

El aprendizaje cooperativo en la comprensión del contenido “disoluciones”. Un estudio piloto

Juan Carlos Madrid,¹ Marcela Arellano,¹ Roxana Jara,¹ Cristian Merino¹ y Emilio Balocchi²

ABSTRACT (Cooperative learning in “Solutions” contents understanding. A pilot study)

This study is part of the implementation of a cooperative learning strategy for the teaching of “chemical solutions” to 15-year-old students. The proposal examines the active construction of knowledge through social interaction and the subject content, with emphasis on the experimental activity developed in the classroom. Results show that a significant number of students were able to apply theoretical knowledge to the studied phenomena, which is reflected in the applied assessments.

KEYWORDS: teaching, cooperative learning, chemistry teaching

I. Introducción

Los objetivos para la educación científica para el siglo XXI están cambiando (OCDE, 2006). Particularmente, los sistemas educativos en Latinoamérica están siendo sometidos a nuevas exigencias de la globalización de la economía, que exige a los países elevar su competitividad (incrementar la productividad y agregar valor a los productos de exportación); es un cambio de paradigma mediante el cual la sociedad ha evolucionado, adentrándose en una etapa postindustrial. Estos cambios se pueden evidenciar, en primer lugar, observando que el conocimiento y la creatividad son fundamentales para generar permanentemente nuevos productos y servicios, y en segundo lugar, por la rápida obsolescencia del conocimiento que relega a un segundo plano los contenidos, para privilegiar los procesos formales o conductuales que son necesario manejar para el ‘aprender a aprender’, como vía para el desarrollo social y del individuo (Tedesco y López, 2002).

No obstante, en el campo de la enseñanza, el documento “Los desafíos de la educación chilena frente al siglo XXI” del Comité Técnico Asesor del Diálogo Nacional sobre la Modernización de la Educación Chilena (Editorial Universitaria, 1994) —designado por el presidente de la República (de esa época)—, señala: “Los modelos pedagógicos que se ocupan siguen insistiendo en la clase expositiva, desprovista de encanto, saturada de conocimientos desvinculados de los verdaderos intereses de los jóvenes que la perciben como algo arcaico, tedioso, inscrito en el área de las obligaciones que deben cumplirse con las cuotas mínimas de entusiasmo y de energía, lo que en definitiva propicia una actitud pasiva y una atrofia del pensamiento innovador, activo,

divergente”. Asimismo, destaca en el apartado sobre Aspectos Curriculares, específicamente en referencia a Competencias Esenciales (p. 81), que una competencia esencial a adquirir por los educandos es la relacionada con aptitudes cognitivas, es decir: “Pensar de modo creativo; solucionar problemas; usar la imaginación; saber aprender a razonar; utilizar los conocimientos adquiridos para resolver problemas; emplear procedimientos adecuados para obtener información pertinente, organizarla y tomar decisiones”.

En el mismo documento, en su capítulo Formación de Docentes (p. 97) señala: “Es una condición imprescindible para mejorar la enseñanza postobligatoria, contar con docentes preparados en el más alto nivel posible para impartir los cursos de formación general y aquéllos con una neta formación académica”. Además, en el apartado Misión Esencial del Educador (p. 106) puntualiza que “se requiere que el docente posea un adecuado manejo de las competencias docentes y las destrezas requeridas para organizar el aprendizaje de sus alumnos; un sólido conocimiento de las materias que le corresponde enseñar; una comprensión de los procesos de desarrollo de los niños y adolescentes, y la habilidad de motivarlos en la sala de clases, de trabajar en equipo con los demás docentes del establecimiento”.

La visión actual acerca de cómo ocurre el aprendizaje —según la cual éste es entendido como una construcción y reconstrucción del conocimiento por parte de los alumnos— se contrapone con lo que sucede en ciertas aulas (González-Weil *et al.*, 2009). En este sentido el ajuste al currículo de ciencias en el año 2009, realizado por el Ministerio de Educación, intenta superar las carencias detectadas en el sistema educativo nacional y hace suyas las aspiraciones que el documento referido propone para la educación chilena.

Por otra parte, en el encuentro denominado Chile-Ciencia 2000 —desarrollado en Santiago—, se propuso en el punto 17: “Introducir una educación científica contextualizada y significativa”, es decir, hacer realidad la transformación prevista por los decretos DL40 y DL 220 del Ministerio de Educación. Este esfuerzo implica la participación coordi-

¹ Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
E-Mail of the corresponding author: marellan@ucv.cl

² Universidad de Santiago de Chile, Chile.

Fecha de recepción: 27 de septiembre de 2012.

Fecha de aceptación: 27 de febrero de 2013.

nada del Estado, los profesores, la comunidad científica, las universidades y los privados. El desafío para los docentes es cómo promover “una enseñanza activo-participativa en donde se incentive la labor experimental, complementando la enseñanza de los principios básicos”.

En este escenario surge el desafío de desarrollar estrategias de enseñanza eficaces centradas en el estudiante como actor principal de su aprendizaje, y que puedan aplicarse en la mayoría de los establecimientos educacionales de enseñanza media, que cuenten con un equipamiento mínimo. En general, pese a que en el currículo y en documentos ministeriales está explicitada la recomendación de considerar un enfoque cooperativo en la enseñanza de las ciencias, aquélla es ignorada en la mayoría de las aulas de ciencias. El proyecto FONDECYT (1070051), Estudio de las variables “intervención sistemática del profesor” y “organización grupal” en la eficacia de un método basado en el aprendizaje cooperativo para la asignatura de química en la educación media, tuvo como propósito contribuir al desarrollo de este tipo de estrategias. Este trabajo propone la aplicación y evaluación de una estrategia de enseñanza que comprometa la participación activa del alumno y que conjugue en forma original los siguientes componentes: el estudio cooperativo en el aula; el uso de material didáctico impreso desarrollados *ad hoc* y actividades experimentales. El estudio fue realizado en un colegio particular subvencionado de Viña del Mar, Chile, en la asignatura de Química, en un tercer año medio (estudiantes entre 15 y 16 años).

