

DISCUSIONES SOCIO-CIENTÍFICAS PARA PROMOVER LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS Y LAS EMOCIONES EPISTÉMICAS EN ESTUDIANTES INICIALES DE INGENIERÍA

Cañas Cano, María Felipa; Londra, Franco; Saux, Gaston
Universidad de Piura. Lima, Perú.

RESUMEN

Se examinó el efecto de introducir un ejercicio de lectura con una discusión socio-científica sobre la capacidad para transferir el conocimiento (solución de problemas prácticos) y la activación de emociones epistémicas (emociones asociadas al proceso de aprender o conocer) dentro de un curso universitario inicial de Química General. A la semana de recibir una lección introductoria sobre pH, 118 estudiantes de primer año de ingeniería leyeron dos textos que discutían los potenciales efectos de la alimentación y el agua alcalina sobre el pH del cuerpo humano. Los textos fueron manipulados para presentar dos perspectivas consistentes o discrepantes sobre el tema. Luego, los participantes indicaron las emociones experimentadas durante la lectura. Finalmente, completaron una tarea de solución de cuatro situaciones-problema. Como resultado, el grupo que leyó los textos en condición Discrepante reportó niveles más altos de confusión asociada a la lectura, mientras que el grupo Consistente reportó niveles más altos de curiosidad, $p < .05$. Asimismo, el grupo Discrepante produjo mayor número de soluciones viables que el grupo en condición Consistente en la tarea de solución de problemas post-lectura, $p < .05$. Los resultados son interpretados en términos de sus implicancias para el diseño de clases en el dominio STEM.

Palabras clave

Discusión sociocientífica - Solución de problemas - Emociones epistémicas - STEM

ABSTRACT

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES TO PROMOTE THE SOLUTION OF CHEMICAL PROBLEMS AND EPISTEMIC EMOTIONS IN EARLY ENGINEERING STUDENTS

This study examined the effect of introducing a reading exercise about a socio-scientific issue on knowledge transfer (practical problems' solution) and the activation of epistemic emotions (emotions associated with the process of knowing and learning) in a General Chemistry course for freshmen. Within a week of receiving an introductory lesson on pH, 118 first-year engineering students read two texts that discussed the potential effects

of food and alkaline water on the human body's pH. The texts were manipulated to present two consistent or discrepant perspectives on the topic. Participants then indicated the emotions experienced while reading. Finally, they completed a task solving four problems. As a result, the group that read the texts in the Discrepant condition reported higher levels of confusion while reading, whereas the Consistent group reported higher levels of curiosity, $p < .05$. Also, the Discrepant group produced a greater number of valid solutions than the group in the Consistent condition during the problem solution post-reading task. The results are interpreted to improve lesson design in the STEM domain.

Keywords

Socioscientific issue - Problem solution - Epistemic emotions - STEM

La formación en ingeniería requiere del desarrollo de aptitudes más allá de la instrucción en nociones científicas. En las sociedades postindustriales, se espera que los estudiantes en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) sean capaces de innovar a partir de su aprendizaje, queriendo saber más, llegando a sus propias conclusiones y desarrollando pensamiento crítico que integre analíticamente el nuevo conocimiento (Bybee, 2013).

Química es una disciplina básica para las biociencias, la tecnología y la industria (Moshki, 2014). Por ello, el curso de química se inserta en el currículo de la mayoría de las carreras asociadas a ciencias duras. La enseñanza de las ciencias tiene sus dificultades, pero la enseñanza de química tiene, especialmente, una historia de fracasos y sigue siendo considerada una ciencia difícil, a pesar de muchos esfuerzos focalizados en promover su instrucción eficaz (Molina Carriazo, 2019; Salas et al., 2019; Zarca Lago, 2019).

