutar un plan de acción.**

El grupo de trabajo establece su estructura asignando roles a cada integrante para que se produzca la interacción e intercambio de ideas, en función de una meta de aprendizaje común, aquí cada miembro del equipo es responsable no sólo de su aprendizaje sino también de ayudar a sus compañeros a aprender.

**d. Actividades de Aprendizaje.**

**Actividades de aprendizaje de exploración:**

La siguiente tabla 2, muestra el número de alumnos de un colegio que practican algún deporte en él y su medio de transporte para llegar a él.

	Artes Marciales	Natación	Autobús
Mujeres	50	82	86
Hombres	73	99	103

Tabla 2, muestra el número de alumnos por sexo.

¿Cuál es la probabilidad de que al escoger al azar a un alumno del colegio practique artes marciales y sea mujer?

**Actividad de aprendizaje de Introducción de variable.**

Con tu grupo busca información en el libro de texto de la clase acerca del concepto de Esperanza, probabilidad condicional, independencia de eventos.

### **Actividad de aprendizaje de Síntesis**

Sean  $A =$  jóvenes que practican voleibol y  $B =$  jóvenes que practican fútbol, dos sucesos de un mismo espacio muestral tales que  $P(A) = 0,7$ ;  $P(B) = 0,6$  y  $P(A \cap B) = 0,3$ . Justifica si  $A$  y  $B$  son independientes.

Calcula  $P(A/B)$  y  $P(B/A)$ , donde  $A^c$  y  $B^c$  son los complementarios de  $A$  y  $B$ , respectivamente.

### **Actividad de aprendizaje de Transferencia**

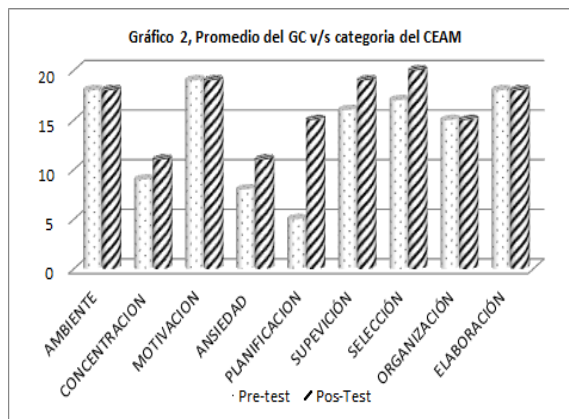
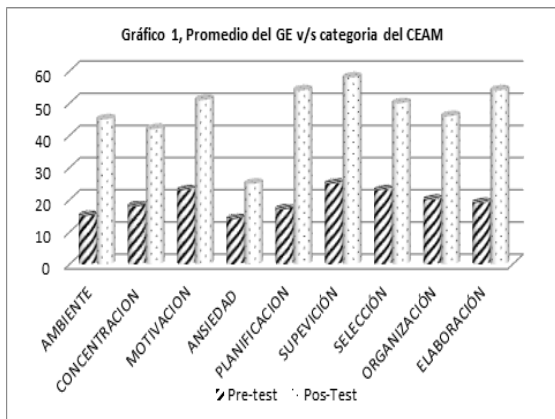
Se ha realizado una encuesta entre los estudiantes de un colegio para conocer las actividades que realizan en el tiempo libre. El 80% de los entrevistados ve la televisión o lee; el 35% realiza ambas cosas y el 60%, no lee. Para un estudiante elegido al azar, calcula la probabilidad de que:

- i.** Vea la televisión y no lea.
- ii.** Lea y no vea la televisión.
- iii.** Realice solamente una de las dos cosas.
- iv.** No realice ninguna de las dos cosas.

### **Resultados**

Los datos obtenidos de la aplicación de la propuesta metodológica de aprendizaje basado en problema, en la cual se plantean 5 ABP fueron analizados siguiendo los objetivos e hipótesis planteadas.

