

LA ESTEREOISOMERÍA EN LOS LIBROS DE TEXTO Y EL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA PARA PROMOVER LA VISUALIZACIÓN

Cristian Merino Rubilar, Jonathan Vargas, Sergio Bernal,
Nicole Nilo, Waldo Quiroz, Marcela Arellano, Joaquín Castillo
Instituto de Química. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

RESUMEN: El presente trabajo que forma parte de uno mayor (Fondecyt 1150659) aborda los criterios usados en la revisión de libros de textos sobre estereoisomería para el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) en química orgánica, con el uso de realidad aumentada (RA). En esta comunicación, presentamos una actividad prototipo diseñada para la enseñanza de estereoisomería e isomería en compuestos orgánicos para educación secundaria.

PALABRAS CLAVE: secuencia, modelización, visualización, estereoquímica.

OBJETIVOS: Indagar en la presentación del contenido en los textos escolares para luego diseñar, una secuencia para el aprendizaje en estereoisomería y su promoción de capacidad metavisual, aumentando las visualizaciones con realidad aumentada.

MARCO TEÓRICO

La visualización, es una de las competencias más importantes para el aprendizaje de las ciencias, ya que, existen conceptos complejos que hacen referencia a entidades (p.e., átomos), propiedades (p.e. energía) y procesos (p.e., vías metabólicas) a niveles microscópicos que no pueden ser visualizados o representados a simple vista (Gilbert, 2005, 2008). Se recurre a modelos visuales, como p.e. diagramas y animaciones para representar a estos hechos a una escala mayor, para ayudar a los estudiantes con la construcción de conocimiento de los contenidos (Gilbert y Treagust, 2009). Si bien existe abundante teorización al respecto (Gilbert, 2005), se hace necesario aportar con más ejemplos de materiales educativos en el aula sobre la naturaleza de la visualización para la educación científica. Asimismo, sigue existiendo una brecha en la literatura en cuanto a la naturaleza de las representaciones basadas en el proceso cognitivo de la visualización, y más aún sobre secuencias de enseñanza orientadas hacia la promoción de la visualización para el estudiantes de secundaria (Cheng y Gilbert, 2014). Por tanto,

nuestro objetivo es indagar en la presentación del contenido en los textos escolares para luego diseñar, una secuencia para el aprendizaje en química y su promoción de capacidad metavisual, aumentando las visualizaciones con realidad aumentada (Carmigniani y Furht, 2011).

Llorente (2000) plantea que las imágenes, gráficos e ilustraciones son ejemplos de sistemas simbólicos, los cuales permiten “recoger, empaquetar y presentar información y nuevas dimensiones del conocimiento”, a lo cual Brooks (2009) identifica como la capacidad metavisual del estudiante. Por su parte, Perales y Jiménez (2002) señalan que las ilustraciones en los libros de textos tienen diversas finalidades, desde la simple función de decorar a describir y explicar situaciones descritas, por ello los lectores pueden beneficiarse de las imágenes incluidas en un texto para mejorar su comprensión de las relaciones entre los conceptos favoreciendo la producción de modelos mentales, los cuales son determinantes para comprender conceptos complejos que hacen referencia a niveles microscópicos que no pueden ser visualizados o representados a simple vista. Llorente (2000) menciona que se precisa una serie de destrezas para comprender a cabalidad una imagen especialmente en contenidos relacionados a áreas del currículum como por ejemplo la visualización tridimensional en química y la rotación de modelos tridimensionales en esta misma área.

La visualización desempeña un papel importante en la formación científica. Como la visualización se realiza sobre la base de un modelo, se presenta un problema epistemológico y ontológico, dado que los modelos son colocados en el espacio público (libros de texto, videos, tv, etc.) a través de una serie de “modos y sub-modos” de representación. La visualización es fundamental para el aprendizaje, especialmente en las ciencias, porque los estudiantes tienen que aprender a desplazarse entre y por los modos de representación (micro, macro, simbólico) (Ordenez, Arellano, Jara, y Merino, 2014). Por lo tanto, se argumenta que los estudiantes para aprender ciencias y en particular química, requieren desarrollar una capacidad metavisual. Si la visualización es un aspecto importante, donde la percepción es el principal foco de interés, entonces no poseer una competencia metavisual tendría graves consecuencias para las oportunidades de aprendizaje.

Las ideas anteriormente abordadas nos invita a preguntarnos: ¿qué características tiene la presentación de la estereoisomería en los libros de textos? ¿qué características podría tener una nueva presentación de este contenido y recursos?

METODOLOGIA

El diseño de la investigación se enmarca desde una perspectiva de Investigación Diseño Educativo (Plomp 2009) y contempla 3 fases (diagnóstico, diseño y evaluación). Fase 1; para la selección de los temas de las secuencias a diseñar se envió una encuesta a escuelas de todo el país, en formato digital. Se solicitó a los profesores de química que seleccionaran aquellos temas que son complejos de enseñar y tendrían un alto potencial si se diseñaran materiales con una narrativa que es significativamente aumentada por visualizaciones con realidad aumentada (Gilbert y Afonso 2014). De las 284 respuestas recogidas los temas mayormente seleccionados por los docentes fueron: a) modelo mecano-cuántico, b) distribución espacial de las moléculas, c) fuerzas intermoleculares, d) estequiometría, e) propiedades coligativas, f) propiedades fisicoquímicas del carbono, g) estereoquímica e isomería. En virtud de estos resultados, se prosiguió con emplear los 3 libros entregados por el Ministerio de Educación del Gobierno de Chile a todos los centros escolares para proceder a su revisión (criterio de cobertura). A continuación se señalan los principales datos bibliográficos de los tres libros de texto revisados, en la unidad de estereoquímica e isomería.

Tabla 1.
Datos bibliográficos de los textos revisados

<i>ID</i>	<i>Nombre del libro</i>	<i>Autor(es)</i>	<i>Año</i>	<i>Editorial</i>	<i>Páginas</i>
L1	Texto del Estudiante, Química 2º medio.	Cabello, M.	2014	Ediciones Cal y Canto	191 - 200
L2	Texto del Estudiante, Química 2º medio.	Lagos, C., Roco, A., Valdebenito, S.	2013	Santillana	138 - 146
L3	Puentes del Saber, Química 2º medio.	Figueroa, W., Maureira, C., Galdámez A.	2016	Santillana	188 - 195

Para el análisis de los textos se seleccionaron tres criterios “trazadores” que se describen en la tabla 2. Estos criterios fueron seleccionados a partir de la revisión de otros estudios en el área que los usan como referente (Perales y Jiménez, 2002; Poblete, Rojas, Merino, y Quiroz, 2016).

Tabla 2.
Criterios empleados para la revisión de libros de textos

<i>ID</i>	<i>Criterio</i>	<i>Autor</i>	<i>Descripción</i>
C1	Homogeneidad	Zabalza (2000)	Clasificación general de acuerdo a distribuciones que son: Simple homogénea, Simple heterogénea, Compleja con alternativas, Compleja con retroactividad, Compleja con espiral y Compleja convergente.
C2	Función epistemológica	Bunge (2000)	Se describen las imágenes en forma particular, de acuerdo a cuatro eventos orientados en la Descripción, Explicación, Predicción y Acción.
C3	Función didáctica	Perales y Jiménez (2002)	Se describen las imágenes en forma particular, con eventos que se clasifican como: 1-Evocación, 2-Definición, 3-Aplicación, 4-Descripción, 5-Interpretación y 6-Problematización.

A partir de la revisión de los textos, se emplean para el diseño de una secuencia para la enseñanza de estereoisomería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En comparación, los textos escolares analizados presentan para el criterio homogeneidad (C1), se observa una distribución heterogénea en relación a la extensión e importancia otorgada a los subtemas de estudio, al mismo tiempo siguen una misma secuencia de definición, tipos, ejemplos, estructura y nombres de compuestos orgánicos para cada uno. En relación al criterio función epistemológica (C2), en los tres textos priman las descripciones y las explicaciones superficiales.

En el caso del criterio función didáctica (C3), se evidencia que los tres textos revisados presentan un número similar de ilustraciones (ver figura 1). Al comparar la secuencia en la que se exhiben las distintas funciones a lo largo de los textos, en general estas son muy similares concentrándose mayoritariamente en aplicaciones y presentando en su parte central una clara progresión de funciones desde menor a mayor complejidad, partiendo por evocaciones o definiciones para llegar a interpretaciones.

Por su parte, la figura 2 permite comparar las probabilidades de funciones establecidas en C3, el cual evidencia el sentido predominante de las ilustraciones es actuar como ejemplos que consolidan las

definiciones ya otorgadas por el escrito principal, concentrando la mayor parte (un 50 %) de éstas una función de aplicación, y en una menor medida, descripción y definición; mientras que la totalidad de los textos carecen de ilustraciones que llamen a la problematización del estudiante.

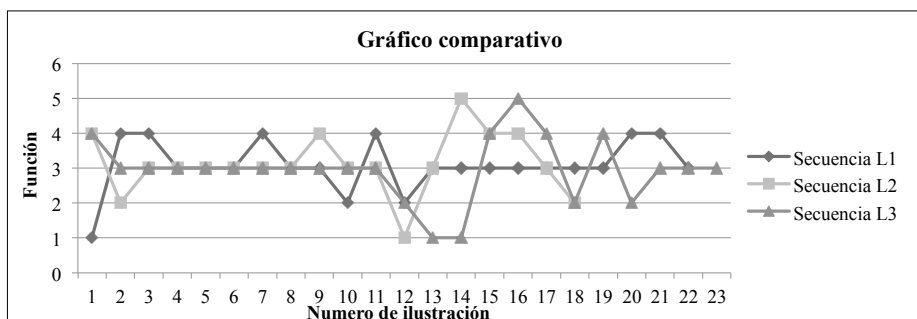


Fig.1. Funciones registradas en los libros escolares

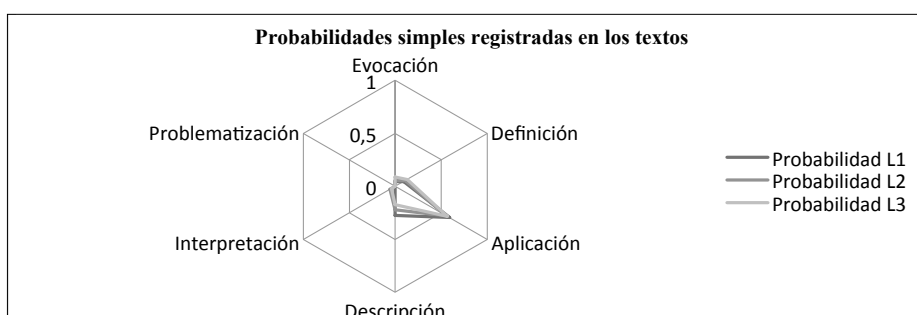


Fig. 2. Gráfico radial comparativo de las probabilidades simples registradas en los tres textos escolares

A partir de la información anterior, se plantea una secuencia de cuatro actividades (Sanmartí, 2002) que se desarrolla desde un nivel representacional macro, hacia uno micro, donde las situaciones problema y objetivos de aprendizaje se describen en tabla 3 y en la figura 3 se ilustra un ejemplo de las actividades diseñadas.

Tabla 3.
Síntesis de las actividades

<i>Actividad</i>	<i>Finalidad</i>
A1. El dolor y los medicamentos	Identificar las características que presentan las estructuras químicas de algunos medicamentos de uso diario
A2. ¿Cómo actúan los medicamentos en el organismo?	Describir el proceso de acción biológica de un medicamento de uso cotidiano
A3. Los fármacos y la quiralidad	Explicar la acción biológica de un medicamento de uso diario a partir de los conceptos de la Estereoquímica
A4. La Talidomida y sus efectos en el organismo	Predecir y explicar el comportamiento de cierto fármaco, aplicando los conceptos de Estereoquímica en la actividad biológica de un medicamento de uso común

En la figura 3 se puede observar la revisión de la secuencia con los criterios anteriorente tratados.

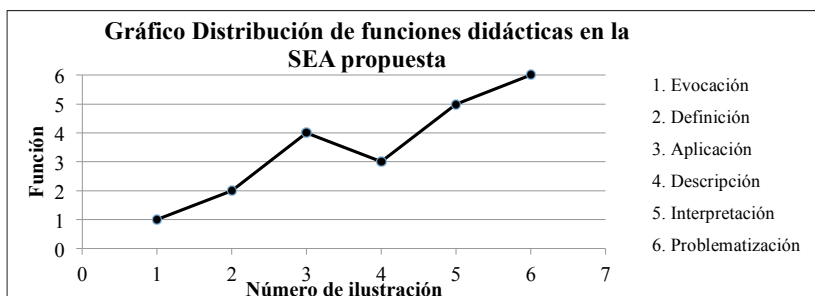


Fig.3. Progresión de las imágenes con RA en la secuencia propuesta

La figura 3 presenta la progresión en las funciones didácticas de cada una de las ilustraciones de las actividades propuestas, partiendo por aquellas de baja complejidad como la evocación para culminar en la problematicación, la cual incita a los alumnos a poner a prueba sus ideas justificando sus interpretaciones a partir de los conceptos aprendidos en el desarrollo de la SEA.

Para el desarrollo de la inclusión tecnológica se ha diseñado una APK (por su sigla en inglés, Android Application Package), indexada en plataforma GooglePlay, para su descarga y uso gratuito. La APK SPECTO© se constituye de una guía docente y otra para el estudiante impresa (también disponible en formato PDF), para ser cargada en cualquier dispositivo Smartphone o Tablet con sistema operativo Android 4.1 o superior. Una vez activada la aplicación en el dispositivo, se gatilla desde la guía de trabajo del estudiante (ver figura 4), donde se podrá trabajar en el aula una secuencia de trabajo sobre la base de situaciones problemas que corresponden a la comprensión de estereoisómeros. En el texto van apareciendo marcas que el estudiante al apuntar con su Smartphone, puede ir visualizando el material en RA, videos, animaciones en 2D o simuladores, dependiendo de la actividad.

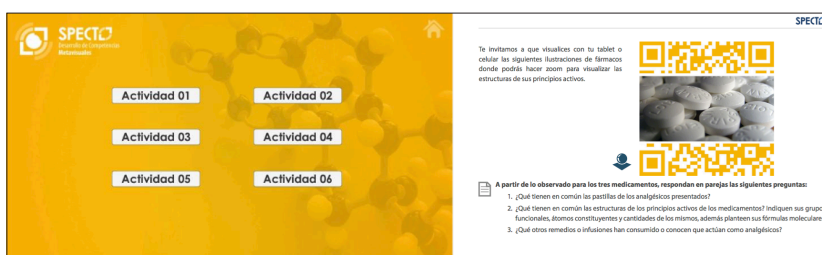


Fig.4. Menú de actividades al interior de la aplicación y ejemplo

CONCLUSIONES

La mayoría de los textos confieren una mayor extensión al tratamiento de la temática de estereoisómeros por sobre la isomería constitucional, asimismo la mayor cantidad de ilustraciones concentran una función de aplicación, constituyéndose como simples ejemplificaciones que vienen a consolidar las definiciones y planteamientos ya realizados por el texto principal; por el contrario queda en evidencia la carencia de ilustraciones que problematicen al estudiantado, incitándolos a poner a prueba sus ideas y representaciones, justificando sus interpretaciones a partir de los conceptos aprendidos a lo largo de la temática.

A partir de los datos recabados de la revisión de los textos, fue posible plantear una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje focalizada en presentar una progresión ascendente de funciones didácticas ayudada por el recurso tecnológico de la Realidad Aumentada, la cual es cada vez más accesible en el país y, por tanto, busca ser implementada en estudiantes de segundo año de enseñanza media para

abordar los contenidos específicos de Estereoisomería con una mirada interdisciplinar focalizada en hechos cotidianos como lo son los medicamentos y su acción biológica en el organismo humano.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Fondecyt 1150659. Diseño, validación y evaluación de secuencias de enseñanza aprendizaje en ciencias para promover capacidad metavisual mediante realidad aumentada. (CONICYT). Gobierno de Chile.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKS, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of "Bid Ideas", *International Journal of Science Education*. 31:3, 319-341.
- BUNGE, M. (2000). *La investigación Científica: Su estrategia y su filosofía*. México: Siglo XXI editores.
- CARMIGNIANI, Julie, & FURHT, Borko. (2011). Augmented Reality: An Overview. In B. Furht (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 3-46). New York, NY: Springer New York.
- CHENG, MAURICE MAN WAI, & GILBERT, JOHN K. (2014). Teaching Stoichiometry with Particulate Diagrams – Linking Macro Phenomena and Chemical Equations. In B. Eilam & K. J. Gilbert (Eds.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 123-143). Cham: Springer International Publishing.
- GILBERT, JOHN K. (2005). Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 9-27). Dordrecht: Springer Netherlands.
- (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 3-24). Dordrecht: Springer Netherlands.
- GILBERT, JOHN K., & TREAGUST, DAVID F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education* (pp. 1-8). Dordrecht: Springer Netherlands.
- GILBERT, J. K. and A. AFONSO (2014). *Visualizations in Popular Books About Chemistry. Science Teachers' Use of Visual Representations*. B. Eilam and K. J. Gilbert. Cham, Springer International Publishing: 227-245.
- LLORENTE, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, 9, 119-135.
- ORDENES, R., ARELLANO, M., JARA, R., & MERINO, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia y ordenes. *Educacion Quimica*, 25(1).
- PERALES, F. JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 369-386.
- PLOMP, T. (2009). Educational Design Research: an Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational Design Research* (pp. 9-35). SLO-Netherlands: Institute for Curriculum Development.
- POBLETE, J. C., ROJAS, R. O., MERINO, C., y QUIROZ, W. (2016). An ontological and epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*.
- SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis.
- SPINELLI BARRIA, M., MORALES, C., MERINO, C., y QUIROZ, W. (2016). Realist ontology and natural processes: a semantic tool to analyze the presentation of the osmosis concept in science texts. *Chemistry Education Research and Practice*.
- ZABALZA, M.A. (2000). *Diseño y desarrollo curricular*. Madrid Narcea.