Una técnica pedagógica que busca mejorar la percepción y aprendizaje de la química es la incorporación de problemas prácticos en las clases (Cooper & Stowe, 2018). Aprender los conceptos básicos en función de problemas concretos intenta fomentar el desarrollo de competencias clave, como la capacidad para tomar decisiones fundadas, contrastar críticamente

diversos criterios o transferir aprendizajes a dominios y situaciones nuevas (Mendieta, 2021; Taborda et al., 2022)

Un terreno fértil para promover la motivación y el pensamiento crítico durante el aprendizaje son las discusiones socio-científicas (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023). Éstas se definen como asuntos de debate social en los que los argumentos y evidencias en ciencia y tecnología juegan un papel central. Ejemplos de este tipo de discusiones incluyen la manipulación genética, las causas del calentamiento global, los efectos sobre la salud de los alimentos industriales, o la seguridad de las vacunas, entre otros temas (Jiménez-Liso et al. 2010). En las currículas de ciencia se alude también a ellas como una alternativa para la alfabetización científica. Su empleo, no obstante, debe realizarse dentro de disposiciones y diseños pedagógicos bien planificados para evitar la desinformación o coexistencia de conocimientos correctos e incorrectos en quien aprende (Mäketalo et al., 2009).

El soporte más frecuente de las discusiones socio-científicas es el texto escrito. De modo característico, la comprensión de estas discusiones requiere leer múltiples documentos con puntos de vista que varían en su grado de acuerdo, precisión y/o confiabilidad. En el área de la psicología de la comprensión de textos, los antecedentes indican que la presencia de discrepancias entre múltiples textos (i.e., puntos de vista no-coincidentes o contradictorios entre sí) produce mayor reflexión y elaboración de la información, en comparación con textos que presentan puntos de vista congruentes entre sí (e.g., Braasch & Scharrer, 2020).

La presencia de discrepancias durante la lectura de múltiples textos también ha sido asociada con mayor intensidad de emociones epistémicas (e.g., Pekrun et al., 2017). Las actividades epistémicas, como el aprender, resultan ser asuntos emocionales ya que la adquisición de conocimiento se acompaña de una dinámica emocional (e.g Brun et al., 2016). Las emociones epistémicas se definen como las emociones causadas por adquirir algún conocimiento, difiriendo de aquellas emociones que se generan por razones sociales, morales o por el logro de metas no-epistémicas (Vogl et al., 2021). Ejemplos de emociones epistémicas son la curiosidad que reviste buscar la solución a un problema, la frustración asociada al fracaso de una estrategia, o la alegría vinculada al encuentro de una solución. En general, las emociones epistémicas han sido asociadas con el desempeño académico y, en particular, con la capacidad para continuar explorando un tema (Vogl et al., 2020) y resolver problemas (e.g., Alabau, 2020; Santoya Montes et al., 2018). Sin embargo, su impacto concreto sobre la enseñanza de la química todavía no ha sido examinado. Este espacio de vacancia es particularmente notorio en Perú, país en el que tuvo lugar la investigación aquí reportada y en el que el desempeño promedio en ciencia en adolescentes es menor al promedio de otros países de la región latinoamericana como México, Chile o Colombia (Ministerio de Educación del Perú, 2024).

Atendiendo a ello, en el presente estudio examinamos el efecto de introducir un ejercicio de lectura con una controversia socio-

científica sobre la capacidad para pensar críticamente (medido como la transferencia del conocimiento a nuevos problemas) y la activación de emociones epistémicas (emociones asociadas al proceso cognitivo de aprender o conocer) dentro de un curso universitario inicial de Química General para ingeniería. En función de los antecedentes, partimos de la hipótesis de que la presentación de discusiones socio-científicas mediante textos con perspectivas discrepantes promovería la activación de emociones epistémicas, así como la capacidad para encontrar soluciones a los problemas propuestos, en comparación con textos sobre la misma temática con una perspectiva consistente o coincidente. Con ello, buscamos aportar al problema sobre cómo potenciar la enseñanza en química aplicada en el nivel educativo superior.

Método

Participantes

La muestra fue seleccionada con una técnica no probabilística por conveniencia (Otzen & Carlos, 2021). Participaron voluntariamente 118 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas, matriculados en el curso Química General de una universidad privada de Lima, Perú (57.3 % varones y 42.7 % mujeres, edad promedio 19.4 años). La recopilación de datos se realizó por cohortes en dos semestres consecutivos (2023-I y 2023-II) en función de la posibilidad de acceso a la muestra (en cada semestre se tuvo acceso a 60 estudiantes, aproximadamente). Todos los participantes brindaron su consentimiento informado y por escrito previo a comenzar la actividad.

