



Desarrollo y validación de una aplicación tecnológica para la enseñanza de la nomenclatura orgánica desde una perspectiva CTS

Development and validation of a technological application for teaching organic nomenclature from a STS perspective

Juan Manuel Rudi

Universidad Nacional del Litoral
jmrudi@fbcb.unl.edu.ar

María Silvina Reyes

Universidad Nacional del Litoral
mariasilvinareyes@hotmail.com

Faustino Gagnetén

Universidad Tecnológica Nacional
fgagnetén@gmail.com

Silvia Porro

Universidad Nacional de Quilmes
sporro@unq.edu.ar

Resumo:

Muitas pesquisas coincidem em afirmar que o ensino da Química nos diferentes campos da educação não consegue despertar o interesse esperado pelos alunos. Essa situação pode dever-se à existência de currículos disciplinares distantes da realidade da sociedade atual e ao uso de metodologias tradicionais de ensino. Nos últimos anos, as Tecnologias de Informação e Comunicação estão sendo amplamente utilizadas para a preparação de materiais de ensino, e existem inúmeros estudos que coincidem em demonstrar como eles colaboram positivamente nos processos de ensino e aprendizagem em suas diferentes etapas. Como exemplo da contribuição da tecnologia para a educação em CTS em determinados contextos sociais, este trabalho explica o desenvolvimento de um aplicativo para os telefones celulares que aborda a questão da nomenclatura de compostos orgânicos e que é destinado a estudantes do ensino médio e Superior que estuda Química Orgânica. Este aplicativo, que foi validado pela opinião de especialistas no assunto, pode ser instalado em qualquer telefone celular com sistema operacional Android e contém conceitos teóricos, exercícios práticos resolvidos e autoavaliações para que possam ser utilizados pelos alunos que cursam este assunto o momento em que considerarem necessário.

Palavras-chave: Aprendizagem pelo telefone celular; nomenclatura de compostos orgânicos; tecnologias de informação e comunicação.



Abstract:

Many investigations coincide in affirming that the teaching of Chemistry in the different educational areas does not manage to arouse the expected interest in the students. This situation may be due to the existence of disciplinary curricula far from the reality of today's society and the use of traditional teaching methodologies. In recent years, Information and Communication Technologies are being widely used for the preparation of teaching materials, and there are numerous studies that coincide in demonstrating how they facilitate teaching and learning processes in their different stages. As an example of the contribution of technology to STS education in certain social contexts, this work explains the development of an application that addresses the issue of nomenclature of organic compounds and that is intended for students of High Education and Universities who study Organic Chemistry. This application, which has been validated by the opinion of experts in the subject, can be installed on any cell phone with an Android operating system and contains theoretical concepts, solved practical exercises and self-evaluations so that they can be used by the students who take this subject in the moment in which it considers it necessary.

Keywords: Mobile learning; nomenclature of organic compounds; information and communication technology.

Resumen:

Muchas investigaciones coinciden en afirmar que la enseñanza de la Química en los diferentes ámbitos educativos no logra despertar el interés esperado en el alumnado. Esta situación puede deberse a la existencia de currículos disciplinares alejados de la realidad de la sociedad actual y a la utilización de metodologías de enseñanza tradicionales. En los últimos años, las Tecnologías de la Información y la Comunicación están siendo muy utilizadas para la elaboración de materiales didácticos, y son numerosos los estudios que coinciden en demostrar cómo las mismas facilitan los procesos de enseñanza y de aprendizaje en sus diferentes etapas. Como un ejemplo del aporte de la tecnología a la educación CTS en determinados contextos sociales, el presente trabajo explica el desarrollo de una aplicación informática que aborda el tema de la nomenclatura de los compuestos orgánicos y que está destinada a estudiantes de Educación Media y Superior que cursen Química Orgánica. Dicha aplicación, que ha sido validada mediante la opinión de personas expertas en la temática, puede instalarse en cualquier teléfono celular con sistema operativo Android y contiene conceptos teóricos, ejercicios prácticos resueltos y autoevaluaciones para que puedan ser utilizadas por el estudiantado que cursa dicha asignatura en el momento en que lo considere necesario.

Palabras clave: aprendizaje móvil; nomenclatura de compuestos orgánicos; tecnologías de la información y la comunicación.

Introducción

Química Orgánica forma parte del ciclo inicial en carreras de grado relacionadas a las Ciencias Experimentales, y en ella se estudian las estructuras, las propiedades y las reactividades de los diferentes grupos funcionales y de las biomoléculas que éstos constituyen. La enseñanza



de esta asignatura requiere de la utilización de representaciones gráficas y modelos moleculares para facilitar la comprensión de los conceptos, y esto se demuestra en el uso que los libros de texto y demás bibliografía específica hacen de estas herramientas. En los últimos años, algunas personas investigadoras han comenzado a utilizar Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para su enseñanza en el nivel superior y han analizado el impacto producido por las mismas (Valbuena-Rodríguez y Navarro-Ramírez, 2016; Castillo, Ramírez y Ferrer, 2017; Delle-tesse, Nesprias y Eyler, 2019).

