

Una experiencia de acompañamiento a futuros docentes para superar dificultades de aprendizaje en Química

An experience accompanying future teachers to overcome learning difficulties in Chemistry

Claudia Alejandra Mazzitelli¹

Laura Mariela Morales²

Erica Gabriela Zorrilla³

Mazzitelli, C. A, Morales L. M. y Zorrilla E. G. (2022) Una experiencia de acompañamiento a futuros docentes para superar dificultades de aprendizaje en Química. *Nuevas Perspectivas*, I (2) Pp. 1-10

Fecha de recepción: 29 de julio de 2022

Fecha de aceptación: 20 de diciembre 2022

Resumen: En este trabajo se describe una experiencia de acompañamiento a futuros docentes de Física y de Química para superar dificultades de aprendizaje en el contenido soluciones, partiendo del análisis de las consignas y respuestas dadas en evaluaciones. En Química soluciones es un tema en el que se evidencia un bajo rendimiento académico, presentado dificultades en la resolución de problemas referidos a los cálculos de concentración y a la preparación de soluciones en el laboratorio. Teniendo en cuenta esta situación, es que se decidió trabajar de forma reflexiva con 17 estudiantes de primer año de los profesados de Física y de Química (UNSJ), en la materia Química General. Los objetivos de la propuesta fueron identificar las dificultades de aprendizaje a partir del análisis de las respuestas dadas en evaluaciones y guiar a los estudiantes en un proceso reflexivo más focalizado

¹ Doctora en educación. Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales -Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes- Universidad Nacional de San Juan y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Dirección postal: Av. Ignacio de la Roza 230 (Oeste). San Juan. Correo electrónico: mazzitel@ffha.unsj.edu.ar

² Profesora de Enseñanza Media y Superior en Química. Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales-Facultad de Filosofía Humanidades y Artes-Universidad Nacional de San Juan. Dirección postal: Av. Ignacio de la Roza 230 (Oeste). San Juan. Correo electrónico jaurammorales15@gmail.com

³ Profesora en Física. Doctora en Ciencias de la Educación. Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales -Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes-Universidad Nacional de San Juan y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Dirección postal: Av. Ignacio de la Roza 230 (Oeste). San Juan. Correo electrónico: ezorrilla@ffha.unsj.edu.ar

para favorecer la construcción de sus conocimientos y la superación de las dificultades detectadas. La implementación de esta propuesta permitió alcanzar los objetivos, mostrando que el proceso permitió a los estudiantes hacer explícitas sus propias dificultades y limitaciones y, de esta manera, encontrar alternativas para la superación.

Palabras Clave: formación docente, Química, evaluación, dificultades de aprendizaje, reflexión

Abstract: This paper describes an experience of accompanying future Physics and Chemistry teachers to overcome learning difficulties in solutions content, based on the analysis of the instructions and answers given in evaluations. In Chemistry solution is a topic in which low academic performance is evident, presenting difficulties in solving problems related to the calculations of concentration and the preparation of solutions in the laboratory. Taking this situation into account, it was decided to work reflexively with 17 students in the first year of the Physics and Chemistry professorships (UNSJ), in the subject of General Chemistry. The objectives of the proposal were to identify learning difficulties from the analysis of the answers given in evaluations and to guide students in a more focused reflective process to favor the construction of their knowledge and the overcoming of the difficulties detected. The implementation of this proposal made it possible to achieve the objectives, showing that the process allowed students to make explicit their difficulties and limitations and, in this way, find alternatives to overcome them.

Keywords: teacher training, Chemistry, evaluation, learning difficulties, reflection

Introducción

Investigaciones realizadas sobre los obstáculos en torno a los contenidos en Química mencionan dificultades asociadas a la comprensión y vinculación de los aspectos macroscópicos de los fenómenos con sus representaciones submicroscópicas y simbólicas (Raviolo, Farré y Traiman, 2019). Los obstáculos mencionados suelen quedar de manifiesto en las resoluciones de actividades que impliquen procesos cognitivos un poco más complejos que la resolución mecánica de un ejercicio y suele suceder que, estos obstáculos, son detectados por los docentes durante una instancia de evaluación. En relación con el contenido soluciones, los estudiantes presentan dificultades respecto a la resolución de problemas referidos a los cálculos de concentración y a la preparación de soluciones en el laboratorio. Un aporte para la superación de estas dificultades podría darse al trabajar de forma reflexiva con los estudiantes. Para esto es necesario partir de las dificultades detectadas, teniendo en cuenta las ideas y explicaciones que ellos brindan respecto de sus formas de responder a las consignas, a fin de contribuir con el aprendizaje.