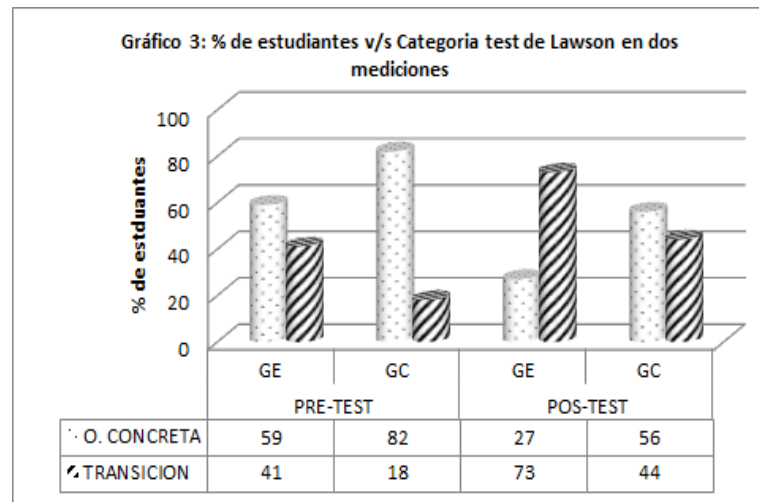
**a) Estrategias de aprendizaje y motivación:** En relación a la propuesta metodológica de aula y las estrategias de aprendizaje y motivación registrados a través del Cuestionario CEAM antes y después de la propuesta metodológica en los GE y GC. Los datos obtenidos en las mediciones se representan en los gráficos 1 y 2 con su correspondiente tabla para cada grupo (GE y GC).



Al comparar los resultados obtenidos en la primera aplicación del CEAM, que se representan en los gráficos 1 y 2, se puede deducir que no se observan diferencias significativas entre los grupos, lo que se corrobora por la prueba estadística U de Mann Whitney ( $z = 1,77$   $p = 0,08$  (92%). Al comparar los resultados de la segunda aplicación se aprecia que los alumnos sometidos a la propuesta metodológica bajo ABP (GE) logran cambios estadísticamente significativos ( $z = 5,63$   $p = 0,000000$  (99,99%) en las estrategias de aprendizajes y motivación, condición necesaria para lograr el aprendizaje significativo.

Después de realizar la intervención pedagógica en cada grupo, se observan diferencias que son estadísticamente significativas entre la primera y la segunda medición en las siguientes categorías del cuestionario CEAM en el GE lo que se corrobora por medio de la prueba estadística no paramétrica de Mc-Nemar; en los siguientes factores: Ambiente (concentración  $\chi^2 = 6,05$ ;  $p = 0,0139$  (98,3%) motivación ( $\chi^2 = 7,58$ ;  $p = 0,0059$  (99,4%) planificación del aprendizaje ( $\chi^2 = 9,39$   $p = 0,002$  (99,8%), supervisión ( $\chi^2 = 5,88$ ;  $p = 0,015$  (98,5%), organización de la información ( $\chi^2 = 7,56$ ;  $p = 0,0066$  (99,44%), ansiedad ( $\chi^2 = 3,50$ ;  $p = 0,036$  (96,04%) elaboración de la información ( $\chi^2 = 3,56$ ;  $p = 0,041$  (95,9%). Por otra parte, no se encuentran cambios significativos en el factor: selección de la información ( $\chi^2 = 3,06$ ;  $p = 0,08$  (92%). De aquí se afirma que los estudiantes que trabajan con metodologías activas muestran cambios estadísticamente significativos en casi todos los factores que componen el cuestionario CEAM, en cambio en el GC no se registran cambios estadísticamente significativos en ningún factor.

**b) Razonamiento científico y matemático:** El Test Lawson se utilizó para medir el razonamiento científico y matemático que presentan los estudiantes sometidos a la investigación y los resultados obtenidos de su aplicación antes y después de la intervención se muestran en los gráficos 3 y 4, para el GE y GC, respectivamente. Aquí se logra clasificar a los alumnos en su nivel de abstracción según sus respuestas que pueden ser: operaciones concretas, transición y operaciones formales.



