

Incorporación de TIC en la enseñanza de ecuaciones químicas: experiencia con alumnos de ingeniería

María I. Vera ^a & Raquel Petris ^b

^a Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
marile.vera5@gmail.com

^b Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
raquelpetris@hotmail.com

Resumen— Los ingresantes a carreras de ingeniería de la UNNE tienen dificultad en la escritura de ecuaciones químicas por su relación con saberes previos sobre formulación y nomenclatura que a los estudiantes les cuesta apropiarse. Esto determina el bajo rendimiento en la evaluación del tema. Ante el interés de nuestros alumnos por la tecnología se incorporaron videos explicativos, de producción propia, como apoyo de las clases presenciales. Se analizó el efecto de su visionado sobre el aprendizaje. Se presentan los resultados y análisis de respuestas a ejercicios sobre ecuaciones químicas para las cohortes 2015, 2016 y 2017, con uso de videos, y se contrasta con la 2014 de enseñanza tradicional. El uso de videos favorece el aprendizaje significativo del tema “ecuaciones químicas”.

Palabras clave— enseñanza y aprendizaje de química; ecuaciones químicas; TIC; videos didácticos.

Recibido: 16 de noviembre de 2018. Revisado: 20 de marzo de 2019. Aceptado: 24 de abril de 2019.

ICT incorporation in chemical equations teaching: experience with engineering students

Abstract— The freshmen at the UNNE School of Engineering have difficulty in writing chemical equations for its relationship with previous knowledge about formulation and nomenclature that students find hard to internalize. This determines the low performance in the assessment of the subject. In the view of the interest of our students in technology, explanatory video clips of our own production were incorporated in support of classroom lectures. We explored the effect of the video clips on learning. Presented are the results and the analysis of answers of the chemical equations exercises of cohorts of 2015, 2016 and 2017, with use of video clips, and they are contrasted with cohort 2014 of traditional teaching. The use of video clips favors significant learning of the subject “chemical equations”.

Keywords— chemistry teaching and learning; chemical equations; ICT; educational videos.

1. Introducción

En Argentina, con las dos reformas educativas -la Ley Federal de Educación, 1993, y la actual Ley de Educación Nacional, 2006- se ha impuesto en la educación secundaria el concepto de alfabetización científica y el enfoque ciencia

tecnología sociedad para la enseñanza de las ciencias naturales. Esta cuestión ha disminuido “la importancia de los contenidos tradicionalmente considerados como estrictamente disciplinares, para dar espacio curricular a aspectos situados más en el campo de la comprensión pública de la ciencia”, en palabras de Caamaño [1]. Tal es así que el joven ingresante a la universidad no está acostumbrado al pensamiento abstracto, al manejo de simbología y ecuaciones algebraicas con significado conceptual tanto en el campo de la Matemática, como de la Química y la Física. Este hecho quitó relevancia a los procesos cognitivos que están involucrados en -por citar un ejemplo- la escritura de una ecuación química; entonces, los desempeños de memorización de nombres, interpretación de reglas, comprensión de conceptos y de leyes -como la de conservación de la materia- resultan poco trabajados en las horas de clase de la educación secundaria.

Aprender Química es una tarea difícil para cualquier estudiante, tanto del nivel secundario como del universitario básico. Es numerosa la literatura en enseñanza de las ciencias que vincula la dificultad en el aprendizaje de la química con el lenguaje, que utiliza un nivel representacional de gran complejidad basado en el uso de símbolos, fórmulas, diagramas y modelos para interpretar la composición de la materia [2]. Con su lenguaje se representa a las sustancias mediante fórmulas y a las reacciones químicas mediante ecuaciones.