Consideramos que cobra relevancia el estudio de la problemática antes mencionada en el ámbito de la formación de docentes de Ciencias Naturales, no solo para superar las propias dificultades sino también para mostrar a los futuros docentes la importancia de considerar en forma continua las estrategias de aprendizaje y de evaluación. Esto responde a la necesidad de profundizar en la formación inicial docente en Ciencias Naturales tanto sobre el conocimiento científico como acerca de los aspectos metodológicos para favorecer el aprendizaje.

Atendiendo a lo anterior, llevamos adelante una propuesta con los objetivos de identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes a partir del análisis de las respuestas dadas en evaluaciones y guiar a los estudiantes en un proceso reflexivo más focalizado para favorecer la construcción de sus conocimientos y la superación de las dificultades detectadas.

Marco teórico

La evaluación en el ámbito educativo es una actividad entendida como la medición de resultados y también como un proceso de interpretación y mejora de la enseñanza y el aprendizaje (Corral y D'Andrea, 2007; Santos Guerra, 2016). Pensar la evaluación como proceso le brinda al docente información sobre el aprendizaje de sus estudiantes y sobre su propia práctica educativa, facilitando la reorientación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por lo tanto debería incidir en todos los elementos que intervienen en estos (Rodríguez López, 2003).

El análisis de las evaluaciones realizado con el fin de reorientar la construcción de los aprendizajes permite evidenciar cuáles son las dificultades que atraviesan los estudiantes, relacionadas con distintos aspectos (Anijovich y Cappelletti, 2017; Davini, 2015). Particularmente en Química, los resultados de las evaluaciones evidencian que los estudiantes tienen dificultades con algunos temas tales como: equilibrio, velocidad de reacción, soluciones, ecuaciones redox y estequiometría; y éstas se manifiestan entre otras formas a través del bajo rendimiento académico (Cárdenas, 2006).

Muchos autores refieren específicamente sobre las dificultades que presentan los alumnos respecto a la resolución de problemas que incluyen cálculos de concentración en soluciones (Buitrago, 2012; Muñoz, 2013; Umbarila Castiblanco, 2014; Raviolo, Farré y Traiman, 2019). Entre las mencionadas por dichos autores destacamos: falta de comprensión respecto de la conservación de la masa pero no necesariamente del volumen en el preparado de una solución; uso mecánico de algoritmos y procedimientos sin relacionarlos con conceptos involucrados; confusión entre datos de disolución y de soluto puro; empleo incorrecto de información sobre densidad y pureza; dificultad para trabajar en forma simultánea con la relación proporcional con la cantidad de soluto e inversamente proporcional con la cantidad de solvente sobre la concentración de la solución.

Las dificultades antes mencionadas podrían asociarse a la comprensión de los conceptos involucrados y estos a la interpretación a nivel submicroscópico, ya que los estudiantes deben formarse una idea de cómo se estructura la materia a partir de lo que no es observable por medio de los sentidos. Por ejemplo, algunos estudios vinculados al análisis de la comprensión de las disoluciones acuosas sugieren que en general los estudiantes focalizan solo en el número de partículas sin considerar su relación con el volumen que ocupan. Esto pone en evidencia la falta de discusión del concepto de concentración a nivel submicroscópico como número de partículas de soluto por unidad de volumen). Por lo tanto, se hace necesario el empleo de estrategias adecuadas desde la enseñanza de la Química para que los estudiantes interpreten adecuadamente el fenómeno de la disolución, proponiendo sistemas de representación o modelos que contribuyan en este sentido (Fernández Urretavizcaya y Moreno, 2013).

Consideramos que otro de los aspectos relacionados con las dificultades son las demandas cognitivas de las actividades propuestas en las evaluaciones. La demanda para resolver una tarea es diferente para cada persona y dependerá de los conocimientos previos, de la capacidad para organizar y procesar la información y de las condiciones en que se produce dicho aprendizaje (Cárdenas,2006).