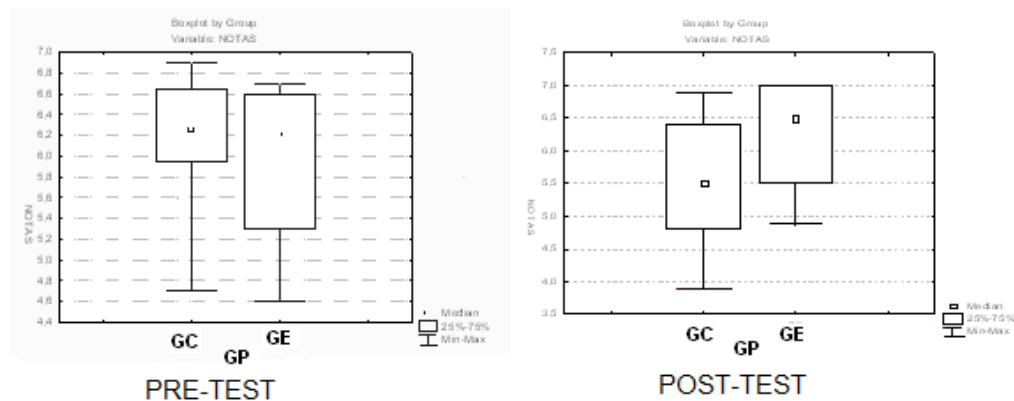
Del gráfico 3, se observa, que en la primera aplicación del Test Lawson (pre-test) la mayor cantidad de alumnos de los grupos (GE y GC), se encuentran en el nivel de operaciones concretas de razonamiento, al comparar los puntajes obtenidos a través de la U de Mann Whitney se obtiene un estadístico  $z=1,45$  que entrega un nivel de significado de  $p = 0,146$  no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, aun cuando al inicio en el % de estudiantes en Operaciones Concreta en el GC y GE es mayor en el primero. Esto se debe a que la prueba de Mann Whitney no compara los tipos de razonamiento sino los puntajes obtenidos para alcanzar la categoría.

Del gráfico 3, podemos observar que la mayor parte de los alumnos pertenecientes al grupo experimental se encuentran en el nivel de operaciones concretas, sin embargo al finalizar la mayor cantidad de alumnos del GE se encuentran en el nivel de transición. En la primera aplicación se observa que el 59% de los alumnos se ubican en el nivel de operaciones concretas y un 41% de los alumnos se encuentran en el nivel de transición. En la segunda aplicación podemos observar que el 27% de los alumnos se encuentran en el nivel operaciones concretas y un 73% de los alumnos se encuentran en el nivel de transición.

Del gráfico 3 , se observa que al aplicar el test por primera vez para el GC y GE la mayor cantidad de alumnos se encuentran en el nivel operaciones concretas, al aplicar por segunda vez el test se puede observar: a) en el GC que disminuyó la cantidad de alumnos en el nivel operaciones concretas, sin embargo no se presenta un cambio significativo prueba Mc-Nemar en el GC con un estadístico  $\chi^2 = 3,27; p = 0,07(93\%)$ ; y b) en el GE se disminuyó la cantidad de alumnos en el nivel operaciones concretas y presenta cambios significativos según la prueba Mc-Nemar  $\chi^2 = 4; p = 0,05(95\%)$ .

Al comparar los resultados obtenidos por ambos grupos en la segunda medición se obtiene una diferencia estadísticamente significativa a favor del GE según la prueba U de Mann Whitney  $z = 2,146; p = 0,03$ .

c) **Rendimiento académico:** En relación al rendimiento académico, después de utilizar los instrumentos de medida y tabulada la información, se procesa y se obtiene el Box Plot de la figura que muestra el rendimiento académico del GE y GC antes y después de la intervención.



Del Box Plot se puede aseverar que antes de comenzar la intervención metodológica no existe una gran diferencia entre el rendimiento del GC y GE, después de realizar la intervención metodológica en cada grupo se observa que el rendimiento GE es mejor que el rendimiento del GC. Estos resultados se corroboran estadísticamente al analizar los datos con prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney donde en la primera aplicación, no se presenta un cambio estadísticamente significativo con un nivel de significado  $z = 1,256; p = 0,209((79\%))$ . En la segunda medición se encuentran diferencias

estadísticamente significativas y a favor del grupo experimental según la U de Mann-Whitney donde se obtiene un estadístico  $z = -2,4963$  y un nivel de significado;  $p = 0,0123(98,8\%)$ .