II. Marco de referencia

II.1 El estudio cooperativo: una visión desde la educación química

El aprendizaje cooperativo es uno de los enfoques que permite la construcción activa del conocimiento. Se entiende como tal a un conjunto de métodos de enseñanza que requieren la participación ‘activa’ de los docentes y estudiantes. Se dice que es ‘activa’ ya que en lugar de que se ‘transmita’ el conocimiento químico como producto, se adquiere durante el proceso, a través de las interacciones alumno-alumno y alumno-docente (Paulson, 1999). Se ha constatado que la investigación en educación química ha aportado evidencias sobre la influencia positiva del aprendizaje cooperativo y de las interacciones entre pares para el desarrollo de la cognición y del pensamiento (Francisco, Nicoll, y Trautman, 1998). De igual manera se desarrollan habilidades comunicativas a través del diálogo, discusiones y controversias. Los estudiantes aprenden para ayudar y contribuir al desarrollo de sus compañeros, es decir, en el desarrollo del grupo (Kovac, 1999).

El estudio o aprendizaje cooperativo es una técnica instruccional que se caracteriza por el trabajo en grupos pequeños de los alumnos en el desarrollo de una tarea estructurada. Entre sus ventajas, Balocchi, Martínez y Cerón (1997), destacan que los estudiantes se hacen responsables

de su propio aprendizaje; desarrollan habilidades de orden superior y promueve en ellos actitudes positivas hacia el tema de estudio. De acuerdo con Johnson & Holubec (1999), los componentes esenciales del aprendizaje cooperativo son: interdependencia positiva, interacciones cara a cara de apoyo mutuo, responsabilidad individual y grupal, destrezas interpersonales y habilidades sociales y autoevaluación frecuente del funcionamiento del grupo.

En otro trabajo, llevado a cabo por Kogut (1997) en una investigación con alumnos de ingreso en la asignatura de química general en una universidad estadounidense, se concluye que el aprendizaje cooperativo en química es posible y deseable, y que es una técnica valiosa porque al menos aumenta el tiempo que los estudiantes se entregan al estudio de la asignatura, además de que les incentiva a ayudarse unos a otros. Basili y Sanford (1991) resaltan, por otra parte, que el aprendizaje cooperativo contribuye al desarrollo de habilidades sociales pues da oportunidades a cada integrante del grupo para expresar su propio punto de vista, clarificar su pensamiento y señalar sus dudas.

Tobin (1988) agrega que la oportunidad de aprender implica, entre otras cosas, que los estudiantes tengan tiempo para reflexionar en su propio conocimiento; para clarificar el conocimiento adquirido, y para elaborar sobre este conocimiento, es decir, utilizar estrategias metacognitivas. Coincidimos en que el aprendizaje es una empresa personal, cada estudiante necesita tener un conjunto de experiencias que tomen en cuenta su conocimiento previo y la forma en que ellos internalizan o le dan sentido al conocimiento científico. Consecuentemente, el profesor juega un rol activo en la promoción de un ambiente apropiado en la sala de clases, en el cual los estudiantes puedan obtener y procesar información y desarrollar conocimiento significativo acerca de la ciencia.

II.2 El desarrollo de actividades experimentales en la sala de clases

En cuanto al currículo de la enseñanza media de Chile, se establece que la química sea enseñada entre primero y cuarto medio (14-17 años) y la enseñanza del contenido en estudio, “Disoluciones”, sea abordado en el programa de segundo año medio (15 años). Algunas investigaciones en la disciplina en nuestro país muestran las carencias de los estudiantes para desenvolverse de forma autónoma en un laboratorio de química (Arellano *et al.*, 2008; Arellano y Lazo, 1999; Balocchi *et al.*, 2004). Estudios similares revelan falencias en los niveles de comprensión y aplicación, es decir, el conocimiento predominante de la mayoría de los estudiantes está en el nivel de reconocimiento y de reproducción (Garritz *et al.*, 2005).

Huisman R. y Louters L. (1999) señalan que, básicamente, el desarrollo de experiencias de laboratorio en el aula es un recurso que ayuda a los estudiantes a visualizar descripciones abstractas en forma concreta, además de que permite relacionar la teoría con la realidad. Indica que es un medio

de enseñanza útil, ya que ilustra los conceptos y principios químicos oportunamente —es decir, en el mismo momento en que se están estudiando—, motiva al estudiante a participar activamente, estimula el pensamiento crítico, el uso de teorías para explicar los fenómenos desarrollados en clase y mejora la capacidad de observación.

Sin embargo, Carrascosa, Gil y Vilches (2006) plantean que una práctica de laboratorio que pretenda aproximarse a una investigación ha de dejar de ser un trabajo puramente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales. Uno de estos aspectos a integrar lo constituyen los problemas científicos. En esta misma línea, una práctica debiese presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado con objeto de que los estudiantes puedan tomar decisiones para precisarlas y entrenarse, así, en la transformación de situaciones problemáticas abiertas en problemas precisos.