Atendiendo a todo lo antes expuesto y en el caso puntual del aprendizaje de cálculo de concentración y preparación de soluciones, podrían distinguirse entre las demandas cognitivas necesarias:

- Recordar fórmulas de los reactivos en cuestión.
- Calcular porcentajes
- Recordar las diferentes formas de expresar la concentración.
- Calcular la masa de un mol o de un equivalente.
- Relacionar gramos con número de moles o de equivalentes
- Calcular las diferentes formas de concentración
- Aplicar pureza y densidad para resolver problemas de soluciones
- Aplicar las diferentes formas de concentración para resolver problemas de soluciones
- Explicitar el procedimiento de resolución de problemas
- Explicar el procedimiento para la obtención experimental de soluciones

Desde la investigación en didáctica de las ciencias se destaca que es fundamental y básico el conocimiento científico de los profesores, que se complementa con el conocimiento acerca de la naturaleza de las ciencias, de estrategias de enseñanza y de las dificultades de los estudiantes. Algunos conocimientos disciplinares en Química revisten mayores dificultades y éstas pueden persistir aun en los últimos años de carrera, lo que configura un motivo de preocupación si se tiene en cuenta especialmente a los estudiantes de profesorado (Furió Gómez y Furió Más, 2016).

En vista a la persistencia de estos obstáculos, es necesario que se generen espacios de reflexión que permitan tomar conciencia de los mismos. En relación con la reflexión consideramos que es un proceso esencial para los docentes debido a su impacto sobre las decisiones y en el desarrollo de la capacidad para analizar la justificación de las prácticas educativas (Carter, 2008; Loughran, 2011). Desde la perspectiva de Schön, la reflexión - entendida como una forma de conocimiento- permite orientar la acción. Así, el conocimiento teórico o académico pasa a ser considerado instrumento de los procesos de reflexión, teniendo además en cuenta, que este carácter instrumental sólo se produce cuando la teoría se integra de forma significativa (Domingo Roget y Gómez Serés, 2014).

Este proceso de reflexión no necesariamente es sencillo ni inmediato, sino que, por el contrario, necesita tiempo para volverse explícito, consciente, además de requerir de modelos o dispositivos que permitan poner en palabras y traducir las ideas de manera sistemática (Anijovich, Cappelletti, Mora y Sabelli, 2009). Estos modelos permitirán a los docentes reflexionar a través de diversos caminos, pero siempre con el objetivo de mejorar continuamente su práctica.

Además de reflexionar de diversas maneras, también es posible reflexionar sobre distintas cosas y con diferentes objetivos. Así, por ejemplo, es posible reflexionar durante el desarrollo de la práctica misma, lo cual permite corregir, reorientar o mejorar sobre la marcha los planteamientos previos y la propia acción (Domingo Roget, 2019), pero también es posible reflexionar a posteriori, lo cual resulta imprescindible en el proceso de formación permanente del profesional práctico, ya que permite la puesta en consideración y cuestionamiento individual y colectivo de: las características de la situación problemática considerada, los procedimientos que han entrado en juego en el diagnóstico y definición del problema, la determinación de metas, la elección de medios y la propia intervención que ponen en acción las decisiones tomadas y los esquemas de pensamiento, las teorías implícitas, creencias y formas de representar la realidad vivida por el profesional.

Aquellos docentes que trabajan el hábito de la reflexión logran encontrarse inmersos en un espiral de aprendizaje permanente en el cual emergen los dilemas, iniciando constantemente un nuevo ciclo de observación, planificación, acción, reflexión, y adaptación, para luego continuar con el ciclo (Villalobos y de Cabrera, 2009).

Teniendo en cuenta las características que hemos mencionado en cuanto a que la reflexión es un proceso que debería formar parte de la práctica docente, se hace necesario comenzar a favorecer su incorporación desde la formación docente inicial, por lo que una estrategia acorde con las propuestas de formación docente podría ser la de diseñar actividades que permitan a los futuros docentes identificar los obstáculos para el aprendizaje y encontrar los modos de superar las dificultades que se les plantean tanto con el contenido científico como con su enseñanza (Marzábal, Merino y Rocha, 2013).