### **Conclusiones**

A la luz de los objetivos y resultados obtenidos con respecto a las variables en estudio y la propuesta de aula se pueden plantear las siguientes aseveraciones de valor y de conocimiento:

Con respecto a las actividades de aprendizaje a través del ABP para abordar los contenidos de Estadística y Probabilidades, se infiere que no tiene sentido enseñar sin tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos en alguna medida y que son las situaciones las que dan sentido a los nuevos conocimientos. También hay que destacar que favorecen la interacción, la negociación de significados entre alumnos y profesor o entre ellos mismos, es fundamental para promover en los estudiantes la indagación en contextos reales, lo que permite crear más espacios para que los alumnos expliciten los significados aprendidos, y evidencien su aprendizaje a través de la transferencia de contenidos a situaciones nuevas.

El proceso de enseñar y aprender debe ser planeado de modo de facilitar el aprendizaje significativo y propiciar experiencias afectivas positivas a los estudiantes, lo que se logra por medio del ABP y las actividades de aprendizaje en grupo, donde se promueve el trabajo colaborativo, sin dejar de fomentar la autonomía, a medida que transcurrieron las clases los estudiantes se fueron adaptando a la nueva forma de trabajo y asumiendo funciones dentro del grupo.

Con respecto a la **influencia de la propuesta de aula en las estrategias de aprendizaje y motivación**, se puede aseverar en la primera aplicación del cuestionario CEAM, que al comparar ambos grupos GE y GC, no se observan diferencias significativas entre éstos, lo que se corrobora por la prueba estadística U de Mann-Wihtney que presenta un estadístico ( $z = 1,77 \wedge p = 0,08 (92\%)$ ). Al contrastar los resultados de la segunda aplicación se aprecia que el GE muestra cambios estadísticamente significativos los que se avalan por la prueba U de Man-Wihtney que presenta los siguientes estadísticos ( $z = -5,63; p = 0,00000(99,99..%)$ ) en las estrategias de aprendizaje, motivación, condición necesaria para lograr el aprendizaje significativo, al analizar los factores de este cuestionario CEAM (Ambiente, ansiedad, elaboración, concentración, motivación, planificación, supervisión y organización de la información), en dos mediciones se establecen cambios estadísticamente significativos en

todos ellos menos en selección de la información en el GE; en el GC no se manifiestan cambios estadísticamente significativos.

En relación a la **influencia de propuesta de aula en el razonamiento científico y matemático**, según los resultados obtenidos a través test de Lawson en dos mediciones, se puede afirmar que el GE muestra cambios estadísticamente significativos en el nivel de razonamiento, desde las operaciones concretas a las de transición y formal, mientras que en el GC un gran número de alumnos se mantienen en el nivel operaciones concretas en la segunda medición. De aquí se puede ratificar que una gran cantidad de estudiantes del GE se ubica en nivel de razonamiento de transición y muy pocos alcanzan el razonamiento formal. Al comparar los resultados obtenidos por ambos grupos en la segunda medición, se obtiene una diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo experimental según la prueba U de Mann-Whitney ( $z = -2,15$ ;  $p = 0,03(97\%)$ ). A partir de estos resultados se infiere que la enseñanza de la probabilidad en la Educación Media, debe promover las tareas de resolución como de planteamiento de problemas de probabilidad donde se pongan en juego el contenido y el desarrollo de procesos de razonamiento que generen intuiciones correctas.

Con respecto a la **Influencia de la propuesta de aula en el rendimiento académico**. Se puede aseverar que antes de comenzar la intervención metodológica no existía una gran diferencia entre el rendimiento académico del GE y GC, esto se reafirma estadísticamente a través de la prueba U de Mann-Whitney donde en la primera aplicación no se presenta un cambio estadísticamente significativo ( $z = -1,26$ ;  $p = 0,2(80\%)$ ). Después de realizar la intervención metodológica en cada grupo se observa que el rendimiento del GE aumenta mientras que el rendimiento del GC lo hace en menor grado, lo que se apoya estadísticamente por medio de la prueba U de Mann-Whitney donde se obtiene un estadístico que presenta un nivel de significación ( $z = -2,49$ ;  $p = 0,0012(98,8\%)$ ).

### Agradecimientos

La presente investigación recoge parte de los resultados obtenidos en el marco del proyecto

Fondecyt N.º1120767. Financiado por el Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile.