Diseño

El estudio presentó un diseño experimental simple con un factor intersujeto. La variable independiente fue la discrepancia entre los textos que fue manipulada de modo que éstos presentaran información consistente o discrepante entre sí (para detalles sobre la manipulación, ver la siguiente sección).

Instrumentos

Textos. Se crearon tres textos especialmente para la investigación a partir de la búsqueda y edición de documentos disponibles en la web. Para manipular la discrepancia, los tres textos construidos fueron organizados en pares. Un par (textos 1 y 2) presentó enfoques discrepantes sobre el tema, mientras que el otro par (textos 2 y 3) presentó enfoques consistentes. Como se observa, el texto 2 fue común a ambas condiciones experimentales, mientras que el otro texto de cada par varió para lograr la manipulación. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a una de las condiciones. Así, cada participante leyó dos de los tres textos: el grupo en condición discrepante leyó los textos 1 y 2, mientras que el grupo en condición consistente leyó los textos 2 y 3. Los tres textos versaban sobre el potencial efecto del consumo de agua alcalina y la alimentación sobre el pH

del cuerpo humano. Este tema se vinculaba con los contenidos vistos en la lección de la semana anterior (conceptos básicos sobre pH), aunque no de modo directo (i.e., la lección introdujo nociones generales sobre el tema, pero no sobre el tópico particular discutido en los textos). Los textos fueron controlados en extensión (número de palabras) y legibilidad (facilidad de lectura a partir de considerar la longitud de palabras y oraciones).

Escalas de emociones epistémicas. Para evaluar la presencia e intensidad de emociones epistémicas se utilizó una versión traducida al castellano de las *Epistemically-related emotion scales* (EES, Pekrun et al., 2016). Este instrumento consiste en siete escalas tipo Likert de 1 (para nada) a 5 (muy interesante) que evalúan el autorreporte de siete emociones epistémicas (sorpresa, curiosidad, disfrute, confusión, ansiedad, frustración y aburrimiento). El participante debe indicar, para cada emoción, la opción que mejor represente la intensidad experimentada durante una tarea. El instrumento no incluye dicha tarea, sino que se acopla a la actividad particular bajo investigación. Las escalas EES han demostrado evidencias favorables de confiabilidad, validez interna y externa, invarianza métrica en diferentes países, ajuste a una estructura factorial de 7 ítems (correspondiente a las siete emociones discretas evaluadas en las escalas) y sensibilidad a cambios dinámicos en función de la tarea (Pekrun et al., 2016). La versión utilizada en la presente investigación fue traducida al castellano a partir de un proceso de traducción iterativa por expertos y precedida por un estudio preliminar ($n = 542$) en el que se encontró buena sensibilidad del instrumento a la presencia de discrepancias intertextuales.

Tarea de solución de problemas. Para evaluar la capacidad de transferir los conocimientos adquiridos a partir de los textos, se creó una tarea de solución de problemas siguiendo el criterio utilizado por Mayer (2008). La tarea presentó cuatro situaciones-problema (i.e., situaciones que abordaban cuestiones aplicadas relacionadas con la alimentación y el consumo de agua alcalina que no eran presentadas explícitamente en los textos), solicitando escribir todas las soluciones posibles para cada situación. Temáticamente, todas las situaciones-problema se construyeron a partir de los conocimientos adquiridos en la lección introductoria de la semana anterior (conceptos clave sobre el pH), así como de la información y enfoque adicional que ofrecieron los textos. Estructuralmente, cada situación presentó un tipo de problema diferente: de reparación (i.e., preguntar por qué un sistema o proceso no funciona), de rediseño (i.e., preguntar por el rediseño de un sistema o proceso para un propósito diferente), qué-pasaría-si (preguntar por situaciones contra fácticas bajo condiciones específicas) y de principio de funcionamiento (preguntar por el papel de un componente o por qué se comporta como lo hace). Los problemas presentados no requerían cálculos matemáticos, sino explicar y/o argumentar por escrito una posible solución a la situación planteada. La capacidad de resolución de problemas se calculó como la suma de respuestas válidas o lícitas por participante.