Siendo la capacidad para resolver problemas una competencia de pensamiento científico valiosa de desarrollar en los alumnos (Quintanilla, 2006), una estrategia que se apoya en el desarrollo de experiencias de química coadyuvaría a su logro pues permite una gran interacción profesor-alumno y alumno-alumno; esto facilitaría un aprendizaje sólido de conceptos y principios que es, según Herron (1996), la base en la que se sustenta la resolución de problemas. Por otra parte, Slavin (1996) señala que el desarrollo de estas actividades experimentales puede contribuir a hacer más interesante y clara la presentación de un tema. Asevera que esta característica motiva al estudiante a comprometerse en el desafío de aprender con la certeza de que va a lograrlo. También advierte que la actividad experimental tiene el gran valor de promover una atmósfera de conversación interactiva en el aula entre el profesor y el alumno. Advierte que todo medio puede ser mal utilizado y, por lo tanto, es necesario evaluar previamente los experimentos de modo que sean los más efectivos y adecuados, ya que pueden constituirse en elementos que entorpezcan el aprendizaje.

Un hecho esclarecedor de la importancia de la utilización de este recurso es que el *Journal of Chemical Education* incluye, desde hace unos 10 años, una sección donde se muestran experimentos de laboratorio a desarrollar en la sala de clases, para apoyar el aprendizaje de diferentes materias.

III. Metodología

Este estudio piloto se desarrolla desde una perspectiva cualitativa descriptiva. La aplicación de la estrategia se realiza en un colegio subvencionado de Viña del Mar (Quinta Región, Chile) que atiende principalmente a varones pertenecientes al sector socioeconómico medio.

La muestra es de tipo intencionada y el curso seleccionado fue el tercer año B, que a juicio de la profesora es un buen curso en cuanto a rendimiento, aunque presenta algunos problemas de disciplina. Participan 27 alumnos distribuidos en seis grupos de cuatro integrantes y uno de tres. Cada grupo eligió un nombre para el equipo. Los grupos se forman

heterogéneamente de acuerdo con los resultados de una prueba inicial (diagnóstico). A los componentes de cada grupo se les suministra un cuadernillo-guía de trabajo con las tareas específicas, y una caja por grupo que contiene los materiales, los reactivos y accesorios para desarrollar las actividades experimentales en el aula.

El trabajo se lleva a cabo en tres etapas señaladas a continuación.

a) **Primera etapa: diseño y elaboración del medio instruccional impreso.** Se confecciona un cuadernillo en el cual se presentan los contenidos, las actividades experimentales, preguntas y ejercicios relacionados con el tema. Este material es personal y cumple la función de regular el ritmo de trabajo de los alumnos, dejando libertad al profesor para apoyar y seguir su progreso; además, se construyen los instrumentos de evaluación. Para desarrollar el medio escrito en forma ordenada se utiliza el modelo de diseño sistemático de instrucción de Dick y Carey (1996). Su objetivo es garantizar que los medios se desarrollen tomando en cuenta: las características de los alumnos, el análisis de la meta de instrucción, y el desarrollo de instrumentos de medición idóneos que garantice que la selección de las actividades sea adecuada y que se programe la evaluación formativa de los materiales desarrollados.

El cuadernillo-guía de trabajo incluye como primera parte la *Introducción*, que da cuenta de los aspectos esenciales del método de estudio, organización del grupo, recomendaciones y medición de logros. Como segunda parte, la *Iniciación al trabajo experimental* comprende la descripción de los componentes del *kit* de recursos experimentales, normas de seguridad y disposición de los residuos. La tercera parte comprende las *Actividades a desarrollar* y cuestionarios. Hay zonas en blanco en el cuadernillo-guía para que los estudiantes escriban sus propias observaciones, explicaciones, ecuaciones químicas, análisis de los resultados experimentales y conclusiones.

b) **Segunda etapa: aplicación.** Se implementa el estudio en el marco del aprendizaje cooperativo, utilizando el mismo número de horas que el programa indica, el mismo horario y la misma sala de clases asignada al curso a principio de año.

Con el propósito de inducir a los alumnos al aprendizaje cooperativo en grupos pequeños, se consideran seis actividades, no relacionadas con química; éstas son seleccionadas para dar lugar a una valiosa interacción para desarrollar gradualmente las habilidades características del aprendizaje cooperativo. Estas actividades, el orden en que se presentan, el tiempo dado, más las instrucciones correspondientes, constituyen la estrategia de inducción al estudio cooperativo. La estrategia fue sometida a juicio de expertos, luego de lo cual, con las modificaciones sugeridas, fue aplicada. La implementación considera tres sesiones de 90 minutos cada una y es conducida por un psicólogo social que participa en su desarrollo.

Las actividades son: 1) Conociéndose: los alumnos se entrevistan unos a otros y se presentan dentro del grupo;

2) Dándose un nombre: los grupos adoptan un nombre; 3) Analizando información: se analiza información extraída de diarios con respecto a las características que solicitan los empleadores del personal a contratar; 4) Misión espacial: se presenta un problema a solucionar que implica la toma de decisiones; 5) Carrera de autos: se presenta un desafío de ubicar la posición de largada de diferentes autos, y 6) Tangram: plantea el desafío de formar figuras conociendo su silueta usando un rompecabezas chino. Se desarrollan las actividades según las finalidades descritas a continuación.

