

EFICACIA DE TRES PROPUESTAS METODOLÓGICAS EN EL RAZONAMIENTO CIENTÍFICO Y RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Iván Sánchez Soto
isanchez@ubiobio.cl

Edith Herrera San Martín
eherrera@ubiobio.cl

Yohanna Gutiérrez Monsalve
ygutierrez@stjohns.cl

Recibido: 06/04/2018 Aceptado: 06/06/2018

Resumen

El presente estudia la eficacia del aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas e indagación en estudiantes de primer año Secundaria en la asignatura de biología, en un colegio particular de Concepción, con la finalidad de analizar su incidencia en el razonamiento científico y rendimiento académico. El diseño de la investigación es cuasi experimental con pre y post test para tres grupos de estudio. Los resultados indican una influencia positiva de todas las metodologías en el razonamiento científico de los estudiantes, siendo estadísticamente significativo para el razonamiento hipotético-deductivo, pero no para el razonamiento empírico-inductivo y en transición. El aprendizaje colaborativo e indagación evidenciaron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento académico en los conceptos de enzimas, fotosíntesis y respiración celular. Al comparar la efectividad de las tres metodologías con el rendimiento académico, el aprendizaje colaborativo es más eficaz respecto al aprendizaje basado en problemas e indagación respecto al ABP. En el caso de aprendizaje colaborativo e indagación no se evidencian diferencias estadísticamente significativas. Se hace necesario promover el uso de metodologías activas que permitan a los alumnos construir su aprendizaje sobre problemas utilizando la forma de razonar propia de la ciencia en otras asignaturas con la guía de su profesor.

Palabras clave: metodologías activas, indagación, Aprendizaje basado en problema, Aprendizaje colaborativo.

EFFICACY OF THREE METHODOLOGICAL PROPOSALS IN SCIENTIFIC REASONING AND ACADEMIC PERFORMANCE IN SECONDARY STUDENTS

Abstract

The effectiveness of collaborative learning, problem-based learning and inquiry in first-year students is studied. Secondary in the subject of biology, in a private school in Concepción, with the purpose of analyzing its incidence in scientific reasoning and academic performance. The design of the research is quasi-experimental with pre and posttest for three study groups. The results indicate a positive influence of all the methodologies in the students' scientific reasoning, being statistically significant for the hypothetic-deductive reasoning, but not for the empirical-inductive reasoning and in transition. Collaborative learning and inquiry showed a statistically significant increase in academic performance in the learning of the concepts of enzymes, photosynthesis and cellular respiration. When comparing the effectiveness of the three methodologies with academic performance, collaborative learning is

more effective in relation to problem-based learning and inquiry about PBL. In the case of collaborative learning and inquiry, no statistically significant differences are evidenced. It is necessary to promote the use of active methodologies that allow students to build their learning about problems using the way of reasoning proper to science in other subjects with the guidance of their teacher.

Key words: active methodology, inquiry, problem-based learning, biology

Introducción

Esta investigación forma parte de un estudio mayor que busca determinar la eficacia de un cambio metodológico en la asignatura de biología para dejar la enseñanza tradicional y proponer una renovación, utilizando el aprendizaje colaborativo (AC), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) e indagación científica, puesto que, en la mayor parte de las clases de ciencias convencionales prácticamente no hay razonamiento ni argumentación por parte del alumno (Aleixandre, Álvarez y Lago, 2017) y como afirman Duit y Treagust (2003) en las aulas tradicionales no se enseña a resolver problemas y a desarrollar estrategias de aprendizaje, es decir, a enfrentarse a situaciones desconocidas, sino que los profesores explican soluciones perfectamente conocidas y que, por supuesto, no generan ningún tipo de dudas ni exigen propuestas tentativas de solución (Sanchez, 2012).

Desde esta perspectiva, las nuevas bases curriculares de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria (MINEDUC, 2015) plantean la necesidad de proponer experiencias de aprendizaje comprendidas, como un repertorio de conocimientos, habilidades y actitudes, con un sentido y significado de lo aprendido como una experiencia que es parte del cotidiano del estudiante. Basado en este marco constructivista se propuso una innovación en la asignatura de biología de primer año de Secundaria, utilizando el aprendizaje colaborativo (AC), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) e indagación científica. Cada una de las metodologías planteó en su diseño situaciones o problemas en contextos reales que estimularon la participación activa de los estudiantes, generó conflictos cognitivos, favoreció la interacción social, la negociación de significados en los grupos de trabajo apoyados por el rol mediador del profesor.

A partir, de la implementación de la metodología según cada grupo de estudiantes se valora su eficacia en el rendimiento académico y en el nivel desarrollo del razonamiento científico (Lawson, 1995; Renner y Lawson ,1973; Diff y Tache, 2007; Coletta y Phillips, 2007), considerando como categorías los niveles de empírico- inductivo, en transición e hipotético –deductivo. Este razonamiento científico según Mayer (2002) permite a los estudiantes no sólo descartar hipótesis en problemas propuestos, además plantear o crear nuevas, cuando ya descartó anteriores y ve la necesidad de buscar

alternativas de solución, cuestión en la que está basada el área experimental, como son las asignaturas científicas. Los resultados señalan que para el rendimiento académico existen diferencias estadísticamente significativas a favor de las metodologías de aprendizaje colaborativo e indagación. La implementación de estas metodologías activas muestra cambios estadísticamente significativos para el razonamiento hipotético -deductivo, pero no para el razonamiento empírico -inductivo y en transición. En función de los resultados obtenidos promovemos su uso en otras asignaturas.

Referentes Teóricos

Renovación metodológica

El fundamento común que nos ha guiado para incorporar en este estudio estas tres metodologías activas ha sido el diseño de entornos de aprendizaje en los cuales a los estudiantes se les plantea una situación, o un problema (Gil *et al.* 1988) que es habitual en una investigación científica; con el objetivo de compartir significado en la clase, fomentando la naturaleza social del aprendizaje (Vygotsky, 1979). En esta concepción constructiva de la enseñanza y el aprendizaje es necesario la aplicación de nuevos roles en la labor del profesor y del alumno. El estudiante toma un rol activo, encargado de construir los significados del aprendizaje (Ausubel, 1978), el profesor por su parte, crea entornos de aprendizaje, guía en la construcción del pensamiento y promueve la participación de los estudiantes, para así favorecer el control de su propio aprendizaje, creando instancias de interacciones múltiples, a través de la triada profesor, material educativo y alumno (Novak y Gowin, 1988). Basados en esta premisa se consideró en este estudio incluir las estrategias que se describen a continuación.