La Universidad Nacional del Litoral (UNL), casa de estudios centenaria de la República Argentina, ofrece la posibilidad de estudiar diecisiete carreras de grado y cuatro tecnicaturas en donde Química Orgánica forma parte del currículo, y en algunas de estas propuestas académicas es una asignatura de primer año, que debe ser cursada por estudiantes que, hasta el momento, sólo cuentan con conocimientos de Química General desarrollados en un único semestre de clases. Esta situación puede ser uno de las causales del bajo rendimiento académico observado durante el cursado de Química Orgánica, obligando al alumnado, en algunos casos, a cursar la asignatura en más de una oportunidad, con el consiguiente desmedro en sus calificaciones y que muchas veces puede llevarlo al abandono de sus estudios universitarios.

En este contexto, y como un aporte al conocimiento de esta asignatura, se desarrolló una herramienta didáctica basada en la informática que intenta amalgamar un contenido importante de la Química, cuya comprensión es necesaria para poder entender las unidades de estudio subsiguientes, con metodologías de enseñanza más dinámicas que promuevan el interés de aprender en el estudiantado.

Contextualización teórica

Aunque quizás muchas veces no nos detengamos a pensar en ello, nuestra vida cotidiana se encuentra atravesada por las Ciencias Experimentales. La *Biotecnología*, que mediante la utilización y/o modificación de organismos vivos participa activamente en numerosas industrias, transforma la agricultura mediante el mejoramiento de los cultivos o mejora la calidad de la vida humana mediante el desarrollo de vacunas; la Química Fina, tan importante para el desarrollo de precursores de medicamentos y fármacos, o la Microelectrónica, que se encarga del desarrollo de los microcomponentes necesarios para la fabricación de aparatos y dispositivos electrónicos, son solo algunos ejemplos que ilustran la importancia de este área del conocimiento. Y es aquí cuando nos preguntamos, ¿por qué esta rama de la ciencia no resulta ser atrayente para el estudiantado?

El descenso en las matrículas de carreras relacionadas a las Ciencias Experimentales es un fenómeno que se observa desde hace algunas décadas en diferentes países del mundo y con realidades económicas muy dispares, por lo que sería erróneo asignar la causa de este problema a una realidad social en particular o a la falta de recursos e infraestructura disponibles para ciertas actividades que este tipo de estudios requiere. Es evidente que existe un desinterés en el estudiantado por elegir este tipo de disciplinas, y en especial el área de la Química, al momento de evaluar alternativas para su formación profesional (Galagovsky, 2005).



Vázquez Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero Mas (2005) atribuyen esta realidad a los currículos recargados, aburridos y pocos relevantes, al profesorado poco innovador al momento de aplicar una metodología de enseñanza para explicar los conceptos y al fuerte contraste existente entre los libros de texto y la tecnociencia observada en nuestros días.

Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) es una propuesta educativa innovadora que, a pesar de que sus orígenes se remontan a un par de décadas y de obtener el apoyo de la UNESCO, que la ha promulgado mediante la creación de una división específica en su organización, aún hoy genera algunas polémicas en relación a las ventajas e inconvenientes que conlleva su aplicación. En términos generales, la intención primordial del movimiento CTS es comprender mejor la ciencia y la tecnología en un contexto social, es decir, tratar de explicar claramente de qué manera los desarrollos científicos y tecnológicos se relacionan con los procesos sociales que han surgido a lo largo de la historia (Acevedo Díaz et al., 2003). Un claro ejemplo de la relación entre la tecnología y la sociedad puede observarse en estos tiempos de pandemia que atraviesa nuestro planeta durante el año 2020. Esta situación inédita ha obligado al profesorado de todos los niveles educativos a implementar herramientas de enseñanza basadas en la tecnología, debido a la imposibilidad de dictar clases presenciales. Asimismo, es bien sabido que la mayoría del estudiantado de Educación Media y Superior dispone de un teléfono celular, situación que facilita el acceso a desarrollos informáticos que posibiliten el aprendizaje virtual en tiempos de aislamiento.

La *alfabetización científica* pretende promover la formación de una ciudadanía crítica y responsable, capaz de tomar decisiones apropiadas en relación a numerosas cuestiones que inciden en nuestra sociedad actual, cada vez más impregnada en ciencia y tecnología (Porro y Roncaglia, 2016). La realidad indica que este objetivo no está siendo logrado en la totalidad del estudiantado, probablemente debido a la carencia de destrezas básicas que le permitan incorporar aprendizajes propios de este área (Manassero Mas y Vázquez Alonso, 2019). Ante esta situación, resulta imprescindible implementar estrategias educativas diferentes a las tradicionales para alcanzar el fin deseado (Porro, 2017).

Adquirir conocimientos mediante el cumplimiento de pautas educativas consideradas como primordiales para la formación académica del estudiantado, es uno de los propósitos más importantes de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (De la Torre Navarro y Domínguez Gómez, 2012). La docencia tradicional se ha caracterizado por el desarrollo de clases magistrales en donde el profesorado, valiéndose de la bibliografía básica de la asignatura, expone sus conocimientos y el alumnado incorpora los conceptos, para finalmente ser examinados en una instancia de evaluación (Ausín et al., 2016). La enseñanza impartida en este tipo de sistema educativo, frecuentemente observada en el nivel universitario, suele ser netamente transmisiva, sin detenerse a analizar si los contenidos fueron comprendidos e incorporados por el estudiantado o si resultan ser relevantes para los intereses y necesidades actuales. Y es sabido que el estudiantado que no logra conectar con un determinado conocimiento, probablemente recepcione pasivamente y finja estar prestando atención en clase, pero olvidará fácilmente ese concepto al no encontrar conexión con la realidad o con algún tema que sea de su interés (Ramos Mejía, 2020). Por otra parte, tampoco se reflexiona sobre si se ha logrado estimular el pensamiento crítico, conociendo la importancia que tiene éste para el desarrollo de competencias básicas



en ciencia y tecnología, además de ser considerado como una de las grandes finalidades de la educación científica (Blanco López, España Ramos y Franco-Mariscal, 2017).