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en el aula habitual de los participantes a cargo de su profesora habitual. Todos los participantes recibieron la misma lección del tema pH una semana antes de la actividad de lectura. El día asignado, fueron separados de manera aleatoria en dos grupos, según las dos condiciones experimentales (textos consistentes, textos discrepantes). Los participantes completaron la lectura individual de los textos (10 minutos aprox.). Se permitió la toma de notas y el subrayado. Luego de la lectura, se solicitó producir una síntesis escrita de los textos de no más de 10 líneas (la tarea de síntesis funcionó como un chequeo de lectura atenta de los textos y no es reportada en este trabajo). Seguidamente, los participantes contestaron las escalas EES. Para finalizar, se retiraron los textos y escalas y se solicitó completar la tarea de solución de problemas (20 minutos aprox.).

Resultados

Análisis estadísticos

Los análisis se llevaron a cabo con el software IBM SPSS, versión 25. Las distribuciones del auto reporte emocional (escalas EES) no mostraron buen ajuste a los supuestos de normalidad y homocedasticidad ($p < .05$), por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas (U de Mann Whitney). Por su parte, la distribución de soluciones viables (tarea de solución de problemas) cumplió satisfactoriamente con los supuestos ($p > .092$), por lo que se prefirió un modelo paramétrico (t de Student). La perspectiva intertextos (consistente, discrepante) se especificó en todos los modelos como factor. El tamaño de los efectos se reporta como r (i.e., Z/\sqrt{n}) para las pruebas no paramétricas, o d de Cohen para la prueba paramétrica.

Escalas de emociones epistémicas

Los dos grupos experimentales reportaron niveles relativamente altos (i.e., por encima del punto medio de la escala: $M = 2.82$, máx. 5 puntos) y similar de emociones modelos. Los inferenciales revelaron un efecto pequeño de la manipulación, solo para las emociones de curiosidad, $U = 1990.50$, $p = .045$, $r = 0.19$ y confusión, $U = 1287.50$, $p = .035$, $r = 0.20$. Los participantes en condición de lectura intertextual Consistente reportaron niveles más altos de curiosidad, mientras que los participantes en condición Discrepante reportaron niveles más altos de confusión. La manipulación no afectó el reporte del resto de las emociones, $p > .05$.

Tarea de solución de problemas

El promedio general de soluciones válidas para ambos grupos combinados fue de 5.75 ($DS = 2.15$). El modelo inferencial reveló un efecto significativo de la manipulación. Los estudiantes que leyeron los textos con perspectivas discrepantes produjeron significativamente más soluciones válidas ($M = 6.19$, $DE = 2.19$)

que aquellos en la condición consistente ($M = 5.30$, $DE = 2.11$), $t(116) = 2,24$, $p = 0,027$. El tamaño de este efecto fue moderado, $d = 0,413$.

Discusión

Los contrapuntos argumentativos y la presentación de problemas prácticos constituyen estrategias frecuentes en la enseñanza superior de la ciencia. Este trabajo buscó realizar un aporte en este sentido, insertando un ejercicio de lectura multitextual en un curso de Química General de la carrera de ingeniería. En línea con los antecedentes en comprensión de discrepancias intertextuales (e.g., Braasch & Scharrer, 2020), esperamos que la versión de enfoques discrepantes promoviera más emociones epistémicas y mayor transferencia del conocimiento que la versión de enfoques consistentes. Los resultados mostraron efectos parcialmente consistentes con nuestra hipótesis.