Metodología

Trabajamos con 17 alumnos del primer año de los profesorados de Física y de Química en la materia Química General. La docente comenzó enseñando concentración de soluciones desde los conceptos de menor complejidad tales como el cálculo de porcentaje m/m o m/v y de molaridad (M) y normalidad (N) partiendo de datos de reactivos puros para posteriormente complejizar dichos cálculos incluyendo densidad y pureza de las sustancias a tratar.

En una primera instancia de evaluación, en la que se incluyeron consignas como las que se muestran como ejemplo en la Tabla 1, se evidenció que los alumnos tienen muchos obstáculos para resolver los problemas planteados. Posteriormente se trabajó en una clase de consulta convencional con todos los estudiantes, en la que se intentó dar respuesta a las dudas planteadas. Luego se propuso la resolución de las mismas situaciones problemáticas en instancia de recuperación. Debido a la persistencia de las dificultades, la docente decidió realizar intervenciones basadas en una reflexión. Para esto, desarrolló clases extra áulicas en las que:

- la docente indicó los errores cometidos;
- los estudiantes analizaron junto con la docente esos errores, reflexionando sobre las dificultades asociadas -para esto debieron explicitar sus acciones de resolución y fundamentar por qué lo hicieron-,

- por último, realizaron las correcciones de sus problemas en forma escrita.

CONSIGNAS
A) Se mezclan 50 ml de solución de nitrato de calcio 0,8 M con 50 ml de una solución de la misma sal 1,5 M. Calcule la molaridad y la normalidad de la solución resultante. Suponga que los volúmenes son aditivos.
B) Calcular la masa de ácido clorhídrico contenida en 30ml de una solución de dicho ácido con densidad 1,10g/ml de y 25% de pureza.

Tabla 1: Ejemplos de las consignas de la Evaluación 1

En sucesivas evaluaciones (gabinetes y parciales) se incluyó uno o dos problemas de cálculo de concentración de soluciones, además de los temas propios de cada instancia, con la finalidad de que haya continuidad en el ejercicio y reflexión acerca de las dificultades que se encontraban todavía sin superar. Posterior a cada evaluación se repitió la secuencia de registrar las dificultades particulares, explicitar los modos personales de resolver por cada estudiante y volver a realizar los problemas. También en la penúltima instancia se realizaron los procesos de reflexión en el horario de clase habitual para contar con la asistencia de todos los estudiantes que cursaban la materia.

En la última instancia de evaluación (ver ejemplos de consignas en Tabla 2), con la finalidad de evidenciar si estaban construyendo aprendizajes verdaderos y superando el cálculo puramente mecánico, se agregó la consigna de describir cada procedimiento seguido en la resolución del problema y explicar cómo emplearon los datos para realizar el cálculo. Además, debían describir como procedían experimentalmente para obtener una solución con la concentración solicitada.

CONSIGNAS
A) Describa cómo prepararía 500ml de una solución de ácido sulfúrico 2 M a partir de una solución concentrada de dicho ácido al 94% m/m y densidad 1,8g/ml ¿Qué volumen de agua debe agregar?
B) En la etiqueta del ácido fosfórico figura la siguiente información: 85% m/m y d 1,60g/ml. 1- Calcule la M y la N de la solución. 2- Calcule la masa contenida en 200ml de ácido sulfúrico 15 M.

Tabla 2: Ejemplos de las consignas de la Evaluación final

Los datos obtenidos se procesaron calculando los porcentajes de estudiantes aprobados y no aprobados. Asimismo, se analizaron las respuestas de las evaluaciones atendiendo a las dificultades concretas de resolución en función de los datos proporcionados en las consignas.

Discusión de los resultados

A fin de reflexionar sobre los aportes de la propuesta, en este trabajo compararemos los resultados de los estudiantes entre la primera y la última evaluación sobre soluciones.

Del análisis de las respuestas de los estudiantes se evidencian dificultades anticipadas por otros autores (Buitrago, 2012; Muñoz, 2013; Umbarila Castiblanco, 2014; Raviolo, Farré y Traiman, 2019), asociadas al cálculo de concentración, y al mismo tiempo se observa la incidencia de la reflexión de los estudiantes sobre sus propios aprendizajes para así encontrar alternativas de superación.