El movimiento CTS propone innovaciones en el currículo de todos los niveles de enseñanza, con la finalidad de formar a las personas en conocimientos y valores (Acevedo-Díaz, 1996). Manuel Castells plantea que no se debe buscar que el estudiantado aprenda ciertas capacidades o habilidades, sino que en realidad debe generarse en él la capacidad de continuar aprendiendo permanentemente, para poder así *reprogramarse* ante cada tarea nueva que le vaya surgiendo en la vida profesional, porque tiene la capacidad mental, intelectual y educativa para hacerlo (Castells, 2016). Por su parte, Prensky introdujo el concepto de *digital natives*, haciendo referencia a una generación de estudiantes que ha crecido junto a la tecnología y ha adoptado el lenguaje digital de las computadoras, los teléfonos celulares, Internet, los correos electrónicos y las redes sociales (Prensky, 2001).

A lo largo de los años, el alumnado ha desarrollado habilidades para superar con éxito las diferentes etapas del aprendizaje, lo que ha obligado al profesorado a generar nuevas estrategias de transmisión de conocimientos. Este nuevo contexto ha fomentado la necesidad de revisar las planificaciones y las prácticas educativas vigentes, y como respuesta a este proceso han surgido nuevas metodologías de enseñanza, que tienen por objetivo, a través de la implementación de diseños curriculares dinámicos y flexibles, promulgar una innovación a nivel educativo y que implica el desarrollo de alternativas de enseñanza superadoras a las tradicionales, que estimulen la curiosidad, la motivación y la capacidad creativa del estudiantado, facilitando así los procesos de enseñanza y de aprendizaje (De Longhi, 2005). La enseñanza mediada por recursos multimedia o propuestas basadas en el *aprendizaje colaborativo*, donde el alumnado interactúa con pares y aprende a estimular la capacidad de reflexión crítica en forma colectiva (Dejo Oricain, 2015; Roselli, 2016), son ejemplos de estas nuevas metodologías desarrolladas. Sin embargo, a pesar de la fuerte instalación de la tecnología en nuestra vida cotidiana, algunas personas investigadoras, como por ejemplo Spiegel (2013), cuestionan las definiciones de Prensky y plantean las dificultades que existen para incorporar estas herramientas en el contexto educativo. En virtud de esta situación, la propuesta de una innovación curricular implica un análisis profundo de la realidad actual del estudiantado y de sus necesidades, como así también de la factibilidad de su aplicación, requiriendo esto un compromiso absoluto por parte del profesorado y de las instituciones en el diseño y en la implementación de la misma.

Las *Tecnologías de la Información y la Comunicación* (TIC) son herramientas que facilitan el tratamiento y la transmisión de la información, y que pueden ser utilizadas para la elaboración de materiales didácticos, facilitando el aprendizaje y el desarrollo de habilidades al favorecer el pensamiento crítico y reflexivo a medida que el alumnado interactúa con ellas (Hernández et al., 2014). Conforman un conjunto de recursos didácticos, que pueden presentarse de diferentes maneras y con diversos enfoques, pero de ninguna manera constituyen un modelo educativo (Valverde Crespo, González Sánchez y de Pro Bueno, 2017).

Todos los años se redacta el *New Media Consortium Horizon Report*, que identifica y describe las tecnologías emergentes que tendrán impacto significativo en la Educación Superior. La comparación entre las herramientas propuestas por esta publicación en años anteriores y aquellas que



realmente se utilizan en la educación actual permite inferir que, a nivel local, existe una incorporación paulatina de las mismas como pedagogías innovadoras. Los libros electrónicos, las tecnologías móviles destinadas al aprendizaje colaborativo, la realidad aumentada y los juegos en serie son ejemplos de tecnologías emergentes utilizadas en este ámbito (Concari, 2014). Para los próximos cinco años, se prevé el empleo de tecnologías de aprendizaje adaptativo, Internet de las cosas, Inteligencia Artificial e Interfases Naturales de Usuario, entre otras (Adams Becker et al., 2017).

Los últimos años han sido testigos de la implementación de nuevas metodologías en el ámbito educativo y muchas investigaciones han estudiado de qué manera contribuyen a los procesos de construcción del conocimiento (Calderón et al., 2015; Maldonado Berea y Vega Gea, 2015; Morales Capilla, Trujillo Torres y Raso Sánchez, 2015; Real Torres, 2019; Torres-Toukoumidis y González-Moreno, 2019). El potencial educativo de las TIC no sólo depende de la manera en que el profesorado y el estudiantado haga uso de las mismas, sino que también se ve influenciado por factores externos, como son la falta de recursos y/o de soporte técnico. La superación de estos obstáculos estará supeditada a las políticas institucionales que establezcan los establecimientos educativos (González Pérez y de Pablos Pons, 2015) y a las políticas públicas en materia educativa que cada país ejecute.