El aprendizaje colaborativo (AC)

Esta estrategia didáctica organiza la clase en pequeños grupos de estudiantes que trabajan de forma coordinada para resolver tareas académicas y desarrollar su propio aprendizaje. En el aprendizaje colaborativo según Bruffee (1999), las actividades se diseñan teniendo en cuenta cinco aspectos: interdependencia positiva, responsabilidad individual, interacción cara a cara, habilidades interpersonales y de trabajo en grupo, y reflexión del grupo. En un grupo colaborativo existe una autoridad compartida y una aceptación por parte de los miembros que lo integran, de la responsabilidad de las acciones y decisiones del grupo. Se puede señalar así que el AC es un proceso social de construcción de conocimiento, a través de contrastar ideas, a partir del trabajo en conjunto y el establecimiento de objetivos comunes (Figuerola y Aillon, 2015). Sin embargo, necesita una

reestructuración cognitiva, puesto que el estudiante debe ensayar y re-estructurar el material, por ejemplo explicándole a un compañero (Johnson *et al.* 1995). La forma en que interactúen los alumnos dependerá del modo en que los docentes diseñen la interdependencia en cada situación de aprendizaje.

Zañartu (2003) hace una distinción entre aprendizaje cooperativo y aprendizaje colaborativo, a diferencia del resto de los autores que tienden a homologar ambos términos. Según la autora, citando a Gros (2000), el aprendizaje cooperativo requiere de una división de tareas entre los componentes del grupo. Citando a Bruffee (1995), la autora sostiene que el enfoque colaborativo es el que requiere de una preparación más avanzada para trabajar con grupos de estudiantes. El aprendizaje colaborativo cambia la responsabilidad del aprendizaje del profesor como experto, al estudiante, y asume que el profesor es también un aprendiz.

El Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Es una estrategia para enseñar y aprender sustentada en el constructivismo (Kolmos 1996; Schultz y Christensen, 2004; Ribeiro y Mizukami, 2005; Said, Mahamd, Mekhilef, y Rahim, 2005; Herrera y Sánchez, 2009), mediante la cual se busca que el alumno comprenda y profundice adecuadamente la respuesta a los problemas de la vida real, trabajando colaborativamente, con la ayuda de un profesor tutor, en un grupo cuyos miembros analizan y tratan de resolver un problema seleccionado para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje; aquí, tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resulta importante. Durante el proceso de interacción para resolver el problema los estudiantes pueden además elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje y desarrollar habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso educativo. Con este método, no solo se promueve la adquisición activa de conceptos, sino que también, favorece la reflexión y sociabilización al realizar los estudiantes un trabajo colaborativo (Sánchez et al. 2008).

El papel del profesor en esta estrategia es diseñar la secuencia didáctica con las situaciones problemáticas involucrando conceptos, procedimientos y actitudes en sus actividades de aprendizaje a fin de proporcionar un conjunto de aprendizajes significativos que permitan a sus alumnos construir sus conocimientos (Herrera y Sánchez 2009) y guiar a los estudiantes durante el desarrollo de las actividades aprendizaje. Sin embargo, el ABP normalmente exige que los problemas estén pensados para obligar a los estudiantes a realizar la búsqueda y los aprendizajes teóricos y prácticos son ineludibles para la construcción de la solución (Ocelli y Abad, 2010).

La indagación científica

En la literatura hoy, existe un amplio consenso en relación a la indagación, considerándola una de las estrategias que mejores resultados han aportado a la enseñanza de las ciencias (Demir y Abell 2010; Pedaste *et al.* 2015) y ha sido ampliamente reconocida por los beneficios del aprendizaje de los alumnos (e.g. Kelly, 2008; Osborne, 2011) para el desarrollo de determinadas destrezas, no solo procedimentales sino también de razonamiento, ya que, como señalan Berland *et al.* (2016), este enfoque implica una participación reflexiva en la construcción y evaluación del conocimiento que contribuye en conjunto a la adquisición de competencias o habilidades del alumnado (Abd-El-Khalick *et al.* 2004, Demir y Abell 2010; Ferrés, Marbà y Sanmartí 2015; Romero-Ariza 2017). La indagación requiere que los estudiantes sean capaces de: formular cuestiones, identificar problemas, planificar y poner en práctica investigaciones y analizar e interpretar datos, entre otras. Por tanto, señala Bell *et al.*, (2012) es necesario involucrar en los contextos educativos a los jóvenes en prácticas relacionadas con la obtención, evaluación y comunicación de la información científica. Sin embargo, todavía son evidentes ciertas dificultades de los alumnos en la indagación en las aulas al identificar problemas investigables, formulando hipótesis o identificando las variables que afectan a su investigación (Ferrés *et al.* 2015). Así también se han detectado limitaciones en el profesorado, debido a la falta de conocimientos científicos y de formación, inseguridad para una implementación eficaz (Abd-el-Khalick *et al.* 2004; Cañal, Criado, García Carmona y Muñoz 2013; Kang, Orgill y Crippen 2008; Seung, Park y Jung 2014; Toma, Greca y Meneses-Villagrà 2017).

El razonamiento científico

El aprendizaje de las ciencias tiene como objetivos, no sólo aprender contenidos científicos, sino equipar a las y los estudiantes con la capacidad de razonar acerca de cuestiones y problemas científicos (Kuhn, 1997). Desde esta concepción entendemos el razonamiento científico como una habilidad que implica el cómo se aprende, y promueve la capacidad de los estudiantes a distinguir entre evidencias científicas y aquellas que no lo son (McDemontt y Shaffer, 2001).

Mayer (2002), afirma que el razonamiento científico es la evaluación que el alumno realiza sistemáticamente sobre una hipótesis, este paso se desarrolla precisamente durante la adolescencia, etapa en la que se espera que los estudiantes demuestren un nivel cognitivo superior, que les permita la resolución y planteamientos de problemas, pensamientos abstractos, comparar analogías, obtener proporciones, probabilidades, etc., que son herramientas científicas para una labor de desempeño. Este razonamiento científico no le permite descartar hipótesis, sino plantear o crear nuevas, cuando ya

descartó anteriores y se ve en la necesidad de buscar alternativas de solución, cuestión en la que está basada el área experimental, como son la biología, física y la química.

Al profesor en su rol le corresponde proponer el diseño de su clase basada en una problemática sencilla en el contexto de la temática de aprendizaje, para que el estudiante comience a utilizar sus conocimientos, habilidades, creatividad, al mismo tiempo que va desarrollando e incrementando sus habilidades de pensamiento científico para buscar la respuesta más adecuada. De esta manera, asegura Herbel *et al.* (2000) el dominio del razonamiento científico es un requisito necesario aunque no suficiente para aprender ciencias, pero es un requisito esencial para enseñar ciencias. Considerando esta premisa Benfor y Lawson (2001) probaron dos hipótesis según la cual: a) Las habilidades de razonamiento científico del profesor influyen en su habilidad para emplear de modo efectivo la estrategia de la enseñanza de las ciencias por indagación y b) El uso efectivo de la enseñanza de las ciencias por investigación contribuye al desarrollo de las habilidades de razonamiento científico de los estudiantes.

Los alumnos que ingresan a la Educación Secundaria en Chile tienen en promedio 14 años de edad y se caracterizan según las teorías del desarrollo cognitivo (Piaget y Inhelder, 1997) por haber abandonado las estrategias de razonamiento concreto y entrar al nivel superior de desarrollo cognitivo, la etapa de las operaciones formales, cualitativamente diferentes a las etapas anteriores (Aguilar *et al.*, 2002). Una de las características básicas del modelo piagetiano es que el aprendizaje es un proceso de reorganización cognitiva y depende del nivel de desarrollo del individuo por lo que son muy importantes los conflictos cognitivos o contradicciones cognitivas. En este estadio, los adolescentes realizan un razonamiento hipotético- deductivo o formal, es decir, para resolver un problema, se plantean hipótesis, pudiendo diseñar experimentos para resolverlas, controlando una a una las variables que pueden estar involucradas en el problema en cuestión (Papalia *et al.*, 2005). Las dos premisas bajo las cuales se sustentan estos postulados se han referido a que el razonamiento formal es universal y este ocurre entre los 11 y 15 años (Ruiz *et al.*, 2007). En investigaciones como las realizadas por Pozo y Carretero (1987) se señala que no todos los esquemas formales se adquieren homogéneamente, sino que dependen del contenido de la tarea, con lo que se derriba la premisa de ser universal. Por otro lado, estos autores sostienen, además, que la adquisición de un razonamiento formal no es espontánea, sino que requiere instrucción y que muchas veces termina de desarrollarse después de los 20 años.

En ciencias especialmente en física y matemática, el instrumento diseñado por Renner y Lawson (1973) es una prueba usada específicamente para medir el nivel de razonamiento científico (Diff y Tache, 2007; Coletta y Phillips, 2007). Estos autores plantean que las abstracciones en física son modelos creados por científicos para explicar datos de mediciones. Estos modelos no aparecen directamente de observaciones, sino que son intentos para construir una explicación o modelo del fenómeno observado. Un pensador formal podrá manejar estas abstracciones, pero no un pensador concreto.

Rendimiento Académico

Coletta, Phillip y Steinert (2007), demuestra en su estudio que el desarrollo cognitivo, medido a través de las habilidades del pensamiento científico, es uno de los mejores predictores del rendimiento académico en los estudios superiores. Basado en estos autores y según los resultados del Test Lawson se puede inferir que los alumnos concretos se encontrarían en riesgo, es decir, poseen una alta probabilidad de obtener un bajo rendimiento académico. Los alumnos en transición, en cambio, se caracterizarían por presentar algunas dificultades en el aprendizaje y en la aprobación de los ramos que cursan. Por el contrario, los alumnos en estadio formal tienen una alta probabilidad de éxito académico.

El desempeño en el razonamiento científico reconocido por la prueba de Lawson se categoriza en niveles (Ates y Cataloglu, 2007) en relación con los estadios cognitivos dados por Piaget (1973):

Empírico –Inductivo (entre 0 y 4 años **Concreto**): Los estudiantes son capaces de someter a prueba hipótesis, involucrando agentes causales observables. Pueden realizar experimentos mentales. Las operaciones que usan son concretas, es decir, estas se relacionan directamente con los objetos y no con las hipótesis planteadas. En este estadio los estudiantes no pueden comprobar hipótesis involucrando agentes causales observables.

En transición (entre 5 y 8 años **Intermedio**): Los estudiantes se caracterizan porque consistentemente son capaces de testear hipótesis involucrando agentes causales observables o involucrando entidades que no está observando. Es más, las formula y las puede comprobar inconscientemente involucrando agentes causales observables.

Hipotético-Deductivo (entre 9 y 12 **Formal**): Los estudiantes se caracterizan porque consistentemente son capaces de testear hipótesis involucrando agentes causales observables o involucrando entidades que no está observando. Es más, las formula y las puede comprobar conscientemente, involucrando agentes causales observables y no observables.

Coletta y Phillips (2005) hacen hincapié en la importancia de conocer el nivel de razonamiento de los estudiantes para diseñar estrategias de apoyo en el aula y por esta razón, la hemos considerado una variable fundamental en nuestra investigación.

Metodología de la Investigación

Diseño

El presente estudio es de carácter cuantitativo de tipo cuasi experimental de tres grupos intactos y sin grupo control (Campbell y Stanley, 1996) con pre y post-test, durante un período de tres meses, en los cuales se abordó los contenidos en la unidad de enzimas, unidad de respiración celular y fotosíntesis. Se aseguró la equivalencia inicial de los grupos en características básicas: estudiantes de primer año de Enseñanza Secundaria de un colegio particular de Concepción Chile, de alto rendimiento académico, con el mismo promedio de edad, similares conocimientos previos (Hernández *et al.*, 2003). Uno de los grupos (G1) realizó Las actividades de aprendizaje construidas con la metodología de Aprendizaje Colaborativo (AC), el otro grupo (G2) con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el tercer grupo (G3) utilizó el aprendizaje basado en indagación como muestra el diseño en la Tabla 1.

Tabla 1.

Diseño de metodologías activas en biología en estudiantes primer año Secundaria.

Cursos	Alumnos	Pre Test	Tratamiento	Post-test
Grupo 1	n=26	Test de Lawson	Aprendizaje	Test de Lawson
		Rendimiento académico	Colaborativo(AC)	Rendimiento académico
Grupo 2	n=26	Test de Lawson	Aprendizaje Basado en problemas (ABP)	Test de Lawson
		Rendimiento académico		Rendimiento académico
Grupo 3	n=27	Test de Lawson	Indagación	Test de Lawson
		Rendimiento académico		Rendimiento académico

Fuente: Autoría Propia

Antes de comenzar la intervención, el profesor de la asignatura e investigador entregó y retiró el consentimiento informado de los estudiantes y a cada grupo explicó los objetivos de la renovación metodológica, así como, la forma de trabajo propuesta en el aula. La finalidad de la investigación busca establecer la eficacia de la renovación metodológica en las habilidades de pensamiento crítico y rendimiento académico de los estudiantes.

Instrumentos de recolección de datos

Prueba de Lawson (1995): El test consta de 26 preguntas de respuestas de opción múltiple agrupadas en 13 pares, donde cada pregunta es seguida por otra que pide su justificación. Se considera la respuesta correcta solo si la pregunta y la justificación son correctas. Se miden seis aspectos del razonamiento y requiere la respuesta a un problema y su justificación.

- a) conservación de magnitudes física.
- b) pensamiento de proporcionalidad.
- c) identificación y control de variables.
- d) pensamiento probabilístico.
- e) pensamiento combinatorio.
- f) pensamiento correlacional.

Los criterios para asignar los puntajes se realizan de acuerdo al número de aciertos de los alumnos, y se clasifican en uno de los tres estadios de razonamiento. Se consideran Empírico–Inductivo o concretos, a aquellos estudiantes que obtienen una puntuación

entre 0 y 4 puntos. En transición, a los alumnos que obtienen entre 5 y 8 puntos e hipotético-deductivos a aquellos que obtienen una puntuación sobre 9. Un estudiante está en el nivel más alto de la escala ordinal de razonamiento cuando consistentemente demuestra tener un razonamiento hipotético-deductivos (Ates y Cataloglu, 2007).

Rendimiento académico: Se consideró como el desempeño académico final, al resultado de las calificaciones obtenidas por los alumnos en los contenidos referidos a la unidad de enzimas y unidad de respiración celular y fotosíntesis. Estas calificaciones se obtuvieron mediante la aplicación de test de proceso en clases, trabajos de laboratorios y prueba final.

El cambio metodológico propuesto para las unidades de aprendizaje de enzimas y la unidad de fotosíntesis y respiración celular obedece a la relevancia que se otorga al aprendizaje conceptual en la Prueba de Selección Universitaria (PSU) y que los estudiantes rinden al finalizar su enseñanza Secundaria para su ingreso a la Educación Universitaria, específicamente en la Prueba de Ciencias de la rama Humanística – Científico, donde un 36% de preguntas están relacionadas con la estructura y actividad celular, específicamente, metabolismo celular; actividad enzimática y respiración celular de acuerdo a la tabla de especificaciones publicadas (PSU-DEMRE, 2016) además, por primera vez al proceso 2017 se incorporó nueve preguntas de las habilidades del pensamiento científico.

Muestra

La selección de esta muestra se hizo a conveniencia y participaron de un total de 79 estudiantes de los tres cursos del nivel de primero Secundaria que cursaron la asignatura de biología, pertenecientes a un colegio particular privado de Concepción-Chile, de alto rendimiento académico en pruebas internas y externas. Los alumnos se agruparon según la escala de calificación (de 1 a 7) por su rendimiento académico en tres categorías: Muy bueno (6,0 -7,0), Bueno (5,0- 5,9), Regular (4,9 o Inferior).

Análisis de datos

En el análisis estadístico de los datos obtenidos, se utilizaron técnicas estadísticas no paramétricas y de análisis descriptivo. Con el objeto de corroborar si los cambios en un mismo grupo fueron estadísticamente significativos para ello, se aplicó la prueba de Mc-Nemar; y

para establecer la eficacia de las tres metodologías activas de aprendizaje sobre las variables en estudio, se utilizó H-test de Kruskal-Wallis. Para determinar en favor de qué metodología se generaron los cambios se aplicó el estadístico Tukey. Estos análisis fueron realizados en el software Statistic 10, para Windows.

Metodología de aula

Se presenta a modo de ejemplo las actividades de aprendizaje propuestas y desarrolladas por los alumnos en cada una de las metodologías activas trabajadas en el aula.

Grupo 1. Aprendizaje colaborativo: “La actividad enzimática”

Las tareas propuestas a los estudiantes del G1 llevaron a un proceso de conversación espontánea y constructiva, se plantearon actividades donde se le indicaban el punto de partida y ellos trazaron el camino hacia el punto de llegada, consensuando con el profesor el propósito común. En esta actividad cada grupo colaborativo analizó las variables que regulan la actividad enzimática. Por lo tanto, como señala Bruffee (1999), no existe una única respuesta, ni tampoco un único método para llegar a ella. Se trata de un constructo social, al que llegan los estudiantes con sus propias luces y medios ante la situación diseñada como se muestra en las etapas a continuación.

Etapa 1. Responsabilidad individual

Formen grupos de 4 alumnos y asuma los siguientes roles:

- a) **Orientador:** Guía y sugiere procedimientos para llevar a cabo la tarea de forma exitosa.
- b) **Secretario:** Toma apuntes de las decisiones del grupo y expone conclusiones al final.
- c) **Observador:** Monitorea y registra el comportamiento del grupo con base en a la pauta de comportamientos acordados.
- d) **Supervisor:** Monitorea a los miembros del equipo en la comprensión del tema de discusión y detiene el trabajo cuando algún miembro del equipo requiere aclarar dudas.

Etapa 2. Habilidades interpersonales y de trabajo en grupo

Lea en silencio el texto “Factores que regulan la actividad enzimática”, en el siguiente link

<https://www.blogdebiologia.com/factores-que-afectan-la-actividad-enzimatica.html>

Etapa 3. Interdependencia Positiva

- a) Divide tu grupo en dos parejas. Utiliza como criterio la letra al azar que elegiste al comenzar la actividad.

- b) Análisis del texto. (Tiempo estimado 10 minutos) Cada pareja analiza el texto dado y contesta las preguntas asignadas en la ficha A y B.

<p style="text-align: center;">Ficha A</p> <ol style="list-style-type: none">1 ¿Qué es una enzima?.2.- ¿Sobre qué actúan las enzimas?.3.- Cuándo se congela un tejido, ¿Qué sucede con la actividad de las enzimas?4.- ¿Por qué el almidón no se digiere en el estómago, en cambio si algunas proteínas?5.- Grafica los factores que regulan la actividad enzimática?
--

<p style="text-align: center;">Ficha B</p> <ol style="list-style-type: none">1.- ¿Todas las enzimas son proteínas?2.-¿Por qué las enzimas son biocatalizadores?.3.- Si una persona tiene fiebre por 3 horas, ¿Qué les sucede a sus enzimas?4.- ¿Los inhibidores, desnaturalizan las enzimas?
--

Etapa 4. Interacción cara a cara

- a) Reúne al grupo nuevamente y cada pareja explica y fundamenta las respuestas encontradas en una negociación de significados.
- b) El supervisor debe cotejar que cada integrante haya aprendido los contenidos asignados
- c) El secretario toma apuntes y junto con el grupo genera un mapa conceptual que resuma las ideas principales.

Etapa 5. Reflexión del grupo

Procesamiento de información. (Tiempo estimado 15 minutos).

Comparte la experiencia de aprendizaje en colaboración.

- a) ¿Qué aprendiste?
- b) ¿Cómo colaboraste para lograr la tarea?
- c) ¿Cuáles fueron las acciones que contribuyeron al logro de la tarea?
- d) ¿Qué hace falta para mejorar el trabajo en equipo

Grupo.2 Aprendizaje Basado en problemas: “La fotosíntesis”

Como estrategia de ABP se planteó a los estudiantes del G2 una situación-problema de la vida real, en un formato de narrativa o historia que contenía una serie de atributos que mostraban complejidad y multidimensionalidad. Se solicitó a los grupos de trabajo que desarrollaran propuestas conducentes a su análisis y solución como en este ejemplo.

En tu grupo lee atentamente: *Enzimas e intolerancia Alimentaria.*

Se calcula que en España hay más de 3 millones de personas con problemas para llevar una vida normal a causa de las alergias e intolerancias alimentarias. El ejemplo más común es la intolerancia a la lactosa, que es no sólo la insuficiencia de la enzima lactasa que impide la correcta absorción de la lactosa de la leche, sino también a las proteínas de la vaca. Esta intolerancia a la lactosa la padecen un gran número de bebés al consumir leche de vaca o leche materna de una madre que ha consumido leche o filetes de ternera. Una persona con intolerancia a la lactosa no debe consumir leche (ya sea entera o desnatada, en polvo, líquida o condensada), postres lácteos (flanes, quesos frescos con sabor de frutas, quesos, mousses...), quesos de todo tipo, quesos para untar, quesos en lonchas o en porciones, nata, crema pastelera, mantequilla y alimentos que la contengan. En el caso de los adultos, la leche de vaca puede ser sustituida con leches obtenidas de plantas y sus derivados: leche de soja, leche de almendras, leche de avena, leche de arroz, leche de cacahuete. Extraído de www.20minutos.es

Cómo tu grupo da respuesta a esta problemática

<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es la Intolerancia a la Lactosa? 2. ¿Qué es la lactosa? 3. ¿Dónde se digiere la lactosa? Y ¿En qué se transforma? 4. ¿Qué son las enzimas? Y ¿Cómo se relacionan con la intolerancia a la lactosa? <p>Puesta en Común 1: Exposición y discusión síntesis de información</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. ¿Dónde almacena la célula la información para sintetizar las enzimas que degradarán la lactosa? 6. ¿Cuáles son los organelos involucrados en la síntesis de enzimas? 7. Las enzimas que degradan la lactosa, ¿actúan dentro de la célula o fuera de esta? 8. Si las enzimas son proteínas ¿Cómo salen de las células? <p>Puesta en Común 2: Exposición y discusión síntesis de información.</p>
---	--

Grupo.3 Aprendizaje por Indagación

Para los estudiantes del G3 La actividad por indagación es un diseño abierto con un contexto y una pregunta investigable que probar, el objetivo es producir un conflicto cognitivo que da inicio a la búsqueda de datos teóricos, de modo de promover que los conceptos se adquieran mediante su instrumentalización y su transferencia a una situación cotidiana, al tiempo que se ejercitan habilidades científicas cómo elaborar hipótesis, diseñar experimentos, probarlo, formular conclusiones basadas en datos teóricos y empíricos. En el desarrollo de la actividad, algunos alumnos han llegado a plantearse retos, problemas o estrategias no contempladas por el profesor en el ejemplo de este contexto.

I.- Planteamiento del problema: ¿Todas las partes de una planta hacen fotosíntesis?

II.- Investiga en internet y averigua los siguientes temas:

¿Cómo realiza un vegetal el proceso de la fotosíntesis?.

¿Cuáles son las variables que regulan este proceso?.

¿Cómo funciona una planta para cuando produce O₂ y consume CO₂.
 ¿Cómo podrías demostrar el rol los pigmentos fotosintéticos?.
 ¿Qué sucede si disminuyen los vegetales en un lugar?

III.- Escribe tus hipótesis de investigación:

H₁:

H₀:

IV.- Escribe tu diseño experimental y pruébalo con tu grupo

V.- Formula tu conclusión y evalúa tu procedimiento experimental

Resultados

Efecto de la metodología de Aprendizaje Colaborativo (AC), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) e indagación sobre el razonamiento científico de los alumnos determinado a través del Test de Lawson.

Para determinar el estadio de razonamiento científico que poseían los alumnos y el efecto que tenían sobre estas habilidades las metodologías activas AC, ABP e indagación trabajadas en los grupos 1, 2 y 3, respectivamente, se aplicó el Test de Lawson (1995).

Los resultados obtenidos por los diferentes grupos se presentan en los gráficos 1, 2,3.

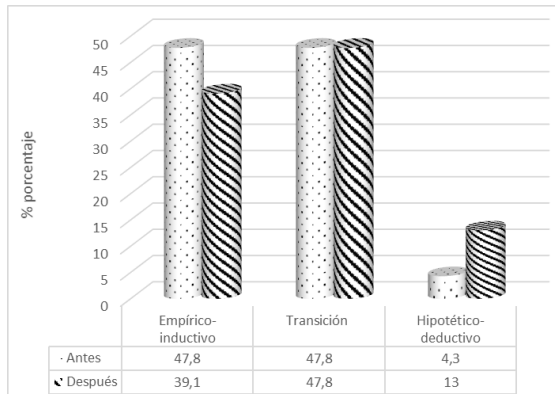


Gráfico 1. Estadios de razonamiento científico para **Aprendizaje Colaborativo**

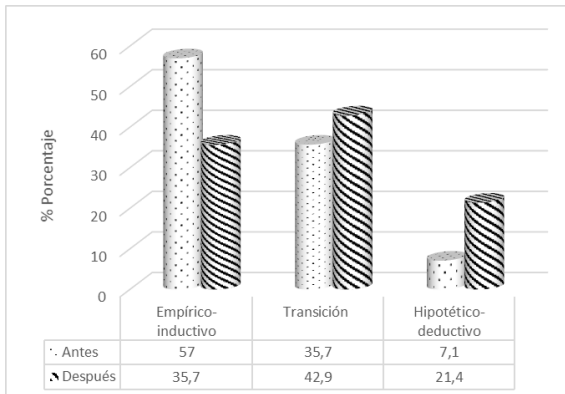


Gráfico 2. Estadios de razonamiento científico para **Aprendizaje Basado en Problemas**

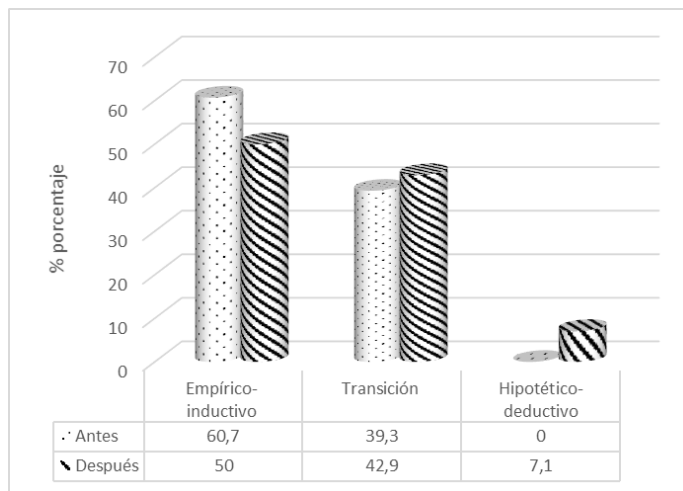


Gráfico 3. Estadios de razonamiento científico para **Aprendizaje por indagación**

Al analizar el Gráfico 1 los alumnos del grupo1 al comienzo del tratamiento presentaron un 47,8 % en estadio de razonamiento empírico-deductivo, después de tres meses de intervención con AC al finalizar la investigación, este porcentaje disminuyó a un 39,1 % lo que implica un 8,7 %, (dos alumnos) dejó de estar en razonamiento empírico-deductivo, para pasar al estadio siguiente de transición, después de tres meses de aplicación de la metodología AC. A pesar que existe una disminución en el porcentaje de alumnos con razonamiento empírico-deductivo, estos cambios no son estadísticamente significativos según Test de McNemar (al 95% de significancia y estadístico $p=0,6171$). En cuanto al razonamiento en transición, no existió diferencia en cuanto a la cantidad de alumnos que presentaban este razonamiento al inicio y al final de la investigación. Al inicio de la investigación un 4,3 % de los alumnos se encontraba en el estadio de razonamiento hipotético – deductivo, esta cantidad aumento a un 13 % de los alumnos al finalizar, lo que implicó un incremento de 8,7 % de incremento, sin embargo, estos cambios no son estadísticamente significativos según Test de McNemar (al 95% de significancia y estadístico $p=0,4795$).

El Gráfico 2 muestra que un 57% de los alumnos en el pre-test manifestó un razonamiento empírico-deductivo, pero luego de tres meses de intervención con ABP, este porcentaje disminuyó a un 35,7%. Lo que implica que un 21,3% de ellos (6 alumnos) pasaron al nivel siguiente de transición, sin embargo, estos cambios no son estadísticamente significativos según Test de Mc-Nemar (al 95% de significancia y estadístico $p=0,0771$). Al iniciar la intervención con ABP, un 37,7% de los alumnos presentaba razonamiento científico en transición, lo que aumentó a un 46,4% al finalizar la

intervención. En el estadio de razonamiento hipotético–deductivo, el pre-test indicó que, solo un 7,1% de los alumnos presentaba este tipo de razonamiento. Este porcentaje aumentó a un 17,9% al finalizar la intervención, el incremento fue del 10,8%, pero incremento no fue estadísticamente significativo según Test de Mc-Nemar (al 95% de significancia y estadístico $p= 0,1336$).

El Gráfico 3 muestra que en el pre-test un 60,7% de los alumnos tenían un razonamiento empírico-deductivo, los que al finalizar la intervención con la metodología de indagación, disminuyeron a un 50%, por lo cual, 10,7% es decir, 3 alumnos pasaron a un nivel de transición en su razonamiento, dicho cambio no fue estadísticamente significativo según Test de Mc-Nemar (con un nivel de significancia del 95% y con un estadístico $p= 0,2482$). Al inicio de la intervención un 39,3% de los alumnos presentaba un razonamiento científico en transición, lo que aumentó a un 42,9%. Esto implica, que parte de los alumnos pasaron de razonamiento empírico-deductivo a transición y un 7,1 % de los alumnos subieron de razonamiento en transición a hipotético–deductivo, sin embargo, los cambios evidenciados no son estadísticamente significativos.

Efecto de la metodología de Aprendizaje Colaborativo (AC), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) e indagación sobre el Rendimiento Académico (RA) de los estudiantes.

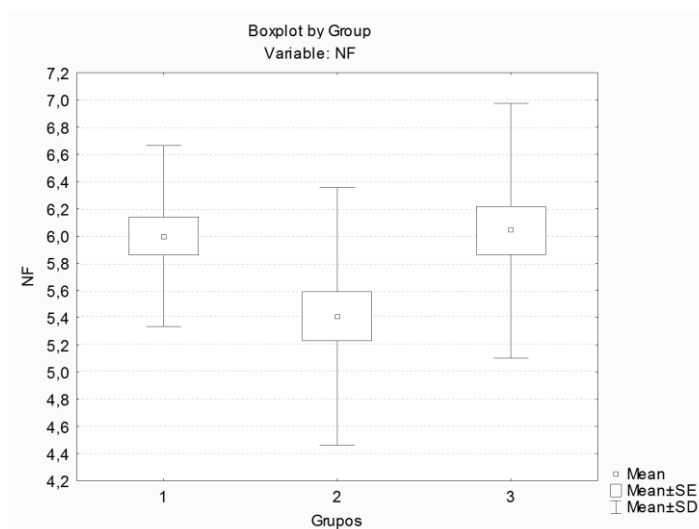


Gráfico 4. Rendimiento académico final alcanzado por cada grupo según metodología (G1, AC) ;(G2, ABP); (G3, Indagación)

A partir del Gráfico 4 se deduce que el mejor rendimiento lo obtuvo el grupo que utilizó AC (6,2), a continuación se ubica el grupo que trabajo con la metodología de indagación (6,0) y finalmente el grupo 3 con el aprendizaje basado en problemas (5,8). Al analizar las calificaciones obtenidas se confirma con la prueba de Kruskal-Wallis esta diferencia entre los grupos con estadístico $H=4,2$. Para

establecer a favor de que grupo se producen las diferencias se aplica el estadístico Tukey, el que indica que existen diferencias estadísticamente significativas a favor de: a) del grupo 1 que trabajó con Aprendizaje Colaborativo (AC) en relación al grupo 2 ($P=0,006$), y b) al grupo que trabajo con indagación respecto al grupo 2 que trabajó con Aprendizaje Basado en Problemas ($p=0,024$).

Discusión

Según Jiménez, (2005) para estudiar el razonamiento hay que plantear a los estudiantes problemas, hay que proponer cuestiones o experiencias en las que puedan encontrar datos y en las que las conclusiones no sean obvias desde el principio; para explorar si adoptan o no la cultura científica es decir, analizar las hipótesis y conclusiones en conexión con las comprobaciones experimentales. Aunque esto puede parecer obvio para el profesor, no siempre lo es para el alumno y las dificultades están en distinguir que datos apoyan o contradicen un determinado enunciado (Jiménez, 1998).

Por la naturaleza especial del aprendizaje de las ciencias concordamos con los autores que la enseñanza tradicional no favorece el razonamiento científico y dado que este no se adquiere de manera espontánea es esencial trabajar metodologías de enseñanza activas que involucren a los estudiantes en su desarrollo, con la guía del profesor.

Las tres metodologías activas empleadas, influyeron positivamente en mejorar el desarrollo del razonamiento científico, esto implicó que estudiantes con pensamiento empírico-deductivo al iniciar la intervención, evolucionaron hacia un razonamiento de transición, evidenciado por un incremento de un 8,7% en los alumnos que utilizaron la metodología de Aprendizaje Colaborativo, un 21,3% con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas y un 10,7% con la metodología de indagación. Por otra parte, se observó un incremento de los alumnos que alcanzaron un pensamiento hipotético-deductivo al finalizar la intervención, lo que se evidenció en un incremento de 8,7% con aprendizaje colaborativo, un 10,8% los alumnos que trabajaron con ABP y un 7,1% los que trabajaron con indagación.

Al contrastar la eficacia de las distintas metodologías sobre el desarrollo del razonamiento científico, todas mejoran esta habilidad de pensamiento, sin embargo, avanzar hacia el estadio de razonamiento hipotético-deductivo para estos conceptos es más efectivo con la metodología de ABP, seguido por indagación y finalmente aprendizaje colaborativo.

Los resultados indican la positiva influencia de las metodologías Aprendizaje Colaborativo AC, Aprendizaje Basado en Problemas ABP e indagación sobre el rendimiento académico obtenido por los alumnos al final de la investigación, demostrando que existió una diferencia estadísticamente

significativa a favor del grupo 3 que trabajó con aprendizaje basado en indagación y el grupo 1 que lo hizo con Aprendizaje Colaborativo (AC) en relación al grupo 2, que trabajó con Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

De acuerdo con Pérez-Landazábal, Otero y Grupo ACCEM (2011) la mayoría de estudiantes concluyen la Educación Secundaria sin haber desarrollado el razonamiento científico al ingresar a las universidades de España e Iberoamérica, por lo que es necesario promover el uso de metodologías activas para el desarrollo del razonamiento científico desde el ingreso a primer año de la Educación Secundaria, puesto que resultados obtenidos en las unidades trabajadas en esta investigación verifican una evolución estadísticamente significativa con la renovación metodológica implementada.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos al aplicar el “Test de Lawson” para la Evaluación del razonamiento científico”. Los alumnos de los tres grupos en el pre-test, se ubican mayoritariamente en estadio de razonamiento empírico-deductivo y transición. Al comparar los resultados entre el pre-test y el post-test con cada una de las metodologías activas aplicadas, se evidencia que contribuyeron positivamente al aumento del razonamiento científico de los estudiantes, sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significativas en el estadio empírico-deductivo y de transición, pero si en el estadio hipotético-deductivo. Lo que se corrobora con la prueba de Mc-Nemar que arroja un estadístico $\chi^2 = 10,33$ y un nivel de significancia $p = 0,0013$, para aprendizaje significativo, en el grupo de aprendizaje basado en problemas el $\chi^2 = 11,33$ y un nivel de significancia $p = 0,0009$ y finalmente para el aprendizaje basado en indagación el $\chi^2 = 22,04$ y un nivel de significancia $p = 0,0000$, lo que es altamente significativo. De lo cual se deduce que la metodología más eficaz para el desarrollo del razonamiento científico es la indagación.

Con respecto a la eficacia de las tres metodologías en el rendimiento académico se puede plantear las siguientes aseveraciones de conocimiento: i) el aprendizaje colaborativo e indagación son metodologías que presentaron mayor eficacia en el aprendizaje; ii) lo que se corrobora con la prueba de Kruskal-Wallis que establece un $H = 4,2$ que implica diferencias entre las metodologías; iii) Según la prueba de Tukey se establece que la metodología más efectiva es Aprendizaje Colaborativo respecto Aprendizaje Basado en Problemas, e indagación respecto al ABP; iv) Contrastando el Aprendizaje Colaborativo e indagación no se evidencian diferencias estadísticamente significativas.

Desde nuestra experiencia se puede aseverar que la implementación de metodologías activas influye positivamente en el razonamiento científico y en el rendimiento académico de los estudiantes de Secundaria, lo que nos insta a promover su uso a otras asignaturas de ciencias y matemáticas.

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

- Abd-El-Khalick F., Boujaoude S., Duschl R., Lederman N. G., Mamlok, Naaman R., Hofstein A., Niaz M., Treagust D., Tuan H. L. (2004) Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education* 88 (3), 397-419.
- Aleixandre, M. P. J., Pérez, V. Á., y Lestón, J. M. L. (2017). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, (36).
- Aguilar, M., Navarro, J., López, J, y Alcalde, C. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*, 14(2).
- Ates, S., y Cataloglu, E. (2007). The effects of students' reasoning abilities on conceptual understandings and problem-solving skills in introductory mechanics. *European Journal of Physics*, 28(6), 1161.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*.
- Bell, P., Bricker, L., Tzou, C., Lee, T., and Van Horne, K. (2012). Exploring the science framework; Engaging learners in science practices related to obtaining, evaluating, and communicating information. *Science Scope*, 36(3), 18-22.
- Benford, R., y Lawson, A. (2001). Relationships between effective inquiry use and the development of scientific reasoning skills in college biology labs (Arizona State University, Tempe, AZ, 2001); Educational Resources Information Center (ERIC) accession no. ED456157.
- Berland, L., Schwarz, C., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A., y Reiser, B. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082-1112.
- Bruffee, K. A. (1995). Sharing our toys: Cooperative learning versus collaborative learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 27(1), 12-18
- Bruffee, K. A. (1999). *Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge* (2nd ed.). Baltimore: John Hopkins University Press.
- Campbell, D. y Stanley, J. (1996). *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. Sexta edición, Buenos Aires, Argentina: Editorial Amorrortur.
- Cañal P., Criado A., García-Carmona A., Muñoz G. (2013) La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación en la Escuela* 81, 21-42.

- Coletta, V. P., y Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182.
- Coletta, V. P., Phillips, J. A., y Steinert, J. J. (2007). Why you should measure your students' reasoning ability. *The Physics Teacher*, 45(4), 235-238.
- Demir A., Abell S. (2010) Views of inquiry: Mismatches between views of science education faculty and students of an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching* 47 (6), 716-741.
- Diff, K., y Tache, N. (2007). From FCI to CSEM to Lawson Test: A report on data collected at a community college. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 951, No. 1, pp. 85-87). AIP.
- Duit, R, y Treagust, D. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational leadership*, 43(2), 44-48.
- Figueroa, B., y Aillon, M. (2015). Escritura académica de un ensayo mediado por el aprendizaje colaborativo virtual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)* ,41(1), 79-91.
- Ferrés C., Marbà A., Sanmartí N. (2015) Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12 (1), 22-37.
- Gil, D., y Martínez-Torregrosa, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 131-146.
- Gros, B. (2000). *El ordenador invisible*. Barcelona: Gedisa.
- Herbel, M., Schnersch, A., Siracusa, P., y Raviolo, A. (2000). Desarrollo de razonamientos científicos en la formación inicial de los maestros. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (38), 129-140.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México.
- Herrera, E., y Sánchez, I. (2009). Unidad didáctica para abordar el concepto de célula desde la resolución de problema por investigación. *Revista Paradigma*, 30(1), 63-85.
- Johnson, D., Johnson, R., y Johnson, E. (1995). *Los nuevos círculos de aprendizaje colaborativo en el salón de clases y en la escuela*. Alexandria, Virginia: EE.UU. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kang N., Orgill M., Crippen K. (2008) Understanding teachers' conceptions of classroom inquiry with a teaching scenario survey instrument. *Journal of Science Teacher Education* 19 (4), 337-354.
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry* (pp. 99-117). Rotterdam: Sense Publishers
- Kolmos, A. (1996). Reflections on Project work and problem based learning. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 141-148.
- Kuhn, D. (1997). Constraints or Guideposts? Developmental Psychology and Science Education. *Review of Educational Research*, 67(1), pp. 141-150.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. wadsworth publishing company.

- Mayer, R. E. (2002). *Psicología de la educación: el aprendizaje en las áreas de conocimiento* (Vol. 2). Pearson Educación.
- McDemontt LC, Shaffer PS. (2001). *Tutoriales para física introductoria*; Prentice Hall, Buenos Aires
- Ministerio Educación. (2015). Bases Curriculares 7° básico a 2° medio Disponible en: <https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2017/07/Bases-Curriculares-7%C2%BA-b%C3%A1sico-a-2%C2%BA-medio.pdf> Acceso en: 05/04/2018
- Novak, J., Gowin, D., y Otero, J. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca. (pp. 117-134). Barcelona.
- Ocelli, M., y Abad, J. (2010). Formación de docentes a través de la resolución de un problema biotecnológico en un ambiente de aprendizaje colaborativo mediado por computadora. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 1(1), 37-49.
- Osborne, J. (2011). Science teaching methods: a rationale for practices. *School Science Review*, 93(343) 93-103.
- Papalia, D., Wendkos, S. y Duskin, R. (2005). *Psicología del desarrollo: De la Infancia a la adolescencia*, Cap. 11, Desarrollo psicosocial en la niñez temprana. Novena ed. México: Editorial McGraw-Hill.
- Paul, R. (1992). Critical thinking: What, why, and how. *New directions for community colleges*, 1992(77), 3-24.
- Pedaste M., Mäeots M., Siiman L, De Jong T., Van Riesen S., Kamp E., Constantinos C., Zacharias C. y Tsourlidaki, E. (2015) Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review* 14, 47-61.
- Piaget, J. (1973). *Psicología genética*. Buenos Aires: EMECÉ Editores.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1997). *Psicología del niño* (Vol. 369). Ediciones Morata.
- Pozo, J., y Carretero, M. (1987). Del Pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la Ciencia?. *Infancia y aprendizaje*, 10(38), 35-52.
- Prueba de Selección Universitaria DEMRE, (2016). Disponible en: <http://www.psu.demre.cl/publicaciones/listado-2016>. Acceso en: 03/03/2018
- Renner, J. W., y Lawson, A. E. (1973). Promoting intellectual development through science teaching. *Physics Teacher*, 11(5), 273-276.
- Ribeiro, L. y Mizukami, M. (2005). Problem-based learning: a student evaluation of an implementation in postgraduate engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 137–149.
- Romero-Ariza M. (2017) El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 286-299.
- Ruiz-Estrada, H., Fuchs-Gómez, L. y Raggi, G. (2007). El desarrollo del pensamiento científico de los ingresantes a las licenciaturas de la FCFM- BUAP y su adaptación a los estudios. III Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia (págs. 1-6). Puebla: CIATEC.
- Said, S, Mahamd, A., Mekhilef, S. y Rahim, N. (2005). Implementation of the problem-based learning approach in the Department of Electrical Engineering, University of Malaya. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 129–136.
- Saiz, C. y Nieto, A. (2002). Pensamiento crítico: capacidades y desarrollo: *conceptos básicos y actividades prácticas*, 15-19. Madrid: Pirámide.

- Sánchez, J. M. (2008). ABP: aplicación del "Aprendizaje Basado en Problemas" a la docencia de las asignaturas de Bioquímica y Biología Molecular. *Iniciación a la investigación*, 3 (27): 1-8.
- 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. Revista chilena de ingeniería*, 17, (1): 27-41.
- Sánchez, I. (2012). Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. *Formación universitaria*, 5(5), 51-65
- 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.
- Seung E., Park S., Jung J. (2014) Exploring preservice elementary teachers' understanding of the essential features of inquiry-based science teaching using evidence-based reflection. *Research in Science Education* 44 (4), 507-529.
- Toma R. B., Greca I. M., Meneses-Villagrà J. Á. (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 441-457.
- Vigotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores Editorial Grijalbo. *Barcelona, España*.
- Zañartu, L (2003) *Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal en red*. En Contexto Educativo, Revista digital de Educación y nuevas Tecnologías. Disponible en <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=139860>.

Autores:

Dr. Iván Ramón 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. Se desempeña como docente de Física en curso de pregrado y en postgrado en cursos de Didáctica, Evaluación de las ciencias y Metodología de la investigación, E-mail: isanchez@ubiobio.cl

Dra. Edith Herrera San Martín.

Académica de Didáctica de las ciencias y Evaluación de la Especialidad de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales Mención Biología o Física o Química de la Facultad de Ciencias de la Educación, en la Universidad del Bio Bio, Campus Chillan, Chile. Sus principales líneas investigación se encuentran en la enseñanza de la Biología, formación de profesores, indagación, aprendizaje basado en problemas. e-mail: eherrera@ubiobio.cl

M-Sc. Yohanna Gutiérrez Monsalve.

Profesora de Biología, Director Departamento de Ciencias Experimentales, Saint John's School San Pedro de la Paz, Magister en Enseñanza de las Ciencias Mención Biología. Sus principales trabajos de investigación son en la búsqueda de mejorar el proceso de enseñar y aprender en biología, a través de metodología activa como la indagación, la resolución de problemas en genética y el aprendizaje basado en problemas, ygutierrez@stjohns.cl