Aparecen en este lenguaje palabras que encierran mucho significado asociado al modelo explicativo que usa la ciencia para concebir a la realidad. Esos vocablos representan entes o bien relaciones entre esos entes. Es así que el estudiante debe comprender el significado de palabras tales como átomo, molécula, ion, estado de oxidación, mol, reacción química, reactivos, productos, enlace químico, que están representando a nivel microscópico el mundo macroscópico que le rodea. Por otra parte, esos conceptos son traducidos a simbología que es muy específica, donde letras y números tienen significados diferentes según donde están escritos. En una ecuación química no tienen el mismo significado los números colocados como

Como citar este artículo: Vera, M.I. and Petris, R., Incorporación de TIC en la enseñanza de ecuaciones químicas: experiencia con alumnos de ingeniería. Educación en Ingeniería, 14(28), pp. 33-38, Marzo - Julio de 2019.

coeficientes delante de las fórmulas de cada sustancia (sea reactivo o producto) que los números colocados como subíndices en las mismas fórmulas. Además, las distintas sustancias se agrupan en familias de compuestos con nombres establecidos por reglas consensuadas entre científicos desde organismos especializados, como la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada). Los nombres científicos de las sustancias no son familiares en la vida cotidiana. Por ejemplo, la sal de mesa que es usada todos los días, no se nombra cotidianamente como cloruro de sodio. Este escenario dificulta el éxito del estudiante en el primer año de las carreras científico-tecnológicas entre las que se cuentan las ingenierías.

El equipo de investigación del Grupo que integran las autoras lleva adelante el Proyecto de Investigación PI 17F001/14 de la Secretaria General de Ciencia y Técnica (SGCyT) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) “Innovación con TIC para fortalecer la enseñanza y aprendizaje de las actividades prácticas de Química y de Física en los primeros años de FaCENA”, aprobado por Resolución N° 358/15 C.S. Los objetivos principales del mismo son: 1- Usar las tecnologías para planificar estrategias que faciliten la construcción del aprendizaje significativo; 2- Indagar y evaluar cómo impacta en el aprendizaje de las ciencias experimentales el uso de TIC en actividades prácticas.

El estudiante universitario asiste a clases teóricas, de trabajos prácticos de ejercicios y problemas, de laboratorio y de consulta, teniendo en cada una de ellas la posibilidad de recibir las explicaciones del profesor y trabajar guiado por el docente para la construcción de sus aprendizajes. De todos modos, pareciera que todo ello no es suficiente para lograr el éxito en los primeros exámenes parciales de química en el primer año de las ingenierías. De acuerdo con Gómez Moliné *et al.* [3]:

“... los estudiantes construyen sus ideas, sus representaciones de la realidad a partir de sus propios referentes, su medio ambiente y su lógica cercana al sentido común, accediendo a patrones de aprendizaje a veces diferentes de los del profesor y de los de la ciencia [...] constituyendo verdaderos obstáculos que impiden la comprensión de la nomenclatura”.

Hoy día, inmersos en la Sociedad de la Información, se abren nuevos escenarios que permiten crear espacios educativos fuera de las aulas universitarias. Las posibilidades que las TIC ofrecen para la enseñanza y la formación en el terreno de la química y la física son diversas, y van desde facilitar la comunicación profesor-estudiante, hasta presentar información o desarrollar entornos específicos como pueden ser los laboratorios virtuales [4].

Dentro de todas esas posibilidades se encuentran los videos educativos que son un valioso recurso que puede ser utilizado dentro y fuera del aula. El video es un recurso didáctico que combina imágenes y sonidos permitiendo visualizar procesos o procedimientos. La pedagogía utilizada para el diseño de la secuencia de videos editados sobre los contenidos procedimentales del tema “ecuaciones químicas” se basa la propuesta dada por [5] que denomina video educativo a:

“los materiales videográficos que pueden tener una utilidad en educación, incluyendo en este concepto a

los videos didácticos y cualquier otro tipo, que pueda resultar útil a la enseñanza, aunque no hayan sido creados para ello”.

Dentro de la clasificación de videos que presenta este autor, la *lección monoconceptual* y la *lección temática* son formas de video muy útiles, dado que no presentan larga duración y se refieren a un tema específico que es presentado en forma sistemática y con la profundidad adecuada a los destinatarios. Con esta filosofía “*es posible elaborar videos propios con fines didácticos, donde el profesor dé explicaciones detalladas de manera corta y simple de un determinado tema, presentando, por ejemplo, la forma de resolución de problemas específicos*” [5].