Las Ciencias Experimentales han tenido que desarrollar su propio lenguaje para comunicar sus conceptos. En particular, la Química presenta un vocabulario específico y está constituido por fórmulas y convenciones que representan diferentes compuestos y sus mecanismos de reacción. Debido a esto, es esperable que exista una distancia importante entre el lenguaje cotidiano del estudiantado y el lenguaje disciplinar (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014) y es tarea del profesorado “ayudar al desarrollo de las formas de hablar propias de las ciencias” (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000, p. 273). Wirtz, Kaufmann y Hawley (2006) afirman que los principales obstáculos encontrados para el aprendizaje de la nomenclatura química se deben a que ésta se presenta con una serie de reglas en los primeros capítulos de los libros de texto y sin conexión con los contenidos que se describen en apartados posteriores, por lo que el alumnado no logra establecer una lógica que le permita entender el origen de dichas reglas, situación que propicia una disminución del entusiasmo por el tema (citado en Gómez-Moliné, Morales y Reyes-Sánchez, 2008).

Los compuestos orgánicos inicialmente fueron nombrados teniendo en cuenta sus orígenes o fuentes de aislamiento, pero dichos nombres no respondían a ninguna regla general y, como era de esperar, la nomenclatura orgánica rápidamente se tornó confusa. En la actualidad, la *Unión Internacional de Química Pura y Aplicada* (IUPAC) es quien, a través de una clasificación estandarizada, asigna a cada compuesto orgánico un nombre inequívoco y una única estructura química, teniendo en cuenta los grupos funcionales presentes en las moléculas.

Si bien es cierto que el estudio de la nomenclatura de los compuestos orgánicos puede resultar tedioso para el alumnado, es necesario que sus principios básicos sean asimilados correctamente, ya que constituyen los pilares sobre los cuales se asientan el resto de los conceptos de esta rama de la Química, muchos de ellos de importancia y relevancia para la resolución de necesidades de la sociedad actual. En este sentido, diferentes investigaciones refieren a la utilización de TIC para facilitar el proceso de aprendizaje de la nomenclatura de los compuestos orgánicos (Hernández Rangel et al., 2013; Toro Gil, 2016; Díaz, Prieto y Najar Sánchez, 2018),



pero ninguna de ellas involucra el uso de teléfonos celulares como instrumento mediador. Resultaría oportuno desarrollar herramientas educativas que puedan ser utilizadas en estos dispositivos, para luego estudiar como éstos contribuyen a un aprendizaje significativo.

Promover la alfabetización tecnocientífica de profesionales en formación mediante el desarrollo de innovaciones didácticas que favorezcan los procesos de enseñanza y de aprendizaje de tópicos importantes, es una de las tantas formas existentes para incentivar la Educación CTS.

Metodología

Esta investigación forma parte del desarrollo de una tesis doctoral que se encuentra en su etapa inicial, y comprende el desarrollo de la aplicación informática y su correspondiente validación.

Con la intención de aportar una herramienta para la enseñanza de la Química Orgánica al estudiantado que cursa dicha asignatura en carreras de grado de la UNL relacionadas a las Ciencias Experimentales, se diseñó una aplicación informática para teléfonos celulares (app). La misma ha sido desarrollada por quienes realizamos este trabajo, es de fácil descarga y utilización, y cuenta, de manera interactiva, con conceptos teóricos relacionados a la nomenclatura de los compuestos orgánicos y ejercicios resueltos, para que los mismos puedan ser utilizados por el alumnado en el momento necesario y sin necesidad de conectividad a Internet una vez que ha sido instalada en los dispositivos electrónicos. También se puede acceder a una autoevaluación con preguntas de opción múltiple y de tipo verdadero o falso, que arroja, una vez finalizada la misma, un puntaje final en función de lo respondido por la persona usuaria. Por último, la aplicación también ofrece la posibilidad de consultar conceptos teóricos relacionados a la temática abordada. La selección de estos contenidos se realizó consultando bibliografía específica de la asignatura, utilizando ejemplos representativos de las diferentes familias de compuestos orgánicos, agrupadas por la presencia de grupos funcionales similares. La nomenclatura utilizada fue la recomendada por IUPAC en su actualización más reciente (2013), aunque también se hace referencia a la nomenclatura común, ampliamente difundida y utilizada en el ámbito científico.

El sistema se desarrolló con el lenguaje de programación Java junto al entorno de desarrollo integrado (IDE) Android Studio. Esta herramienta didáctica permite ser instalada en cualquier teléfono celular con sistema operativo Android, versión JellyBean o superior (+4.1).

Para la validación de la propuesta diseñada, y adaptando el modelo de trabajo propuesto por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008), se recurrió a la opinión de personas expertas en el campo de la Química Orgánica, de la Informática y de la Didáctica de la Educación. El número total de personas expertas consultadas ascendió a once, quienes en función de los criterios e indicadores brindados (Tabla 1), otorgaron un puntaje variable entre 1 y 5 en cuanto a la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de los contenidos de la app sujeta a evaluación. Obtenidas todas las respuestas solicitadas, se calculó una media global para cada categoría puntuada, adoptando el criterio de dar por validada la app si el promedio obtenido para cada categoría es igual o superior a 3 puntos.



Tabla 1: Criterios e indicadores de las categorías sujetas a evaluación

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Hace referencia a que los temas abordados en el material teórico y en los ejercicios prácticos expresan los contenidos básicos de la nomenclatura orgánica	1 (no cumple con el criterio)	Los contenidos no se corresponden con la nomenclatura orgánica
	2 (nivel bajo)	Sólo se abordan contenidos mínimos de la nomenclatura orgánica
	3 (nivel aceptable)	Se abordan contenidos básicos de la nomenclatura orgánica, pero no existe un desarrollo en profundidad
	4 (nivel bueno)	Se abordan numerosos contenidos de la nomenclatura orgánica, pero sin llegar a ser suficientes
	5 (nivel alto)	Los contenidos son suficientes para el estudio de la nomenclatura orgánica
CLARIDAD Hace referencia a que la sintáctica y la semántica de los conceptos teóricos y de los enunciados de las actividades prácticas son adecuadas para su correcta comprensión	1 (no cumple con el criterio)	Los contenidos y enunciados no son claros
	2 (nivel bajo)	La mayoría de los contenidos y enunciados no son claros desde el punto de vista semántico y/o sintáctico
	3 (nivel aceptable)	Se requieren modificaciones semánticas y/o sintácticas en algunos contenidos y enunciados
	4 (nivel bueno)	La mayoría de los contenidos y enunciados son claros desde el punto de vista semántico y sintáctico
	5 (nivel alto)	Todos los contenidos y enunciados son claros desde el punto de vista semántico y sintáctico
COHERENCIA Hace referencia a que los contenidos de la app se corresponden con los conceptos que se intentan enseñar	1 (no cumple con el criterio)	Los contenidos no se relacionan con la nomenclatura orgánica
	2 (nivel bajo)	Existe una relación mínima entre los contenidos y la nomenclatura orgánica
	3 (nivel aceptable)	Existe una relación moderada entre los contenidos y la nomenclatura orgánica
	4 (nivel bueno)	Los contenidos se encuentran mayormente relacionados con la nomenclatura orgánica
	5 (nivel alto)	Los contenidos se encuentran totalmente relacionados con la nomenclatura orgánica
RELEVANCIA Hace referencia a que los contenidos abordados en la app son importantes para la comprensión de la nomenclatura orgánica	1 (no cumple con el criterio)	La app es irrelevante para la enseñanza de la nomenclatura orgánica
	2 (nivel bajo)	La app tiene una relevancia mínima para la enseñanza de la química orgánica
	3 (nivel aceptable)	La app tiene una relevancia moderada para la enseñanza de la nomenclatura orgánica
	4 (nivel bueno)	La app tiene una relevancia importante para la enseñanza de la nomenclatura orgánica
	5 (nivel alto)	La app es necesaria para la enseñanza de la nomenclatura orgánica



Se utilizó el software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para el análisis cuantitativo de los resultados obtenidos en el proceso de validación.

Resultados

La app *Nomenclatura Orgánica* puede descargarse gratuitamente ingresando a Google Play Store, disponible en el menú de cualquier teléfono celular con sistema operativo Android. Para su localización, se colocan las palabras “nomenclatura orgánica” en el buscador de la tienda de aplicaciones y de las búsquedas encontradas, se selecciona aquella que se encuentra registrada con el nombre “Nomenclatura Orgánica” (Faustino Gagneten), cuyo logo es una molécula de color azul (Figura 1). Dicha aplicación puede permanecer localizada en el almacenamiento interno del dispositivo o en una tarjeta de memoria, según la decisión de la persona usuaria. Una vez instalada, el acceso directo a la misma aparece en el menú principal del teléfono.

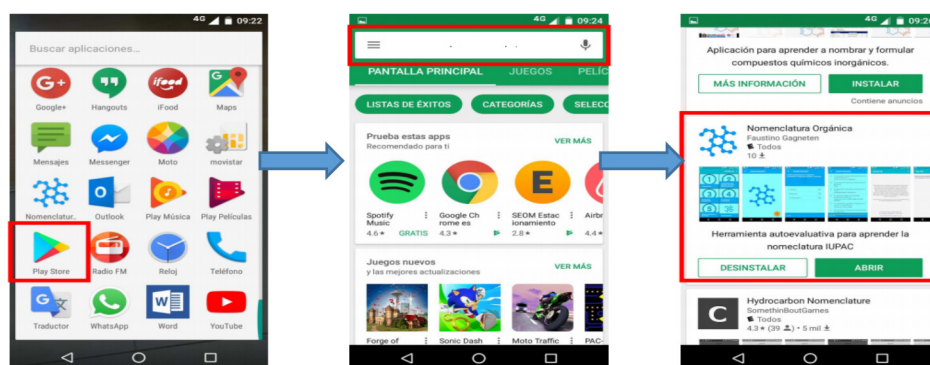


Figura 1: Secuencia de pasos para descargar en el teléfono celular la app “Nomenclatura Orgánica” a partir de Google Play Store

Ingresando en la app, se observa una pantalla principal (Figura 2) que se encuentra dividida en seis secciones, cinco de ellas corresponden a ejercicios prácticos agrupados en familias de compuestos orgánicos, y una última sección que contiene una autoevaluación. También puede accederse desde esta pantalla a un archivo de contenidos teóricos relacionados a la temática abordada.



Figura 2: Pantalla principal de la app a partir de la cual se puede acceder a los conceptos teóricos, ejercicios prácticos y autoevaluación

Cada sección contiene una serie de ejercicios que consisten en responder el nombre correcto de un compuesto orgánico determinado que se visualiza en la pantalla del teléfono celular. La app ofrece a la persona usuaria un espacio destinado para ingresar manualmente el nombre que se cree correcto para dicho compuesto, o bien permite seleccionar una o más opciones correctas en el caso de que la pregunta sea de opción múltiple (Figura 3). Al presionar sobre la tilde que aparece en la pantalla, la misma puede virar hacia un color verde o un color rojo si la respuesta dada es correcta o incorrecta, respectivamente. Finalizada la resolución de los ejercicios de cada sección, la app muestra un resumen de las respuestas consignadas, indicando las correctas en el supuesto caso de que se hayan cometido errores, y que sirve como control para detectar posibles problemas conceptuales. El procedimiento es similar para todas las secciones disponibles.

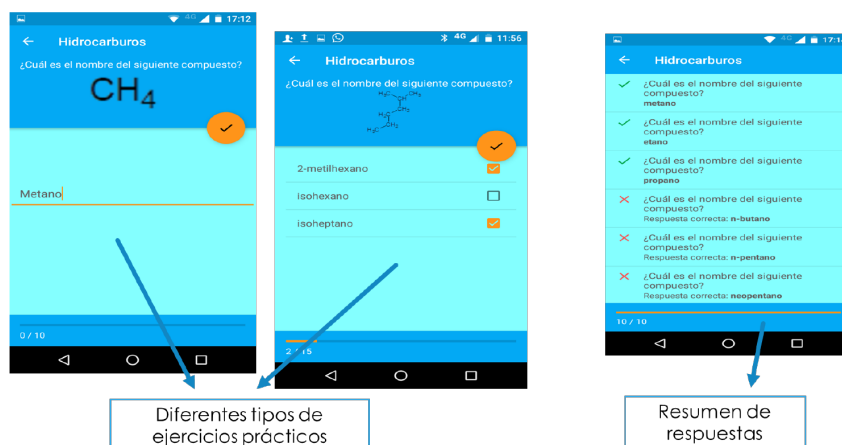


Figura 3: Ejemplos de ejercicios prácticos propuestos en la app y resumen de respuesta para una sección en particular



La última sección de la pantalla principal es una autoevaluación que consiste en 25 preguntas de naturaleza variada (Figura 4). Estas preguntas abarcan la totalidad de los contenidos teóricos del tema de estudio. Cuando se completa la misma, se visualiza un resumen de las respuestas elegidas y de las respuestas correctas, y volviendo a la pantalla principal, el puntaje final obtenido en la actividad.



Figura 4: Autoevaluación con preguntas de opción múltiple o de tipo verdadero o falso y puntaje obtenido por la persona usuaria que realiza la actividad

En el extremo superior derecho de la pantalla principal, se encuentra un botón de acceso simbolizado por tres puntos, en donde, al presionar el mismo, se despliega un menú con tres opciones. Seleccionando la opción *Apuntes*, se puede acceder a un archivo en formato pdf que resume las reglas de la nomenclatura orgánica y que puede ser consultado en el momento deseado (Figura 5). En este mismo botón de acceso, existe la posibilidad de reiniciar la aplicación, borrando las respuestas dadas, tanto en las ejercitaciones de las diferentes secciones como en la autoevaluación. Para ello, se debe elegir la opción *Reiniciar*.

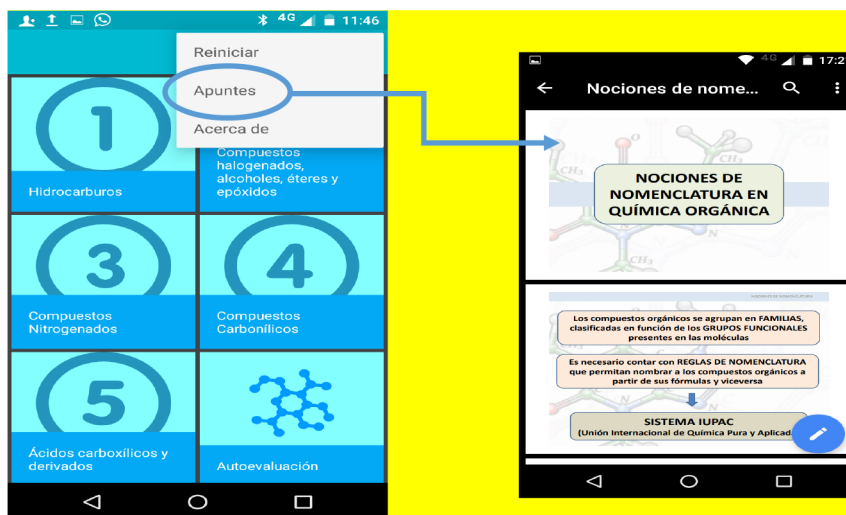


Figura 5: Archivo en formato pdf accesible para la persona usuaria desde la pantalla principal y en el cual pueden consultarse las reglas de la nomenclatura orgánica

Como parte del proceso de validación, ocho personas expertas en el área de la Química asignaron un puntaje en cuatro categorías diferentes relacionadas a los contenidos de la herramienta desarrollada (Tabla 2). En una escala variable entre 1 y 5 puntos, las medias globales obtenidas fueron 4,50, 4,25, 4,88 y 3,88 para las categorías de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia, respectivamente.

Tabla 2: Puntajes asignados por el jurado de expertos a las categorías evaluadas

PERSONAS EXPERTAS	CATEGORÍAS			
	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	RELEVANCIA
Persona experta 1	5	4	5	4
Persona experta 2	5	4	5	4
Persona experta 3	5	4	5	4
Persona experta 4	3	4	5	3
Persona experta 5	4	5	4	4
Persona experta 6	5	5	5	4
Persona experta 7	5	4	5	4
Persona experta 8	4	4	5	4
MEDIA GLOBAL	4,50	4,25	4,88	3,88

Dos profesionales en Sistemas de la Información realizaron una evaluación cualitativa en relación al diseño y programación de la aplicación desarrollada:



“Como profesional de informática, destaco la muy buena UI - Interfaz de usuario (muy clara y amigable estética de la app) y respecto a la UX – Experiencia de usuario; muy intuitiva el uso de la app y la interacción con el usuario. Muy buena experiencia me resultó la usabilidad, las interacciones y la funcionalidad del producto” (Profesional en Sistemas de la Información 1).

“El nivel de profesionalismo con el cual está desarrollada la aplicación es muy bueno. Diseños consistentes, correcta combinación de colores, cantidad justa de información y velocidad de respuesta excelente. Brinda a los estudiantes una herramienta potente, sencilla y fácil de utilizar con la cual pueden llevar a cabo la práctica de la temática” (Profesional en Sistemas de la Información 2).

Finalmente, se indagó la opinión de una Doctora en Educación y Profesora a cargo de la asignatura Didáctica General de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la UNL, quien afirmó lo siguiente:

“Me parece realmente interesante que puedan diversificarse materiales y herramientas para el trabajo en torno a determinados contenidos. Mucho más si se trata de recursos digitales que dialogan en un lenguaje similar al de los jóvenes y en este sentido pueden acercar, facilitar, habilitar códigos comunes. Siempre que medie una propuesta disciplinar que los potencie.”

En virtud de estos comentarios y de las medias globales obtenidas en el análisis cuantitativo, considerando que ninguna categoría obtuvo un puntaje promedio menor a 3, se consideró validada la aplicación para poder comenzar a utilizar la misma en etapas posteriores de la presente investigación.

Conclusiones

La aplicación para teléfonos celulares *Nomenclatura Orgánica* fue desarrollada con la intención de elaborar un material educativo informático para el estudiantado que cursa Química Orgánica en diferentes carreras de grado de la UNL, incentivando el uso de teléfonos celulares con fines educativos. Esta nueva herramienta didáctica, que ha sorteado con éxito el proceso de validación por parte de un jurado de personas expertas, pretende ser un aporte que facilite la comprensión y la práctica de un contenido básico de la asignatura, cuyo conocimiento resulta esencial para poder entender conceptos específicos del área y que resultan de interés para el desarrollo del pensamiento crítico de profesionales en formación, quienes, en un futuro, deberán tomar decisiones en cuestiones relacionadas a la sociedad en que vivimos. El acceso libre y gratuito a esta app permite a las personas usuarias hacer uso de la misma en el momento en que lo dispongan y durante el tiempo que consideren conveniente.

El poder contar con una herramienta que permita al estudiantado incorporar conocimientos sin necesidad de asistir a las aulas, ya sea por cuestiones personales del alumnado o por situaciones que imposibilitan el acceso a la educación presencial, resalta la importancia de la tecnología en resolver problemas de la sociedad, y convierte a la enseñanza de la nomenclatura



orgánica mediante el uso de una app para teléfonos celulares en un ejemplo de educación CTS, cuyo impacto debe ser investigado.

Este desarrollo, que hasta el momento registra más de cinco mil descargas en Google Play Store, está siendo utilizado por estudiantes de diferentes carreras de grado de la UNL relacionadas a las Ciencias Experimentales. La validación de la propuesta didáctica desarrollada por parte de las personas usuarias es el próximo paso necesario de esta investigación y se realizará mediante el análisis de encuestas y entrevistas en profundidad, tanto al estudiantado como al profesorado participante en este trabajo. Esta etapa se encuentra en sus instancias preliminares y los resultados obtenidos hasta el momento no son suficientes para conocer una valoración fidedigna de la herramienta.

Incorporar tecnología a las prácticas pedagógicas no garantiza el éxito de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sino que requiere de una revisión crítica de los contenidos a enseñar y de los objetivos del aprendizaje, de la voluntad del profesorado para capacitarse y modificar sus actividades tradicionales y de la aceptación de estas nuevas modalidades de trabajo por parte del estudiantado (Concari, 2014). La aceptación de esta app como una nueva herramienta educativa implicará planificar minuciosamente su empleo en el dictado de la asignatura y la evaluación de los resultados, siempre teniendo en cuenta el objetivo final de este trabajo, que es favorecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje en las Ciencias Experimentales en general y de la nomenclatura de la Química Orgánica en particular.

Agradecimientos

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del PICT 2016-0594 "Investigación de propuestas innovadoras para la enseñanza de las Ciencias Experimentales: estudio de casos en distintos niveles del sistema educativo".

Referencias

- Acevedo Díaz, J. A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*, 13, 26-30.
- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A., & Acevedo Romero, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, USA: The New Media Consortium.
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación Universitaria*, 9(3), 31-38.
- Blanco López, A., España Ramos, E., & Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.



- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., Iannelli, L. M., & Gil, S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 212-226.
- Castells, M. (2016). *Reflexiones sobre la nueva educación*. Entrevista del Consell Escolar de Catalunya. <http://www.youtube.com/watch?v=AAkAmRJT5dA>.
- Castillo, A., Ramírez, M., & Ferrer, R. (2017). Aula virtual como estrategia para el aprendizaje de Química Orgánica. *Educ@ción en contexto*, 2(5), 95-111.
- Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), 494-503.
- De la Torre Navarro, L. M., & Domínguez Gómez, J. (2012). Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje a través de los objetos de aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica*, 4(1), 91-100.
- De Longhi, A. L. (2005). Propuestas para un proceso de formación continua de docentes innovadores en educación en ciencias. En A. L. de Longhi (Ed.), *Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela* (pp. 8-19). Córdoba, Argentina: Universitas.
- Dejo Oricain, N. (2015). Adquisición de competencias en el marco del Aprendizaje Cooperativo: valoración de los estudiantes. *Revista de Docencia Universitaria*, 13(1), 339-359.
- Delletesse, M. I., Nesprias, R. K., & Eyley, G. N. (2019). Tecnologías que aportan al desarrollo de competencias en Química Orgánica. *Educación de la Química en Línea*, 25(2), 144-152.
- Díaz, L. M., Prieto, L. Y., & Najar Sánchez, O. (2018). Aprendizaje de nomenclatura orgánica con un ambiente híbrido. *Vínculos*, 15(2), 175-185.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.
- Farré, A. S., Zugbi, S., & Lorenzo, M. G. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. *Educación Química*, 25(1), 14-20.
- Galagovsky, L. R. (2005). La enseñanza de la Química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Revista Química Viva*, 1(4), 8-22.
- Gómez Moliné, M. R., Morales, M. L., & Reyes-Sánchez, L. B. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19 (3), 201-206.
- Gómez-Moliné, M. R., & Sanmartí, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, 11(2), 266-273.
- González Pérez, A., & de Pablos Pons, J. (2015). Factores que dificultan la integración de las TIC en las aulas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 401-417.
- Hernández, M. R., Rodríguez, V. M., Parra, F. J., & Velázquez, P. (2014). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica a través de imágenes, juegos y videos. *Formación Universitaria*, 7(1), 31-40.
- Hernández Rangel, S. H., Alvarado Martínez, R. M., Teherán, P., & León, J. C. (2013). Diseño e implementación, apoyada en Tecnologías de la Información y la Comunicación, de una unidad temática para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista TECKNE*, 11(1), 6-13.
- Maldonado Berea, G. A. & Vega Gea, E. (2015). Actitud de los estudiantes universitarios ante la plataforma Moodle. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 47, 105-117.
- Manassero Mas, M. A. & Vázquez Alonso, A. (2019). Enseñar a pensar: aprendizaje competencial de temas CTSA. *Indagatio Didactica*, 11(2), 141-160.



- Morales Capilla, M., Trujillo Torres, J. M. & Raso Sánchez, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la universidad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 103-117.
- Porro, S. (2017). La educación CTS: una posible solución al fracaso escolar en la formación de ciudadanía. En R. Cervini (Ed.), *El fracaso escolar. Diferentes perspectivas disciplinarias* (pp. 143-155), Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- Porro, S. & Roncaglia, D. I. (2016). La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones. *Indagatio Didactica*, 8(1), 61-73.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the horizon*, 9(5), 1-6.
- Ramos Mejía, A. (2020). ¿Cómo se puede usar el celular como pretexto para enseñar la Tabla Periódica? *Educación Química*, 31(1), 49-61.
- Real Torres, C. (2019). El modelo Flipped Learning en la docencia universitaria. Una experiencia piloto en el aprendizaje y enseñanza de las lenguas clásicas. En Vega Navarro, A. (Ed.). *De los procesos de cambio al cambio con sentido*. (pp. 294-301), Canarias, España: Universidad de La Laguna.
- Roselli, N. D. (2016). El aprendizaje colaborativo: bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 219-280.
- Spiegel, A. (2013). *Ni tan genios ni tan idiotas. Tecnologías: qué enseñar a las nuevas generaciones (que no sepan)*. Rosario, Argentina: Homo Sapiens.
- Toro Gil, J. M. (2016). *Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje, utilizando plantas medicinales como estrategia para la enseñanza de la nomenclatura orgánica* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Torres-Toukoumidis, A. & González-Moreno, S. E. (2019). Gamificación en la Educación Superior: estudio de caso México y Ecuador. En V. Ojeda-Serna, M. C. Caldeiro-Pedreira y G. Godoy Guevara (Ed.), *Perspectivas actuales de la Educomunicación. Desarrollo de la competencia mediática en el contexto iberoamericano* (pp. 163-183). Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Valbuena-Rodríguez, S. & Navarro-Ramírez, M. A. (2016). Diseño de un material didáctico multimedia de laboratorio de química orgánica. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(22), 78-82.
- Valverde Crespo, D., González Sánchez, J. & de Pro Bueno, A. (2017). ¿Qué sub-competencias digitales muestran unos alumnos de 4° de Educación secundaria obligatoria ante una animación sobre una reacción química a nivel microscópico? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 40-57.
- Vázquez Alonso, A., Acevedo Díaz, J. A. & Manassero Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), s.p.