## Referencias

- Ausubel, D.(1986) *Educational Psychology. A Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, N.York,Trillas, México.
- Ausubel, D. Novak, J. y Hanesian, H.(1997). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*: Editorial Trillas: México
- Castillo, S. (2008). Propuesta basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Revista de investigación en matemática educativa*. 11(2). 171-193.
- Cohen, L y Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*: La muralla S.A: España.
- Duch, B. Groh, S. and Allen, D. (2004). *The power of problem-based learning: a practical 'how to' for teaching courses in any discipline*. Sterling, VA: Stylus.
- Galán, J. Izquierdo,L; Izquierdo, S; López, A;Pascual, J; Posada, M; Santos, I. y Villafañez, F. (2007). Labexnet: un Laboratorio de Economía Experimental en Internet. *Relieve; Investigación y Evaluación Educativa* 13; 105-125.
- Jorba, J y Casella, E.( 1997). *Estrategias para la Gestión Social del Aula. Volumen I: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Editorial Síntesis.
- López B. y Costa N. (1996). Modelo de enseñanza aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implementación educativa. *Revista enseñanza de las Ciencias*, 14(1) ,45-91.
- Moreira, M. (2000). *Aprendizaje Significativo y teoría y práctica*: Ed. Visor: Madrid.
- OCDE. (2007).*Informe PISA 2006*. Programa para la evaluación Internacional de alumnos. Informe en Español.
- Penalva, M; Posadas, J; y Roig, A. (2010). Resolución y planteamiento de problemas: Contextos para el aprendizaje de la probabilidad. *Educ. mat [online]*., vol.22, n.3 , pp. 23-54.
- Pluvinage, F. (2005). Árboles de transiciones etiquetadas en cálculo de probabilidades. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 8 (1), 91-99.
- Pólya, G. (1987). The Pólya Picture Album. Encounters of a mathematician. Birkhäuser, A. Arvai Wieschenberg, A conversation with George Pólya, en *Mathematics Magazine*, 60 (5). 265-268.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la secundaria obligatoria*. Madrid. Editorial. Síntesis
- Sánchez, J. (2000).*Nuevas tecnologías de la información y comunicación para la construcción del aprender*. Santiago de Chile: LMA Servicio grafico
- Sánchez, I. (2001). Validación de una Metodología basada en Actividades de Aprendizaje con Técnicas Creativas para Estudiantes Universitarios. *Journal of Science Educación*, Vol. 2; N° 2.86-90, Bogota, Colombia
- Sánchez, I. y Flores, P.(2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. *Journal of Science Education*., 5(2), 77-83.
- Sánchez, I. y Ramis, F. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Revista Horizontes Educativos*. 9; 101- 111. Región del Bío Bío, Chillán, Chile.
- Sánchez, I; Neriz, L; y Ramis, F. (2008). Design and application of learning environments based on problems. *European Journal of Engineering Education*. 33(4), 445-452. .
- Sánchez, I; Moreira, M; y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* 17 (1). 27-41.

- Sánchez, I. (2009a). *Renovación metodológica bajo resolución de problemas por investigación; y sus efectos en el pensamiento crítico, estrategias y calidad del aprendizaje*. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 7 al 10 de septiembre 2009. Barcelona, España.
- Sánchez, I. (2009b). Propuesta de aprendizaje significativos a través de resolución de problemas por investigación. *Educere, Octubre a Diciembre*.13 (47). (947-959).
- Schultz, N. y Christensen, H. (2004). Seven-step problem-based learning in an interaction design course. *European Journal of Engineering Education*. 29 (4). 533-541
- Vygotsky, L. (1978). *Psicología y pedagogía*: Akal: Madrid

**Autores:**

**M.Sc. Carmen Cecilia Espinoza Melo.** Magíster en Enseñanza de las Ciencias mención Matemática, Licenciada en Educación, Profesora de Matemática. Se desempeña como profesional de apoyo en el Área de Desarrollo Pedagógico y Tecnológico de la Universidad del Bío-Bío. Concepción. Chile. Sus principales líneas de investigación se encuentran en formación de profesores, metodologías activas, Teoría Antropológica de lo Didáctico. Email: c.espinoza @ubiobio.cl

**Dr. Iván Sánchez Soto.** Profesor titular del departamento de Física, Facultad de Ciencias de la Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile. Sus principales trabajos de investigación se encuentran en la enseñanza de la física, la resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje significativo, estrategias de aprendizaje y competencias científicas. Se desempeña como docente de Física en curso de pregrado y de Didáctica y evaluación de las ciencias en postgrado. E-mail: isanchez@ubiobio.cl