Desde el año 2015 en la asignatura Química General, para carreras de ingeniería en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCENA) de la UNNE, se viene trabajando con la incorporación de videos explicativos, como recurso de apoyo a las clases presenciales para las horas de estudio independiente. Los videos fueron desarrollados dentro del equipo de cátedra y se refieren a temas que se evalúan en el primer examen parcial. Estos temas que incluyen contenidos sobre *Formulación y Nomenclatura Química, Escritura y Balanceo de Ecuaciones Químicas* y *Cálculos Estequiométricos*, involucran simbología, reglas, nombres específicos y algoritmos que el estudiante debe aprender en un corto tiempo utilizando un lenguaje nuevo, cargado de conceptos fundamentales de alto nivel de abstracción. Los conceptos de estado de oxidación, fórmula química, ecuación química, reacción química, ley de conservación de la materia, son fundamentales y tienen mucho significado conceptual; que queda expresado en toda la simbología que se maneja en la enseñanza de los temas nombrados. Es así que la asignatura Química General se torna difícil para los estudiantes y en especial para los de aquellas carreras que no tienen un perfil profesional asociado directamente con ella. Por este motivo se consideró importante poder buscar otros recursos que puedan ayudar a la comprensión de estos temas.

En trabajos anteriores de las autoras [6,7], se presentaron los resultados de la implementación de los videos referidos a *Formulación y Nomenclatura Química* y a *Cálculos Estequiométricos* con fórmulas químicas. Resultados positivos, que marcan diferencia en el nivel de respuestas correctas en el primer parcial en la cohorte 2015 (con videos implementados), respecto de la cohorte 2014 (enseñanza tradicional, sin videos), son los que alientan a seguir con esta propuesta pedagógica. Para citar algunos datos favorecedores “*de la comparación de ambas cohortes, en 2015 hay 10% más de respuestas correctas, mientras que disminuye en igual porcentaje las respuestas incorrectas y no respondidas, en el caso de formulación y nomenclatura*” [7]. En el caso de estequiometría, “*donde las respuestas correctas no superaban el 30% y más del 50% no los resolvía (en 2014), los resultados obtenidos con los alumnos que experimentaron la propuesta didáctica innovadora 2015 son satisfactorios dado que el 51% se considera que comprendió el tema mientras el porcentaje de quienes no resuelven ningún ejercicio ha disminuido a 37%*” [6].

Escribir ecuaciones químicas de obtención de compuestos inorgánicos implica conocimiento claro de las fórmulas

químicas y a la vez reconocer las diferentes familias de compuestos. Según el nombre del compuesto a obtener, el alumno debe ser capaz de identificar a los reactivos involucrados y a los productos por obtener. Además, debe saber sus nombres y fórmulas químicas, lo que presupone el reconocimiento del estado de oxidación de los elementos involucrados. Todo este cúmulo de conocimientos genera confusión en los estudiantes que, de acuerdo a sus tiempos de aprendizaje, no logran afianzar sólido conocimiento respecto de las distintas familias de compuestos inorgánicos en el lapso previsto para la evaluación –tomada a los 45 días de iniciadas las clases–.

Hay que reconocer que la química tiene un lenguaje muy específico donde símbolos y números están cargados de significado, por lo que *“la construcción del conocimiento científico está fuertemente interrelacionada con el aprendizaje del lenguaje utilizado para comunicarlo”* [2].

El propósito de esta comunicación es presentar los resultados y análisis de respuestas obtenidas en ejercicios sobre ecuaciones químicas en el primer parcial para las cohortes 2015, 2016 y 2017 en las que se usaron videos como apoyo a la enseñanza. Se contrasta con la cohorte 2014 de enseñanza tradicional.

2. Propuesta didáctica y metodología

La experiencia que se presenta consiste en la aplicación - como recurso didáctico complementario- de videos temáticos referidos a la obtención de diferentes compuestos inorgánicos mediante ecuaciones químicas apropiadas. En cada video se explica con voz en *off* y se muestra en una hoja de papel el procedimiento para escribir correctamente la ecuación química balanceada del compuesto inorgánico correspondiente. Los videos fueron elaborados por la profesora titular de la asignatura Química General para ingenierías en FaCENA, quien explica el procedimiento simulando una clase presencial y fueron grabados con una *Tablet*. La secuencia de videos respeta el orden con que se enseña, en clases previas, a escribir fórmulas de diferentes familias de compuestos inorgánicos.

Se editaron y publicaron 7 (siete) videos sobre ecuaciones químicas en el sitio de acceso libre *YouTube* creado al efecto:

https://www.youtube.com/results?search_query=maria+irene+vera+miralles

Luego se estableció el enlace desde el apartado “sitios recomendados” del aula virtual de la asignatura:

<http://www.quimicageneralingenieriafacena.ecaths.com/links/>

Este material estaba disponible antes de asistir a la clase práctica y lo podían visualizar tantas veces quieran, desde una computadora o un teléfono móvil inteligente. Contar con las explicaciones del profesor en contexto extra áulico es tomar los principios de la clase invertida o *“flipped classroom”*; donde aquellas actividades ligadas principalmente a la exposición y explicación de contenidos pasan a ofrecerse fuera del aula, por medio de herramientas tecnológicas, siendo el video el más utilizado” [8]. Para optimizar el aprendizaje, los alumnos fueron orientados en el visionado para que lo hagan de manera efectiva focalizando en los aspectos más relevantes del tema y

registrando dudas para posteriores consultas. Con esta secuencia se pretendió que el video no sea un simple recurso tecnológico instaurado por la innovación en sí misma, sino que contribuya a organizar las ideas de los estudiantes, pudiendo prestar mayor atención a aquellas cuestiones que no hayan sido entendidas cabalmente al finalizar la clase presencial. Por ejemplo, poder dar una mirada profunda al procedimiento de agregado de coeficientes para balancear una ecuación química de acuerdo al Principio de Conservación de la Masa.

La experiencia se realizó con alumnos pertenecientes a carreras de ingenierías de la FaCENA que cursaron Química General en las cohortes 2015, 2016 y 2017. El cursado comprende 7 horas semanales distribuidas en clases de teoría, de resolución de problemas y experimentales de laboratorio. El tema objeto de análisis se desarrolla en la primera unidad del programa en clases prácticas de resolución de ejercicios/ problemas en las que los alumnos se distribuyen en grupos a cargo de Auxiliares Docentes. Las actividades de aprendizaje se refieren a ejercicios de obtención de diferentes compuestos inorgánicos (óxidos, hidróxidos, hidruros, ácidos, sales) a partir de determinados reactivos mediante la escritura de las respectivas ecuaciones químicas.

El contenido se desarrolla a continuación del tema Formulación y Nomenclatura Química con la siguiente secuencia de clases: una clase teórica de dos horas –a cargo de la profesora titular- en la que se explican las diferentes situaciones posibles en el balanceo de ecuaciones químicas. Una clase práctica -a cargo del Jefe de Trabajos Prácticos- de resolución de cinco ejercicios con diferentes ítems cada uno, presentados en la guía de actividades. Una clase de atención de consultas –no obligatoria- para atender dudas sobre la resolución de los ejercicios presentados como “ejercicios complementarios” para estudio independiente y fijación. Para esas horas de estudio los alumnos cuentan, además, con el material videográfico editado.

Es importante señalar que las clases prácticas están a cargo de docentes con diferente formación de grado y antigüedad en el ejercicio de la docencia universitaria, lo que a veces repercute en los resultados obtenidos en determinados grupos de alumnos. Tener una explicación detallada a través del video minimiza estas diferencias y favorece la unidad de criterios.

En el caso de los videos de ecuaciones químicas la profesora explica claramente cómo el nombre del compuesto a obtener es orientativo para deducir los reactivos que intervienen en una determinada ecuación química. Hace hincapié en prefijos y sufijos que se deben relacionar para poder deducir el nombre de las sustancias reaccionantes, que, a su vez, se vinculan con el número de oxidación del elemento. Para el balanceo de las ecuaciones explicita cómo deben calcularse los coeficientes estequiométricos, aplicando la Ley de Conservación de la Masa, que se refleja en la ecuación al igualar en reactivos y productos la cantidad de sustancia para cada elemento.

Si bien en este caso las clases teóricas se dictan presencialmente y no son reemplazadas en su totalidad por los videos, se asume que la filosofía de la clase invertida es introducida en el proceso de enseñanza aprendizaje según esta propuesta didáctica. No se eliminan las clases teóricas presenciales –tal como requiere el modelo de clase invertida-

porque se considera que el estudiante de primer año universitario no tiene autonomía para manejar la organización y construcción de sus aprendizajes. El video con explicaciones teóricas, que es un requisito necesario para el modelo de “clase invertida”, es aquí utilizado como complemento de clases, asumiendo que esta metodología permite a los alumnos manejar nuevos entornos de aprendizaje que podrán llevarlo -en un futuro- a poder desempeñarse en situaciones de clase invertida que se le presenten.

En cada cohorte, el primer examen parcial fue el instrumento de recolección de datos. Se analizaron las respuestas dadas por los estudiantes a los ejercicios sobre ecuaciones químicas. En el ítem correspondiente se solicitó la escritura de ecuaciones químicas para tres situaciones: un óxido, un hidróxido o un ácido y una sal (oxosal o sal binaria).

Las respuestas de los estudiantes fueron agrupadas en tres categorías: Correctas, Incorrectas y No Contesta. Los indicadores fueron los siguientes: “Correcta” para al menos dos ejercicios bien resueltos; “Incorrectas” para quienes tenían solo un ejercicio bien resuelto o todos mal resueltos; “No Contesta” para quienes no muestran solución alguna.

Se analizaron los primeros parciales de estas cohortes como grupos experimentales y la del 2014 como grupo de testeo, a fin de poder comparar los resultados.

3. Resultados y discusión

Se analizaron las respuestas dadas al ejercicio referido a ecuaciones químicas en 260 parciales en 2014, 261 en 2015, 275 en 2016 y 255 en 2017. Proporcionalmente en cada uno de estos grupos el número de alumnos recursantes es el mismo, cuestión tenida en cuenta para considerar grupos equivalentes. Si bien los ingresantes provienen de diferentes orientaciones de educación secundaria, ya tenemos probado en trabajos previos realizados por este grupo en distintos años, que esa variable no incide en los conocimientos previos con los que los estudiantes llegan a la universidad.

En la Fig. 1 se presentan en porcentajes los resultados obtenidos para cada categoría.

Puede verse claramente que en las cohortes 2015, 2016 y 2017 hay un aumento en la cantidad de respuestas *correctas*; y una disminución en las respuestas *incorrectas*. En 2017 hay un leve incremento de *no contesta* respecto a 2016.

En 2014, las respuestas *correctas* apenas superan el 20% y hay 62% de respuestas *incorrectas*. Hay sólo un 4% de diferencia a favor de las respuestas *correctas* respecto de la opción *no contesta*.

En 2015 hay 34% de respuestas *correctas* (incremento de 13% respecto a 2014), mientras que las respuestas *incorrectas* disminuyen aproximadamente un 10% respecto a 2014 pero siguen mostrando un porcentaje alto (53%). El porcentaje de respuestas *correctas* es 20% superior al de *no contesta* y aproximadamente el mismo porcentaje por debajo del correspondiente a las respuestas *incorrectas*.

Es alentador ver que en 2016 el porcentaje de respuestas *correctas* se aproxima al 50% y supera levemente a las *incorrectas*. La opción *no contesta* no alcanza el 10%. La

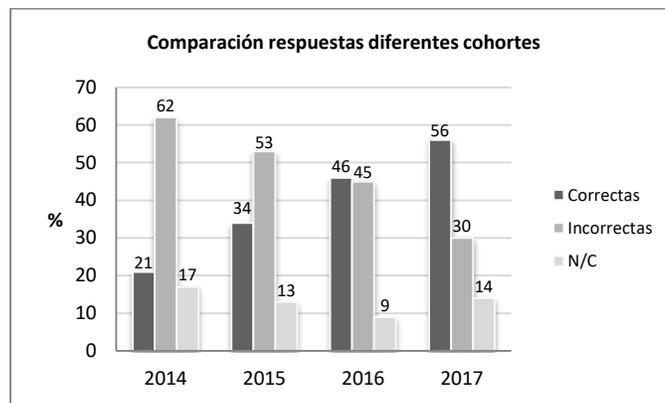


Figura 1. Comparación de respuestas de las diferentes cohortes
Fuente: Los autores

tendencia general se consolida en 2017 con 56% de respuestas *correctas* y 30% de respuestas *incorrectas*. Es en este año, cuando por primera vez se da que la suma de porcentajes de las opciones *incorrectas* y *no contesta* está más de 10 puntos por debajo de la opción *correctas*.

Puede verse claramente que a través de los años y a medida que se fue afianzando la metodología de trabajo en todas las cohortes hay un aumento significativo en la cantidad de respuestas *correctas* y una disminución en las *incorrectas*.

Se destaca que las respuestas correctas de las cohortes experimentales, en muchos casos corresponden a los tres ejercicios bien resueltos. Esto podría sugerir que el recurso contribuye a superar el obstáculo observado tradicionalmente en el balanceo de ecuaciones de obtención de sales.

Para validar la utilización de los videos se aplicó una encuesta a los estudiantes para recabar información vinculada a la cantidad de veces que han visualizado y con qué finalidad. En la Fig. 2 se muestran los porcentajes de respuestas dadas sobre visionado de los videos sobre ecuaciones químicas.

En relación al tema ecuaciones químicas, un 63% de quienes respondieron la encuesta han mirado al menos una vez los videos; y en un 37% de los casos lo hicieron con la finalidad de aclarar dudas y repasar. Un 37% de los encuestados han mirado más de una vez los videos.

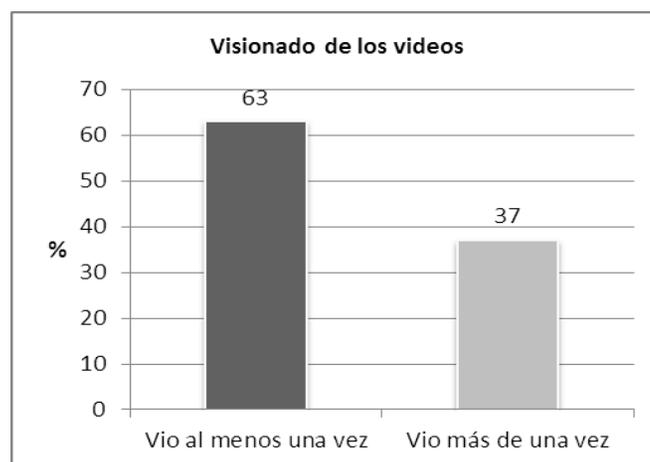


Figura 2. Respuestas sobre visionado de videos de ecuaciones químicas
Fuente: Los autores

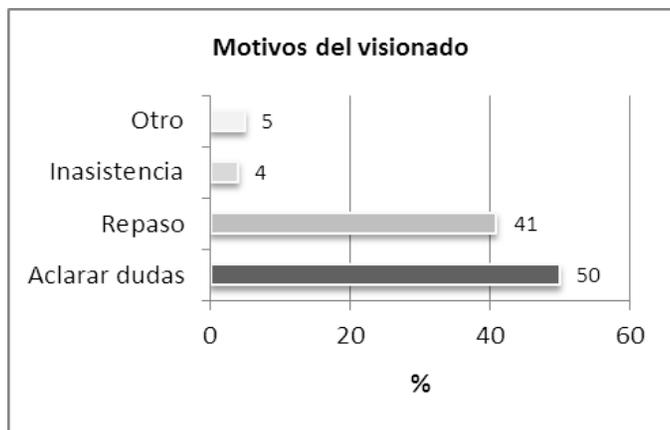


Figura 3. Respuestas sobre el motivo del visionado de videos
Fuente: Los autores

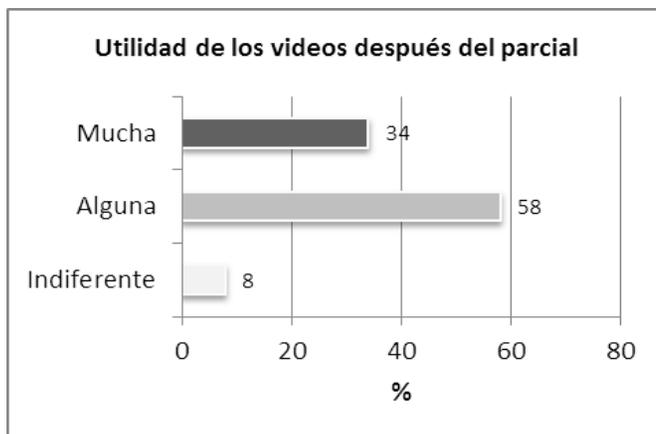


Figura 5. Respuestas sobre utilidad de los videos después del parcial
Fuente: Los autores

En la Fig. 3 se presentan respuestas sobre los motivos del visionado. Los más relevantes son para “aclarar dudas” y como “repaso”.

En las Figs. 4 y 5 se presentan las respuestas dadas sobre la utilidad del visionado de los videos antes y después de la evaluación parcial respectivamente.

Respecto a la utilidad de observar los videos antes del parcial (Fig. 4) un 61% responde que fue de mucha utilidad para comprender el tema que se analiza y un 29% considera que fue de “alguna” utilidad.

Después del parcial, para un 92% de los estudiantes que volvieron a mirar los videos resultó de alguna o mucha utilidad.

La pregunta abierta de la encuesta donde se solicitaba sugerencias sobre la metodología utilizada permitió registrar expresiones tales como “ *siga haciendo más videos*”... “*prepare videos sobre ecuaciones redox*”... “*prepare videos sobre los laboratorios*”..., por parte de los estudiantes, que son alentadoras para este equipo de trabajo.

En otro análisis de uso de los videos se tomó como indicador el número de visualizaciones que arroja la página de *You Tube*, que a la fecha 13 de diciembre de 2016 registraba 9472 y en la actualidad, 14 de agosto de 2018, se tienen más de 21.000 accesos en total a los sitios correspondientes a los videos de ecuaciones químicas.

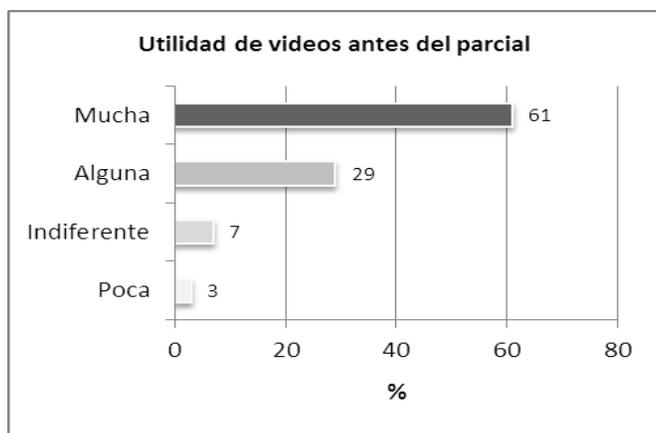


Figura 4. Respuestas sobre utilidad de los videos antes del parcial
Fuente: Los autores

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos y de la observación participante por parte de algunos de estos autores, involucrados en el dictado de la asignatura, se puede inferir que el recurso didáctico de los videos explicativos contribuyó a una mejor comprensión del tema, lo que implica darle significado a los números que aparecen delante de las fórmulas en una ecuación química, permitiendo escribirla de manera correcta.

Se podría inferir que el alumno se apropió del lenguaje, la simbología y el significado conceptual de una ecuación química, contribuyendo a conseguir el “pasaje del mundo macroscópico al microscópico y al simbólico” [2] propio del conocimiento científico en química. Saber escribir adecuadamente una ecuación química es una condición necesaria para el desarrollo del tema “estequiometría de ecuaciones químicas” que se desarrolla con posterioridad de acuerdo con el programa vigente de la asignatura.

Podemos afirmar que el uso de los videos se afianzó desde su edición y primera implementación en 2015, no sólo en el alumnado sino en los docentes que, convencidos de su beneficio, insisten recomendando su visionado como una verdadera ayuda para la comprensión del tema.

Atendiendo al número elevado de visitas y las matrículas de nuestras cohortes se evidencia que el tema trasciende a las aulas de nuestra universidad.

El visionado de los videos, la utilidad reconocida y la solicitud de edición de otros videos por parte de los estudiantes que respondieron a la encuesta, y los buenos resultados, nos animan a continuar con la tarea iniciada y seleccionar contenidos de difícil comprensión para la futura edición de videos.

Bibliografía

- [1] Galagovsky, L.R., Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química Viva*, [en línea], 6(supl.esp.), pp. 1-11, 2007 [Fecha de consulta: 8 de junio de 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86309909>
- [2] Montagut-Bosque, P., Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación Química*, 21(2), pp. 126-138, 2010. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2010.2

- [3] Gómez-Moliné, M.R., et al., Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19(3), pp. 201-206, 2008. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2008.3.25832
- [4] Cabero-Almenara, J., Las TIC's en la enseñanza de la química: aportaciones desde la tecnología educativa. En: Bodalo, A. y otros, Eds., *Química: vida y progreso*. Murcia, Asociación de químicos de Murcia. 2007, pp. 1-34. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2017]. Disponible en: <https://docplayer.es/21057388-Las-tics-en-la-ensenanza-de-la-quimica-aportaciones-desde-la-tecnologia-educativa.html>
- [5] Marqués-Graells, P., Los videos educativos: tipologías, funciones, orientaciones para su uso. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. [en línea]. 1999. [Fecha de consulta: 8 de septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.peremarques.net/videoori.htm>.
- [6] Vera, M.I. et al., Videos como apoyo a la comprensión de cálculos estequiométricos referidos a fórmulas químicas. En: *Memorias del III Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC 2016-Congreso Virtual- Universidad de Vigo, España, junio, 2016*.
- [7] Vera, M.I. et al., Aporte de las TIC para la enseñanza y el aprendizaje del tema formulación y nomenclatura química. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 102(1-2), pp. 5-12, 2015.
- [8] García-Barrera, A., El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Avances en supervisión educativa. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*. 19, pp. 1-8, 2013. [Fecha de consulta: 3 de agosto de 2016]. Disponible en: <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/118>

M.I. Vera, es Dra. por la Universidad de Málaga, Málaga, España, en Didáctica y Organización Educativa, en 2014. Esp. en Docencia Universitaria de la UNNE, Corrientes, Argentina, en 2002. Lic. en Ciencias Químicas de la UNNE, Corrientes, Argentina, en 1975. Profesora en Química, Física y Merceología de la UNNE, Corrientes, Argentina desde 1974. Lengua inglesa nivel B2 de la Unión Europea. Es profesora titular de dedicación exclusiva, en Química General para las carreras de Ingeniería y Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE (FaCENA, UNNE). Profesora adjunta, de dedicación simple, en Química General para carreras de Bioquímica, Licenciatura en Cs. Químicas y Profesorado de Cs. Químicas y del Medio Ambiente. (FaCENA, UNNE). Directora de Proyectos de Investigación Educativa acreditados por la Secretaría General de Ciencia y Técnica, UNNE. Ha sido coordinadora por Iberoamérica del proyecto AECID C/018373/08, "Trabajo Cooperativo en Red como recurso didáctico en la formación del Profesorado de Ciencias". Período 2009-2010.
ORCID: 0000-0002-1938-2251.

R.H. Petris, es MSc. en Informática y Computación, de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina en 2003, Lic. en Sistemas, en 1999, de la misma universidad. Esp. en Entornos Virtuales de Aprendizaje, en 2011, de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), Buenos Aires, Argentina. Esp. en Docencia Universitaria, en 2013, de la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES), Buenos Aires, Argentina. Docente titular del departamento de Informática en Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE. Investigadora categoría IV en proyectos de investigación relacionados a la educación digital y multimedia. Producción Intelectual Registrada con el N°-5103629 en la Dirección Nacional del Derecho de Autor de la obra inédita "Jejaporá Guaraní", Software Multimedia para la enseñanza-aprendizaje de la lengua nativa guaraní.
ORCID: 0000-0003-4739-3932