En primer lugar, el auto-reporte de emociones epistémicas fue similar entre grupos. Los modelos estadísticos revelaron efectos sólo para las emociones de curiosidad, que resultó más intensa en el grupo que leyó enfoques consistentes, y de confusión, que resultó más intensa en el grupo que leyó enfoques discrepantes. En ambos casos el tamaño de los efectos fue pequeño, es decir, sólo explicó un porcentaje de la varianza entre condiciones, sugiriendo la influencia de otros factores explicativos sobre el autorreporte emocional. Que la discusión presentada en los textos fuera información nueva para ambas condiciones podría explicar por qué, en general, los dos grupos reportaron niveles relativamente altos (i.e., por encima del punto medio de la escala: $M = 2.82$) y similar de emociones. Por otro lado, resulta de interés que la condición de enfoques discrepantes se haya asociado con mayor confusión, una emoción esperable durante la adquisición de conocimientos pero que, al mismo tiempo, suele presentar una connotación negativa. Las emociones epistémicas se relacionan con las experiencias metacognitivas, como la sensación de dificultad o confianza en el logro de una tarea (Nerantzaki et al., 2021). En este sentido, la confusión podría interactuar con las expectativas de éxito de las personas, difiriendo así su influencia cuando las personas esperan resolver con éxito su confusión, o cuando esperan que la resolución sea menos probable (Vogl et al., 2020). De aceptar esta interpretación para los presentes resultados, futuras investigaciones podrían beneficiarse de explorar potenciales interacciones con factores de *clustering* o diferencias individuales teóricamente relevantes, como las expectativas de cada participante respecto de haber resuelto satisfactoriamente (o no) la actividad.

En segundo lugar, la tarea de solución de problemas, entendida como una medida de la capacidad para transferir lo leído a situaciones prácticas novedosas, se alineó bien con nuestra hipótesis. Quienes leyeron sobre la discusión socio-científica en versión discrepante produjeron más soluciones lícitas que quienes lo hicieron en versión consistente. En química, las discusiones socio-científicas proporcionan contextos relevantes y signi-

ficativos para que los estudiantes apliquen sus conocimientos (Osorio, 2023). En particular, el contraste asociado a la presentación de enfoques discrepantes flagrantes (en contraposición a la ausencia de contraste asociada a perspectivas similares) parecería aprovechar mejor esos contextos.

Este trabajo no está exento de limitaciones. En primer lugar, la medición de las emociones epistémicas se focalizó en el autorreporte. Las emociones son constructos multidimensionales que incluyen aspectos experienciales, expresivos, conductuales y fisiológicos (Mauss & Robinson, 2009). En este sentido, los presentes resultados podrían complementarse a futuro con otras medidas de activación emocional. En segundo lugar, y en función de los tamaños de efecto observados, sería interesante complementar las presentes medidas con un diseño mixto secuencial, que permita profundizar en las elaboraciones de los estudiantes mediante entrevistas, incluyendo cómo contextualizan su confusión durante la lectura o los argumentos por los que estiman haber llegado a las soluciones generadas. Por último, debe notarse que este trabajo se concentró sobre un solo tema de discusión socio-científica, por lo que las generalizaciones hacia otras temáticas deberían realizarse con precaución.

En síntesis, los resultados de esta investigación permiten establecer que la lectura de discusiones socio-científicas puede resultar útil para promover la capacidad para transferir conocimientos y la intensidad de las emociones epistémicas en contexto áulico en una asignatura de Química General de los primeros años de las carreras de ingeniería. Al mismo tiempo, los resultados señalan la importancia de continuar examinando el impacto de la manipulación sobre las variables de respuesta, profundizando y precisando los patrones encontrados. De este modo, se busca contribuir en el entendimiento y desarrollo de estrategias que potencien el aprendizaje significativo e incrementen el interés del estudiante de STEM por conocer y aprender ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Alabau Gonzalvo, J., Solaz-Portoles, J. J., & Sanjosé López, V. (2020). Relación entre creencias sobre resolución de problemas, creencias epistemológicas, nivel académico, sexo y desempeño en resolución de problemas: un estudio en educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 (1), 1102.
- Braasch, J.L.G., Bråten, I., & McCrudden, M.T. (Eds.). (2018). *Handbook of Multiple Source Use*. Routledge.
- Braasch, J. L. G., & Scharrer, L. (2020). The role of cognitive conflict in understanding and learning from multiple texts. En P. van Meter, A. List, D. Lombardi, & P. Kendeou (Eds.). *Handbook of learning from multiple representations and perspectives*. Routledge.
- Brun, G. & Doguoglu, U. (2016). *Epistemología y emociones*. Routledge.
- Bybee, RW (2013). Los estándares científicos de próxima generación y las ciencias biológicas. *El profesor de ciencias*, 80 (2), 25.
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry Education Research- From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice. *Chemical reviews*, 118(12), 6053-6087.