Actividad 1. Las habilidades desarrolladas son las interacciones cara a cara, en el momento de presentarse al grupo, la tendencia es descubrirse como nuevos compañeros de grupo, lo que caracteriza la formación de un grupo cooperativo. La auto evaluación en el cuestionamiento constante de datos memorizados como, nombres, apellidos, hobbies etc.; además de las habilidades interpersonales y sociales enfocadas al desarrollo de una actitud de equipo (tiempo: 10 minutos.)

Actividad 2 El hecho de asignarse un nombre les confiere un identidad propia, donde sus logros se expresan como tales; su beneficio es el apoyo que tendrán como equipo, respetando y discutiendo opiniones, de manera que desarrollan habilidades comunicadoras y destrezas interpersonales (tiempo: 10 minutos).

Actividad 3. Se desarrollan las destrezas interpersonales y habilidades sociales; también se evidencia la responsabilidad personal y grupal (tiempo: 30 minutos).

Actividad 4. Se desarrolla la responsabilidad individual y grupal, debido a que primero se realiza la actividad de forma personal y consecutivamente se realiza la tarea con el grupo. También se desarrollan habilidades personales y grupales, de comunicación e interpretación (tiempo: 30 minutos).

Actividad 5. Se desarrolla la habilidad interdependencia positiva, ya que estimula y concretiza la intensa participación de los integrantes del grupo, generando líderes innatos que imponían sus ideas y opiniones sobre el orden de cada competidor de la carrera, jerarquizando su participación dentro del grupo. Además dentro de esta carrera se desarrolla una inusitada competencia entre los integrantes del grupo, discusión y acuerdos con cada una de las interacciones cara a cara que nutren la discusión. También se desarrollan inherentemente las destrezas interpersonales y sus habilidades comunicadoras con cada opinión sobre el orden de cada auto (tiempo: 30 minutos).

Actividad 6. Se desarrolla la interdependencia positiva debido a que el trabajo propone una evaluación a solo un integrante del grupo, la cual se traduce en potenciar habilidades personales, liderazgo y enfatiza la distribución de roles dentro del grupo. Además, se desarrollan habilidades de interacción cara a cara y autoevaluación frente a sus pares, por la presión de representar a todo el grupo (tiempo: 30 minutos).

Los datos de la evaluación de la estrategia antes descrita se recogieron aplicando los siguientes instrumentos: una pregunta individual para medir el grado de satisfacción con

la estrategia; un cuestionario de seis preguntas a responder en equipo, para detectar entre otras características, cómo se organizaron para abordar las actividades y qué dificultades y logros tuvieron como equipo. Se aplica al término de la última sesión. Estos datos se contrastaron con los obtenidos a través de la aplicación de un grupo focal, con una muestra representativa del curso.

Posteriormente a la inducción, se inicia el trabajo en el contenido disciplinar. Los grupos trabajan en forma independiente en las actividades, con el apoyo del docente cuando ellos lo solicitan o si él lo estima necesario. Las actividades experimentales que se desarrollan en la sala de clases cumplen la función de nexo entre los conocimientos previos y los nuevos. Estas actividades donde se manipulan reactivos, materiales e instrumentos consideran, entre otras, la medición de masas de sólidos y volúmenes de líquidos, la clasificación de la materia en elementos, compuestos, mezclas y su representación a escala atómica, la identificación de los componentes de una disolución, la medición de solubilidad y el reconocimiento de los factores que influyen en ella, incluyendo las fuerzas intermoleculares y la preparación de soluciones de una determinada composición usando diferentes unidades.

c) **Tercera etapa: evaluación.** Se determina el rendimiento alcanzado por los alumnos a través de la comparación con un estándar de logro. De esta forma se establece el grado en que los alumnos alcanzan los objetivos de la unidad y también aquellos objetivos llamados transversales implícitos en los contenidos.

III.1 Secuencia didáctica

La secuencia se implementa en la fase de aplicación y se inicia con el estudio y la diferenciación entre compuestos y mezclas. A partir de ello comienzan clasificando diferentes sustancias de uso diario (leche, shampoo, azúcar, pasta de dientes, etc.). Seguidamente el debate grupal se sitúa en los criterios de clasificación. A continuación se invita a cambiar de escala y pasar de la visión macroscópica a una visión microscópica de una mezcla mediante diagramas moleculares (actividad de representación). Posteriormente se continúa con actividades experimentales que permiten diferenciar las mezclas en homogéneas y heterogéneas, preparando algunas (arena y agua, agua y aceite, azúcar y agua). A continuación se desarrollan pruebas en el estudio de la gelatina constatando los alumnos que no se trataba de una mezcla homogénea como parecía ser sino un coloide. Para esto, hicieron pasar un haz de luz, utilizando una linterna, a través de la gelatina (efecto Tyndall). Los estudiantes, por medio de la dispersión de la luz, pudieron determinar que la gelatina no es homogénea, sino un sistema coloidal.

Finalmente se llega al debate en torno a los coloides, cerrando así las diferencias entre mezclas homogéneas y heterogéneas.

Con respecto a lo anterior, sabemos que a simple vista no se pueden distinguir las soluciones de los coloides, en forma tan precisa. En el momento de establecer si los coloides son

mezclas homogéneas o heterogéneas se presentan algunas dificultades. Algunos textos consideran a los coloides como mezclas homogéneas, dado que su fase dispersa no sedimenta. Para este trabajo consideramos que los coloides no son homogéneos en el sentido estricto del término, y que por el tamaño de sus partículas deben ser consideradas como suspensiones coloidales, como en el caso de la gelatina. Cuando se aborda el tema de mezclas se define a las disoluciones como mezclas homogéneas. Sin embargo, existen mezclas que a la vista presentan cierta homogeneidad, por ejemplo, la leche, la cual frecuentemente es considerada como una mezcla homogénea sin ser propiamente una disolución.

Dejando clara la idea de mezcla, las actividades experimentales consecutivas se centran en las disoluciones y sus componentes: soluto y solvente. En esta etapa los grupos centran su atención en la identificación de los componentes de una disolución entre etanol-agua, agua-azúcar, el estudio de la composición de la cerveza y otros ejemplos. Gradualmente se fue transitando de lo cualitativo a lo cuantitativo; con ello se introducen experimentalmente las unidades de medida correspondientes, que pueden ser, según corresponda: masa (g), volumen (mL o L), y cantidad (mol).

Dentro de la secuencia didáctica se realizan actividades experimentales variando las unidades que miden la composición de las disoluciones. Cada cierto número regular de actividades se realizan las llamadas “de desafío”, que consisten en la resolución de problemas, aplicando las ideas anteriormente tratadas. Luego se da paso a actividades que se orientan hacia la noción de composición de una disolución (relación cuantitativa entre soluto y solvente) expresadas en términos de porcentaje masa-masa, masa-volumen, volumen-volumen, molaridad y molalidad. Una vez que los estudiantes logran expresar la composición de una disolución usando diferentes unidades interpretando su significado, los grupos de trabajo están en condiciones de llevar a cabo la actividad experimental de preparación de disoluciones. Para ello, comienzan a usar la balanza e instrumentos de medición volumétricos (pipetas, matraces de aforo).

Culmina el ciclo de actividades experimentales de nueve sesiones, con situaciones que hacen referencia a disoluciones extremadamente diluidas, revisando unidades de conversión y proporción en el tratamiento de la expresión partes por millón (ppm). Con problemas de contexto, como por ejemplo, sobre contaminación, se finaliza el cuadernillo y el trabajo experimental en los siete grupos de trabajo.

En cada actividad los grupos completan por escrito sus cuadernillos. Identifican los diferentes puntos de contacto entre el material didáctico y observaciones realizadas clase a clase. De esta forma el cuadernillo de trabajo es una herramienta para el aprendizaje de la química, ya que incentiva los procesos de pensamiento y los conceptos implícitos en las explicaciones.

Los representantes de cada grupo publican sus resultados en la pizarra, proporcionando una visión general de los resultados de todos los grupos.

III.2 Proceso evaluativo y descripción de los instrumentos

La evaluación de los aprendizajes logrados considera cinco momentos: una evaluación diagnóstica, dos formativas, una sumativa coeficiente 1 y una sumativa coeficiente 2, las cuales dan cuenta del aprendizaje logrado por los estudiantes al inicio, durante el proceso y al final.

Al inicio de la implementación de la estrategia de enseñanza se realiza una evaluación diagnóstica a modo de indagar los conocimientos previos de los alumnos, como también algunas nociones estudiadas en cursos anteriores. Ésta consta de seis preguntas de tipo asociación y resolución de problemas.

A medida que los estudiantes avanzan en el cuadernillo se realizan las evaluaciones formativas, cuyo propósito es obtener información sobre el progreso y las dificultades de los estudiantes.

Las dos evaluaciones sumativas tienen la estructura mostrada en la tabla 1.

Evaluación sumativa coeficiente 1. Grupal	Evaluación sumativa coeficiente 2. Individual
<ul style="list-style-type: none"> • 1 pregunta de reconocimiento de las propiedades de una disolución. • 3 preguntas de aplicación de % m/m. • 1 pregunta de % m/V. • 2 preguntas de relación de densidades. • 4 preguntas de relación entre densidad y % m/m. • 1 pregunta de relación entre densidad, volumen y % m/m. • 3 preguntas de aplicación de molaridad. • 1 pregunta de relaciones de concentración • 2 preguntas de unidades de concentración en una disolución iónica. • 2 preguntas de relación entre molaridad y volumen. • 1 pregunta de aplicación de molalidad. • 1 pregunta de relación entre densidad, molaridad y % m/m. • 4 preguntas de relación entre molalidad y densidad. • 2 preguntas de análisis e interpretación de información, desde gráficos y tablas. • 1 pregunta de extrapolación acerca de la variación de la cantidad de solvente. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 preguntas de reconocimiento de propiedades de una disolución. • 1 pregunta de reconocimiento de soluto y solvente en una disolución. • 1 pregunta de reconocimiento de una disolución. • 3 preguntas de aplicación del % m/m. • 2 preguntas de aplicación de % m/V. • 1 pregunta de aplicación de % V/V. • 1 pregunta de relación entre volumen y % V/V. • 1 pregunta de relaciones de densidad. • 1 pregunta de relación entre densidad y % m/m. • 7 preguntas de relaciones de concentración. • 1 pregunta de relaciones de concentración másica. • 1 pregunta de relación entre densidad y concentración másica. • 3 preguntas de aplicación de molaridad. • 1 pregunta de concentración en disolución iónica. • 1 pregunta de molalidad. • 2 preguntas de relación entre molaridad y volumen. • 3 preguntas de análisis e interpretación de información.

Tabla 2. Diagnóstico grupo curso.

Conocimiento/Habilidad		Nº Pregunta	% que alcanza el conocimiento descrito N = 27
Aprendizaje previo	1. Reconocer elemento	1	100 %
	2. Reconocer compuesto		100 %
	3. Reconocer mezclas		85 %
	4. Justificar elemento		70 %
	5. Justificar compuesto		70 %
	6. Justificar mezcla		44 %
	7. Interpretar densidad	2	70 %
	8. Calcular el % m/m de una disolución	3	100 %
	9. Calcular el % m/V de una disolución		30 %
	10. Calcular la molaridad de una disolución		0 %
	11. Calcular volumen de solvente a partir de % V/V	4	41 %
	12. Calcular la molalidad de una disolución	5	0 %
	13. Calcular la fracción molar de soluto en una disolución		0 %
	14. Expresar en ppm la composición de una disolución		0 %
	6		0 %

III. 3 Instrumentos de evaluación

La calificación es la expresión del rendimiento académico, es decir, la información que se obtiene de los procedimientos evaluativos. Ésta recoge información directa o indirecta, pero sistemática sobre los comportamientos estudiantiles. Se considera tener presente los criterios de validez concurrente, consecuencial y de predicción. La validez de los instrumentos es lograda en cuanto el constructo reproduce la actividad mental que se quiere evaluar, en este caso sobre las disoluciones. Debido a esto se enfatiza en definir claramente los indicadores de dominio que se desean evaluar, y los comportamientos que son indicadores de éstos.

IV. Resultados

IV.1 Evaluación diagnóstica

Los resultados de la evaluación diagnóstica evidencian que los estudiantes poseen nociones de: elementos, compuestos, mezclas y sus propiedades físicas y químicas, densidad y propiedades cuantitativas y cualitativas de disoluciones (entre un 70% y 100%). Sin embargo, se observa que en el desarrollo de problemas de unidades de concentración de disoluciones no se aprecian nociones de los prerrequisitos (entre 0% y 40%) (tabla 2).

Estos resultados fueron importantes como prerrequisito para iniciar la unidad, usando como estrategia fundamental el trabajo cooperativo con apoyo del cuadernillo.

IV.2 Evaluaciones formativas I y II

Los resultados muestran que la mayoría de los aprendizajes esperados se logran en un 100%, excepto en los relacionados con definición de una disolución, unidades de conversión, descripción de la preparación de una disolución y cálculos de la cantidad en gramos de soluto y disolvente que

son de un 85%. En ambas evaluaciones los resultados alcanzados evidencian progreso en los aprendizajes esperados de los conceptos a estudiar (tablas 3 y 4).

IV.3 Evaluaciones sumativas grupal e individual

A continuación se analizarán los resultados más significativos, luego de aplicados los instrumentos.

Tabla 3. Evaluación formativa I.

Aprendizajes esperados	Nº pregunta	% de alumnos
Señalar la composición de un elemento	1	100 %
Señalar la composición de un compuesto		100 %
Señalar la composición de una mezcla		100 %
Reconocer elemento		100 %
Reconocer compuesto		100 %
Reconocer mezcla		100 %
Justificar elemento		100 %
Justificar compuesto		100 %
Justificar mezcla		100 %
Definir disolución	2	85 %
Definir mezcla homogénea		100 %
Definir mezcla heterogénea		100 %
Definir soluto		100 %
Definir solvente		100 %
Reconocer el soluto, indicando su estado.	3	100 %
Reconocer el disolvente, indicando su estado.		100 %
Representación a escala atómica de una mezcla homogénea		100 %
Representación a escala atómica de una mezcla heterogénea		100 %

Tabla 4. Evaluación formativa II.

Aprendizajes esperados	Nº pregunta	% de alumnos
Interpretación cuantitativa de la composición de una disolución comercial, a través del análisis de su etiqueta	I	100 %
	1	
Calcular la masa en gramos de soluto presente en un producto comercial, cuya composición se expresa en % V/V		100 %
Usar unidades de conversión		85 %
Reconocer soluto y disolvente	II	100 %
Calcular la masa de soluto presente en un volumen de disolución	2	
Describir los pasos para preparar cuantitativamente una disolución	III	85 %
Calcular la cantidad en gramos de soluto y disolvente para preparar una disolución cuya composición está expresada en % m/m	3	
Calcular la cantidad en gramos de soluto y disolvente para preparar una disolución cuya composición está expresada en % m/m		85 %
Calcular el volumen necesario para preparar una disolución cuya composición está expresada en molalidad		100 %

En el gráfico 1 se aprecia que las preguntas del objetivo I que tienen relación con la aplicación del % m/m fueron logradas entre un 71,4% y un 100%. Se aprecia que la gran mayoría de los estudiantes obtienen el 100% de logro. La pregunta 7 de aplicación del % m/V es lograda por los estudiantes en un 85,7%. Las preguntas del objetivo II relacionadas con unidades de concentración en una disolución iónica, fueron logradas por entre un 71,4 % y 100 % de los estudiantes. Las preguntas que tienen relación con el concepto de molaridad fueron logradas entre un 85,7 % y un 100%, siendo el 100% el alcanzado por la mayoría de los estudiantes. En el objetivo III, las preguntas de aplicación de la unidad de concentración molalidad (debería mencionarse entre las unidades

a estudiar en el párrafo correspondiente) obtienen logros de un 100%. Las preguntas que relacionan el concepto de densidad con molalidad fueron logradas entre un 85,7% y un 100%. En el objetivo IV las preguntas de análisis de la información fueron logradas entre un 71,4 % y un 100%.

El gráfico 2 muestra que las preguntas del objetivo I que tienen relación con unidades m/m , m/V y V/V , obtienen logros entre un 57,7% y un 100%. La pregunta que tiene relación con densidad y % m/m obtuvo un logro de un 61,5%. En el objetivo II, las preguntas con relación al concepto de concentración, obtuvieron logros entre un 53,8% y un 80%. En el objetivo III y IV, las preguntas de análisis de información obtienen logros entre un 50% y un 100%. Al comparar los resultados de ambas evaluaciones se visualiza que los alumnos al enfrentarse de manera individual a un mismo tipo de problema muestran un descenso en los porcentajes de logro.

Respecto de la prueba de diagnóstico, muestra que los alumnos no tienen nociones de cálculos de % m/V y % V/V . Sin embargo, al término de la unidad los alumnos demostraron un buen nivel de logro, en dichos contenidos, alcanzando en algunas preguntas un 100%.

Con relación a las unidades de concentración molaridad y molalidad, en la evaluación diagnóstica, ningún estudiante pudo resolver los problemas. En cambio, en la prueba sumativa individual un 69,3% de los estudiantes obtienen logros satisfactorios en molaridad un 100 % en molaridad.

V. Conclusiones e implicancias

La discusión de los resultados permite tener evidencias sobre lo siguiente:

1. La aplicación de un grupo focal confirma que la mayoría de los alumnos considera la experiencia de inducción positiva y exitosa, ya que desarrollan las tareas de forma eficaz, permitiéndoles conocerse más entre ellos.

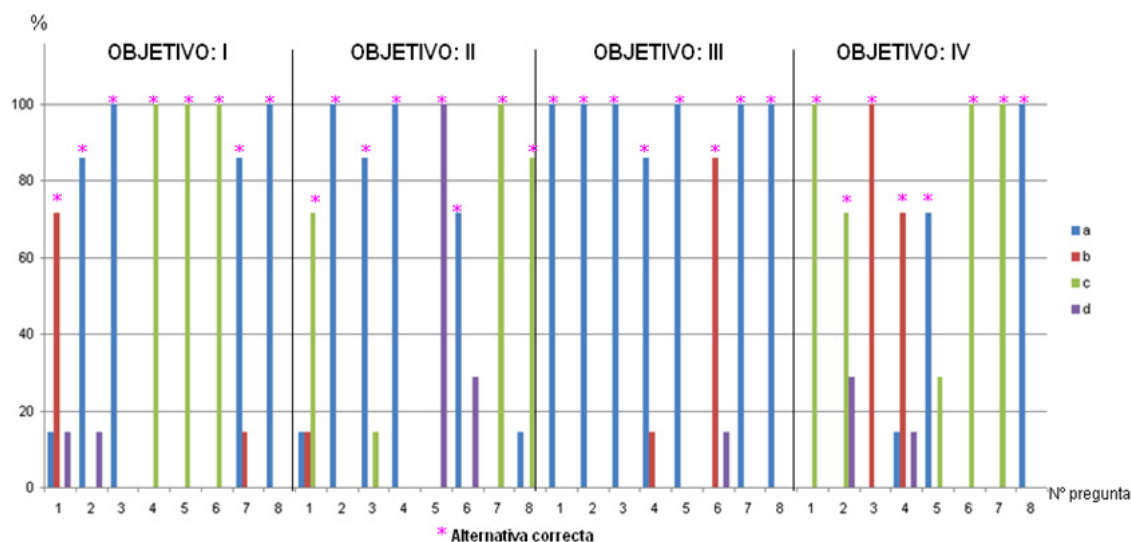


Gráfico 1. Evaluación sumativa grupal.

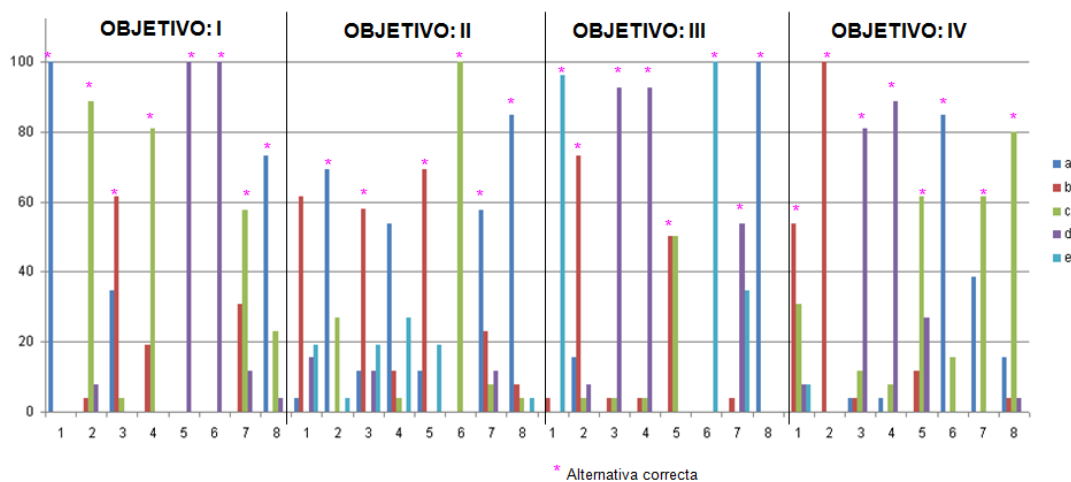


Gráfico 2. Evaluación sumativa individual.

Además, analizaron críticamente el desempeño de sus equipos proponiendo acciones cooperativas concretas para su mejoramiento, y sostienen que al enfrentar nuevas situaciones de manera cooperativa se desarrollarían exitosamente como equipo y, por lo tanto, están preparados para aplicarlo en el aprendizaje en química de una manera diferente y dinámica.

- Se pudo constatar que la metodología aplicada favorece la interconexión y la aplicación de los conocimientos adquiridos con la experiencia cotidiana. De igual manera, la construcción de nuevos conocimientos a través del desarrollo de actividades experimentales y teóricas en la sala de clases se tradujo en la mejora de los logros alcanzados en las pruebas finales.
- Los estudiantes alcanzaron logros significativos en la evaluación sumativa individual, observándose diferencias con respecto a los logros obtenidos en la evaluación diagnóstica. En la mayoría de los temas abordados en la evaluación, en promedio un 81% de los estudiantes muestran haber logrado los aprendizajes esperados.
- El proceso de evaluación en un contexto amplio muestra cambios en los estudiantes, en la organización sistemática de los grupos de trabajo y en el desarrollo de las actividades teóricas y prácticas, valorando el rol del estudiante y la retroalimentación entre pares.

Finalmente, se propone comparar la estrategia implementada con otras activo-participativas, como por ejemplo, el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado en equipo (*Team based-learning*), y *Peer-Instructions*. Los resultados permitirían enriquecerla y potenciarla, de modo que los profesores cuenten con diferentes metodologías sobre cómo enseñar química de forma efectiva y eficiente.

Agradecimientos

El presente trabajo se pudo llevar a cabo en el marco del proyecto FONDECYT N° 1070051. Estudio de las variables

“intervención sistemática del profesor” y “organización grupal” en la eficacia de un método basado en el aprendizaje cooperativo para la asignatura de química en la educación media.

Referencias

- Arellano, M., Jara, R., Merino, C., Cuellar, L., y Quintanilla, M., Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de Química en formación: un estudio piloto, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **7**, 1-22, 2008.
- Arellano, M. y Lazo, L., Evaluación del logro de las competencias básicas en el laboratorio de química general, *Educación Química*, **10**, 49-58, 1999.
- Balocchi, E., Martínez, M. M. y Cerón, R., Enseñanza de la Química a través de la Clase Cooperativa apoyada en la Proyección de Reacciones Químicas en el Aula, *Panamerican Newsletter Education*, **10**, 3, 1997.
- Balocchi, E., Modack, B., Arellano, M., Ávila, E., Ríos, D., Acuña, M., Martínez, M., La clase cooperativa como un medio activo para el aprendizaje en enseñanza media, *Revista Investigación en Educación*, **4**, 185-195, 2004.
- Basili, P. A., y Sanford, J. P., Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry, *Journal of Research in Science Teaching*, **28**(4), 293-3, 1991.
- Carrascosa, J., Gil-Pérez, D. y Vilches, A., Papel de la actividad experimental en la educación científica, *Cad. Bras. Ens. Fis.*, **23**, 157-181, 2006.
- Comité Técnico Asesor del Diálogo Nacional sobre la Modernización de la Educación Chilena, *Los desafíos de la educación chilena frente al siglo 21*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1994.
- Dick, W. & Carey W., *The Systematic Design of Instruction*. (4ª ed.). Glenview, IL, U.S.A.: Scott, Foresman and Company, 1996.
- Francisco, J., Nicoll, G., y Trautman, M., Integrating teaching methods into a general chemistry classroom, *Journal of Chemical Education*, **75**, 210-213, 1998.

- Francisco, J., Nicoll, G., y Trautman, M., Integrating teaching methods into a general chemistry classroom, *Journal of Chemical Education*, **75**, 210-213, 1998.
- Garriz, A., Modak, B., Balocchi, E., Reyes, C., Padilla, K., y Martínez, M., Aprendizaje colaborativo del concepto cantidad de sustancia con base en la teoría atómica de Dalton. Parte II: Concepciones alternativas de reacción química, *Educación Química*, **16**, 550-567, 2005.
- González-Weil, C., Martínez, T., Martínez, C., Cuevas, K., Muñoz, L., La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico, *Estudios Pedagógicos*, **35**(1), 63-78, 2009.
- Herron J. D., *The Chemistry Classroom*. United States: American Chemical Society, 1996.
- Huisman, R. y Louters, L., Promoting Chemistry at the Elementary Level, *Journal Chemical Education*, **76**, 196, 1999.
- Johnson, D., and Holubec, E., *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós, 1999.
- Johnson, D., y Johnson, R. T., *Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning*. (5ª ed.) Boston: Allyn and Bacon, 1999.
- Kogut, L. S., Using Cooperative Learning to Enhance Learning in General Chemistry, *Journal of Chemical Education*, **74**, 720-72, 1997.
- Kovac, J., Student active learning methods in general chemistry, *Journal of Chemical Education*, **76**, 120-124, 1999.
- OCDE, *Programa para la evaluación internacional de alumnos*. PISA. Madrid: Santillana, 2006.
- Paulson, D., Active learning and cooperative learning in the organic chemistry lecture class, *Journal of Chemical Education*, **76**, 1136-1140, 1999.
- Quintanilla, M., Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo (eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas* (pp. 17-42). Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica, 2006.
- Slavin, R. E., *Cooperative Learning* (2nd ed.). Boston: Allyn & Bacon, 1996.
- Tedelesco, J. y López, N., Desafíos para la educación secundaria en América Latina, *Revista CEPAL*, **76**, 55-69, 2002.
- Tobin, K., Issues and trends in the teaching of science. En: B. J. Fraser y K. Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 129-151). Dordrecht: Kluwer A. P., 1998.