En la Figura 1 se muestran de forma comparada los resultados alcanzados por los estudiantes. Como puede observarse en la primera evaluación el porcentaje de alumnos aprobados fue de 54% mientras que en la instancia de la evaluación final aprobaron el 94% de los alumnos. Esto evidencia una mejora en el desempeño de los estudiantes.

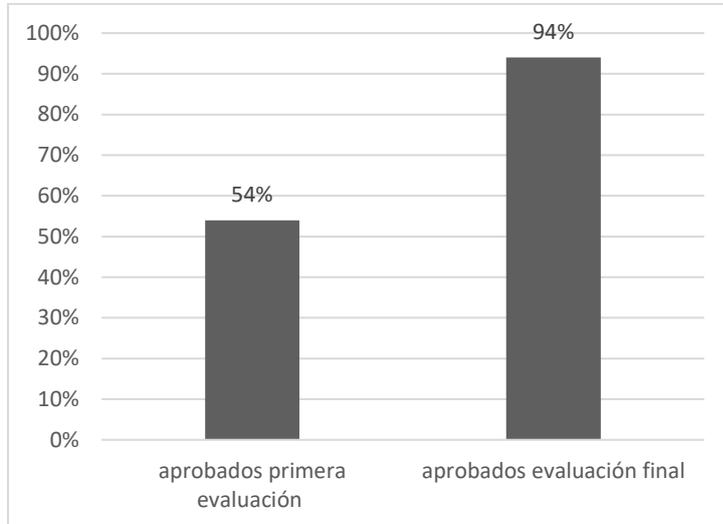


Figura 1: Porcentaje de alumnos aprobados en primera y última instancia de evaluación sobre soluciones.

Analizando en detalle el desempeño de los estudiantes en la primera evaluación se observa que no existe dificultad en cuanto a recordar fórmulas, expresiones de concentración y cálculo de la masa de un mol o de un equivalente, ya que el 93% de los estudiantes resolvieron de manera correcta este tipo de ejercicios. Cuando debieron aplicar M y N como dato para realizar otros cálculos vinculados a un soluto puro, nuevamente el 93% de los estudiantes pudo resolverlo sin inconvenientes. En el caso de los problemas en que debieron calcular M usando datos de densidad y pureza para obtener masa de soluto puro, detectamos que el 43% de los estudiantes presentó dificultades en la resolución de los mismos. No se observa el mismo grado de dificultad en instancias experimentales de preparación de una solución, cuando se les solicita que utilicen los datos antes mencionados para el cálculo de masa o de concentración molar a partir de un volumen determinado o viceversa. Esta diferencia podría atribuirse a que, si bien los alumnos presentan dificultades en la comprensión de los conceptos de pureza y densidad, sí pueden utilizarlos para extraer un volumen de reactivo requerido en base a determinada concentración, por ser una práctica habitual. De esta manera el problema estaría en aquellas actividades que tienen una demanda que va más allá de la aplicación mecánica de un cálculo.

El proceso llevado a cabo entre la primera y la última evaluación implicó instancias de reflexión en donde la docente solicitaba a los alumnos la explicitación de los pasos llevados a cabo en el problema y la fundamentación de los mismos, a fin de favorecer en los estudiantes que pudieran identificar los errores cometidos. De esta manera en cada una de las siguientes evaluaciones pudieron observarse mejoras paulatinas en el desempeño, si bien persistió durante algunas instancias evaluativas la

dificultad de resolver problemas de cálculo de concentración M y N que incluyeran información sobre el reactivo impuro. En esto se observa coincidencia con los resultados de Buitrago (2012) acerca de que a los estudiantes les resulta difícil construir conocimientos referidos a densidad, M, masa de soluto y de solución y por ende no siempre logran transferirlos a la resolución de otras situaciones. Finalmente puede observarse en la última instancia de evaluación que las dificultades para calcular concentración M y N con uso de densidad y pureza han sido en general superadas, ya que el 94% de los estudiantes resuelve correctamente estas actividades.

Reflexión final

A partir de los resultados consideramos que el proceso de reflexión llevado adelante contribuye a la formación de los estudiantes e impacta en su futuro desempeño, ya que resulta necesario que los futuros docentes se planteen la importancia de analizar sus conocimientos de la disciplina y de las formas de enseñarla. En tal sentido, respecto del aspecto metodológico, de un modo similar al desarrollado en esta experiencia será tarea de ellos en su desempeño como docentes reconocer las dificultades que implican los aprendizajes de contenidos científicos para poder revisar las estrategias y las actividades a proponer como así también plantearse estrategias de evaluación vinculadas a reorientar los aprendizajes de sus estudiantes.

De este modo nos planteamos la necesidad de sistematizar esta experiencia a fin de contribuir con la enseñanza de la Química, introduciendo mejoras tanto en la metodología de enseñanza como en la evaluación a partir de la incorporación de más instancias de evaluación formativa.

Referencias bibliográficas

- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). La evaluación como oportunidad. Buenos Aires: Paidós.
- Anijovich, R., Cappelletti, G., Mora, S. y Sabelli, M. J. (2009). Transitar la formación pedagógica: dispositivos y estrategias. Buenos Aires: Paidós.
- Blanco López, A. y Prieto Ruz, T. (1994). Las disoluciones. Dificultades de aprendizaje y sugerencias para su enseñanza. Alambique. [Versión electrónica], pp. 125-131.
- Buitrago, Y. (2012). Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula. Tesis de Maestría. Universidad Nacional De Colombia. Facultad de Ciencias.
- Cárdenas, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en Química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*. 12(3), pp. 333-346.
- Carter, B.A. (2008). Teacher-learners' voices: Not the same old song. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 2(1), 33-46.
- Corral, N. y D' Andrea, A. (2007). La evaluación y la calificación en la perspectiva de estudiantes y profesores en un instituto de formación docente. Memorias del IV Congreso Nacional y II Internacional de Investigación Educativa. Cipolletti-Argentina: Universidad Nacional del Comahue.
- Davini, M. (2015). La formación en la práctica docente. Buenos Aires: Paidós.
- Domingo Roget, A. (2019). El profesional reflexivo (D.A. Schön). Descripción de las tres fases del pensamiento práctico. Recuperado de https://practicareflexiva.pro/wp-content/uploads/2019/03/D.SCHON_FUNDAMENTOS.pdf
- Domingo Roget, À., y Gómez Serés, M. V. G. (2014). La práctica reflexiva: bases, modelos e instrumentos. Madrid: Narcea Ediciones.
- Fernández Urretavizcaya, R. y Moreno, R. (2013). Disolviendo obstáculos: diagnóstico y superación de concepciones alternativas. Actas del II Simposio de Enseñanza de la Química Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. Sitio web <http://simposiosceyn.fahce.unlp.edu.ar/quimica> La Plata, 9 de noviembre 2013.
- Furió Gómez, C., Furió Más, C., (2016). Dificultades conceptuales y epistemológicas de futuros profesores de Física y Química en las explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 34(3), 7-24.
- Loughran, J. (2011). On becoming a teacher educator. *Journal of Education for Teaching*, 37(3), 279-291.
- Marzábal A., Merino C. y Rocha, A. (2013). El obstáculo epistemológico como objeto de reflexión para la activación del cambio didáctico en docentes de ciencias en ejercicio. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias REIEC*. 9(1), pp.70-83
- Muñoz, I. (2013). Molaridad:

Dificultades en el concepto de concentración de una disolución en Química de 1° de Bachillerato. Trabajo final de maestría España. Universidad Internacional de la Rioja.

Raviolo, A., Farré, A. y Traiman, N. (2019). El aprendizaje del concepto de concentración de disoluciones: una revisión. Actas de V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata, pp1-12.

Rodríguez López, J.M. (2003). La evaluación en la universidad. La evaluación del aprendizaje de los alumnos universitarios. En C. Mayor Ruiz (coord.) Enseñanza y aprendizaje en la educación superior (pp. 161-180). Barcelona: Ediciones Octaedro.

Santos Guerra, M. A. (2016). La evaluación como aprendizaje: Cuando la flecha impacta en la diana. Madrid: Narcea.

Umbarila Castiblanco, X. (2014). Dificultades de aprendizaje del concepto de disolución: un análisis crítico de su enseñanza y una propuesta de mejora. Trabajo de Tesis de Doctorado presentado en la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Villalobos, J., y de Cabrera, C. M. (2009). Los docentes y su necesidad de ejercer una práctica reflexiva. Revista de teoría y didáctica de las Ciencias Sociales, (14), 139-166.