- Jiménez-Liso, M. R., Hernández Villalobos, L., & Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7 (1), 107-126.
- Mäketalo, Å., Jakobsson, A., & Säljö, R. (2009). Learning to reason in the context of socioscientific problems: exploring the demands on pupils in new classroom activities. En K. Kumpulainen et al.. (Eds.). *Investigating Classroom Interaction. Methodologies in action* (pp. 7-26). Sense publishers.
- Mauss, I. B., & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition & emotion*, 23(2), 209-237.
- Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American psychologist*, 63(8), 760.
- Mayer R.E. (2019). Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33, 152-159.
- Mendieta, J. B. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento crítico: revisión sistemática. *INNOVA Research Journal*, 6(2), 77-89.
- Ministerio de Educación del Perú (2024). *El Perú en Pisa 2022. Informe nacional de resultados*. Ministerio de Educación del Perú.
- Molina, M.F. y Carriazo, J.G. (2019). Despertar el interés por la ciencia y mejorar las actitudes hacia la química mediante la organización de un FeSTIVAL de Química de la ACS en Bogotá, Colombia. *Revista de Educación Química*, 96 (5), 944-950.
- Moshki, M., Hassanzade, T. y Taymoori, P. (2014). Efecto del entrenamiento en habilidades para la vida sobre las conductas preventivas del abuso de drogas entre estudiantes universitarios. *Revista internacional de medicina preventiva*, 5 (5), 577.
- Nerantzaki, K., Efklides, A., & Metallidou, P. (2021). Epistemic emotions: Cognitive underpinnings and relations with metacognitive feelings. *New Ideas in Psychology*, 63, Article 100904.
- Osorio, J. M. H. (2023). Los dilemas socio-científicos: análisis del diseño de actividades de profesorado de educación secundaria en formación inicial1. *Perpetuum mobile: conocimiento*, 86.45.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: The Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268-1276.
- Richter, T., & Maier, J. (2017). Comprehension of multiple documents with conflicting information: A two-step model of validation. *Educational psychologist*, 52(3), 148-166.
- Salas, P., Coello, Y., & Chong, M. (2019). La OPQ celebra los 150 años de la Tabla Periódica en París y Porto. *Revista de Química*, 33(1-2), 27-32.
- Saux, G., Britt, M.A., Vibert, N. and Rouet, J.-F. (2021). Building mental models from multiple texts: How readers construct coherence from inconsistent sources. *Language & Linguist Compass*, 15, e12409.
- Taborda, W. A. L., Zuluaga-Giraldo, J. I., Ramírez, M. X. L., & Ospina, Y. F. G. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 15(2), 1.
- Vizcaíno Zúñiga, P.I., Cedeño Cedeño, R.J., & Maldonado Palacios, I.A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762.
- Vogl, E., Pekrun, R., & Loderer, K. (2021). Epistemic emotions and metacognitive feelings. En D. Moraitou & P. Metallidou (Eds.), *Trends and prospects in metacognition research across the life span: A tribute to Anastasia Efklides* (pp. 41-58). Springer Nature Switzerland AG.
- Vogl, E., Pekrun, R., Murayama, K., & Loderer, K. (2020). Surprised-curious-confused: Epistemic emotions and knowledge exploration. *Emotion*, 20(4), 625-641.
- Zarca Lago, R. (2019). *La Olimpiada de Química de Cantabria. ¿Una oportunidad para el aprendizaje o una búsqueda de la excelencia?* [Tesis de Master, Universidad de Cantabria]. Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria.