

Implementación de una práctica eficaz para incentivar la creatividad y el espíritu innovador
como herramientas para el aprendizaje en ciencias experimentales de los estudiantes del
grado en maestro de Educación Primaria
ID2019/190

Coordinador del Proyecto: Martha Helena Ramírez Bahena

Otros participantes: José María Chamoso Sánchez,

Departamento de Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación
Universidad de Salamanca

Nota

Este proyecto fue aprobado dentro de la Convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora docente 2019-2020, y debido a la crisis sanitaria generada por la pandemia de COVID-19 en marzo 2020, se solicitó una prórroga para continuar con el desarrollo del proyecto durante el curso académico siguiente. Dicha prórroga fue autorizada por la Comisión de Formación Permanente por lo que el presente proyecto tuvo su continuación y finalización durante el curso académico 2020-2021, de esta forma los resultados generados se recogen en la presente Memoria.

Resumen

Los científicos y los profesores de ciencias coincidimos en que la ciencia es una forma de conocer el mundo natural. La ciencia puede considerarse como el conocimiento alcanzado a través de un conjunto de prácticas características. Una parte clave de la educación en ciencias es aprender las prácticas usadas en ciencias e ingeniería para poder comprender conceptos fundamentales. Se busca que los estudiantes comprendan lo que implica el trabajo científico en su conjunto: preguntarse, investigar, cuestionar, recopilar y analizar datos, además de habilidades científicas como la creatividad y la colaboración, todo ello enmarcado en la naturaleza de la ciencia. El proyecto ID2019/190, va dirigido a futuros profesionales de la educación, que deben tener una clara visión de la ciencia y cómo se aprende para ser capaces de transmitirla a sus futuros estudiantes. Así pues, este proyecto a consistido en la implementación de una actividad práctica integradora que les permitiera poner a prueba las competencias adquiridas durante el curso y obtener una mayor comprensión de la metodología científica a través de su experimentación.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia, Método Científico

*Implementación de una práctica eficaz para incentivar la creatividad y el espíritu innovador
como herramientas para el aprendizaje en ciencias experimentales de los estudiantes del
grado en maestro de Educación Primaria*

ID2019/190

Los grados en Educación son per se, unos puntos clave para la sociedad, cualquier mejora será incluida dentro del EEES, ya que sus graduados serán la guía fundamental para los futuros adultos de la sociedad del mañana, la calidad profesional y personal de los graduados es un punto sensible para el desarrollo de la sociedad en todos sus ámbitos, algo que fue ya considerado esencial en la Convención de Lisboa de 1997. La calidad de esa experiencia, en los primeros años de formación básica en ciencias ha desencadenado una disminución notable en la cantidad de estudiantes que se decantan por los estudios científicos e ingenierías, y aún más allá, una deficiente formación en ciencias repercute en una falta de pensamiento crítico, una falta de comprensión de aspectos de la ciencia que son claves para la toma de decisiones informadas, ya sea en los ámbitos de la salud, la conservación del entorno y manejo de la energía (IAP 2009). La creciente preocupación por una sociedad del futuro con una mente crítica ha generado la creación de distintas iniciativas y proyectos que tienen por finalidad la mejora de la enseñanza de las ciencias, hecho que va de la mano con la potenciación de profesionales altamente cualificados, principalmente en las áreas de Ciencia, Ingeniería y Matemáticas. Las investigaciones de Wagner (2012) muestran que las cualidades que se destacan en los jóvenes innovadores son la perseverancia, la disposición a experimentar, la

capacidad de asumir riesgos calculados, para tolerar el fracaso, el pensamiento crítico y capacidad creativa para el "pensamiento de diseño", aunado a una noción de lo que está inherentemente bien o mal, cualidades que también la educación básica debe potenciar. Para generar cambios con vistas a una mejora en la calidad de la enseñanza, se debe ser consciente que el papel del profesor se está transformando, ya que en la era de las nuevas tecnologías, el conocimiento es un producto que está disponible desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, no se requieren de profesores ni colegios para adquirirlos. Así pues, el papel de un profesor del siglo XXI se centra en su calidad como persona y su capacidad para saber guiar a sus estudiantes a alcanzar sus objetivos más ambiciosos. Teniendo en cuenta que la visión de la ciencia y cómo se aprende será muy difícil o prácticamente imposible de transmitir a los estudiantes en las escuelas si los propios maestros nunca la han experimentado (NRC 1996), los programas de preparación para los profesores deben modelar una buena enseñanza de las ciencias. Dado que los estudiantes aprenden experimentando (NASEM 2019) se hace necesario promocionar las aptitudes científicas en los futuros profesionales de la educación.

Objetivo General

Este Proyecto tiene como objetivo general la enseñanza/aprendizaje de la metodología científica, además de poner en evidencia las habilidades que se requieren para desarrollar el trabajo de un científico

Objetivos concretos,

1. Implementar una nueva práctica en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su didáctica II con la finalidad de que los alumnos apliquen el método científico por sí mismos en todas sus etapas para dar respuesta a un problema planteado.
2. Investigación y diseño de herramientas que permitan evaluar la adquisición de competencias en ciencias

Metodología implementada.

La práctica propuesta se puso a prueba dentro del curso de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica II del Grado en Maestro en Educación Primaria, y fue pensada para conformar una actividad integradora de conceptos y habilidades potenciadas a lo largo del curso.



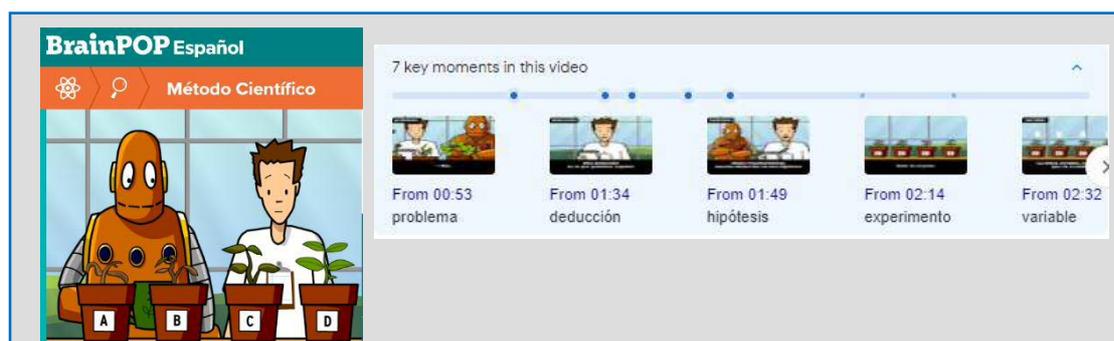
Figura 1. Esquema de desarrollo del proyecto Curso académico 20-21

La práctica fue diseñada como un reto para los estudiantes, el tiempo anterior a la (1) Presentación de la experiencia se consideró como fase *Training* que dio inicio al comienzo del curso escolar 20-21, durante la cual los estudiantes adquirieron habilidades específicas del trabajo científico, así como conceptos *core* (conceptos básicos en ciencias acerca de la materia y sus propiedades) a través de los distintos enfoques pedagógicos utilizados durante el desarrollo de la asignatura. En mayo de 2021, se llevó a cabo la **(1) Presentación de la experiencia**, momento en el que se dio paso a la fase *Challenge*, donde deberán aplicar sus conocimientos y habilidades adquiridas durante la fase anterior para poder resolver el problema planteado, durante esta fase se contemplaron 3 etapas consecutivas que se describen en la (Tabla 1).

Tabla 1. Etapas y actividades realizadas en cada una de las etapas que conformaron la fase *Challenge*

Actividades realizadas durante el desarrollo de cada etapa dentro de la fase <i>Challenge</i>	
1. Presentación de la experiencia	Se mostró un fenómeno llamativo que logre captar la atención de los estudiantes siguiendo las recomendaciones de Friedl 1997, empleando dicha experiencia como un incentivo para involucrar a los estudiantes en la búsqueda de una explicación.
2. Los alumnos investigan para resolver las preguntas que se les plantean acerca de la experiencia	Se proporcionó a los alumnos una guía para organizar sus observaciones (ver Figura 2), además de preguntas que deberán intentar responder basándose en los conocimientos previos y conceptos <i>core</i> manejados hasta el momento durante el curso (estructura e interacciones de la materia, reacciones químicas).
3. Resolver la cuestión planteada	Los alumnos resolvieron las incógnitas como resultado de sus propias investigaciones. Los alumnos diseñaron sus experimentos para comprobar sus propias hipótesis y se les facilitó el material necesario para llevarlo a cabo previa presentación de una propuesta presentada por equipos que fue validada como viable por parte del profesor, dicha propuesta contenía una presentación clara de su hipótesis, de las observaciones que la motivaron, un diseño claro del experimento, del material que necesitado y los resultados que se esperaban

Durante esta segunda fase, que dio inicio el 28/04/2021, los alumnos observaron una experiencia dirigida por uno de los profesores y realizada por algunos alumnos voluntarios (ver Anexo 1). A continuación, se llevó a cabo una sesión de discusión acerca de lo que habían observado acerca del fenómeno, además de que se les facilitaron materiales audiovisuales que permitieran una mayor comprensión de las implicaciones del método científico a través de algunas de las aplicaciones más utilizadas en educación básica como BrainPOP creada en 1999, una herramienta que pueden utilizar en su futura profesión como docentes de educación primaria (Figura 2).



https://esp.brainpop.com/ciencia/la_naturaleza_de_la_ciencia/metodo_cientifico/

Figura 2. Ejemplo de uno de los materiales utilizados para la presentación del método científico

A continuación, se les proporcionó una guía y otros materiales para el diseño de pruebas controladas, que les permitieran conocer las principales características de un experimento, que permanecieron a disposición de los alumnos a través de la plataforma Studium dedicada a la asignatura, tales como *Conducting an Experiment* de Brenda Kovich (2015) y Experiencia “Física o química” como una guía de inicio y descripción del reto planteado (Figura 3)

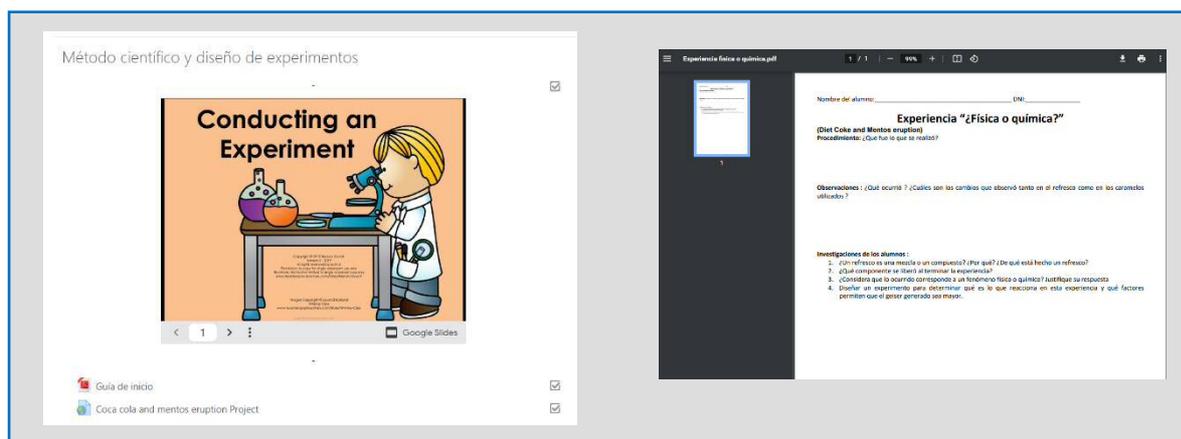


Figura 3. Materiales puestos a disposición de los alumnos a través de la plataforma Studium

Durante la misma sesión se desarrolló a cabo un diálogo en el que participaron todos los estudiantes en el que el profesor planteaba un problema cotidiano para el que ellos debían resolver y luego analizar cuáles eran los pasos seguidos y reconocer su similitud con los que se siguen en el método científico.

El reto principal propuesto a los estudiantes fue “Diseñar un experimento para determinar qué es lo que reacciona en esta experiencia y qué factores permiten que el geiser generado sea mayor”, para ello, los estudiantes se organizaron en equipos de 6 personas y cada grupo debió formular sus propias hipótesis, diseñar los experimentos que consideran pertinentes para resolver las cuestiones, así como reflejarlo en una propuesta. Las propuestas fueron analizadas en conjunto (profesor/alumnos) para determinar la viabilidad y coherencia de cada una de ellas, mismo que iba siendo compartido con el resto de los equipos a través de una presentación

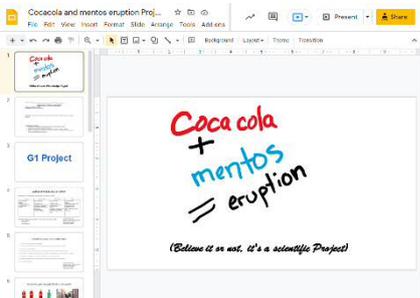
común de *Slides* Google. Al finalizar los experimentos los alumnos presentaron un informe con los resultados obtenidos por cada grupo de forma organizada.

Se llevó a cabo una evaluación en el que se utilizaron los datos experimentales obtenidos por los alumnos para evaluar la capacidad de análisis e interpretación de datos, donde se puso a prueba las competencias adquiridas por los estudiantes, Así mismo, Se llevaron a cabo encuestas basadas en el modelo de Likert que permitirán analizar las percepciones de los estudiantes en cuanto a la utilidad de la práctica utilizada.

Resultados.

Los resultados obtenidos se presentan en orden secuencial, de acuerdo con el desarrollo de las actividades de las segunda y tercera etapas de la fase *Challenge*. La presentación de la experiencia se muestra en el (Anexo 1). Dado que el grupo estaba conformado por 72 alumnos, se dividió en dos grupos de 36 personas cada uno, y a su vez en 6 grupos de 6 personas.

Durante la segunda y tercera etapa los estudiantes hicieron uso de la guía proporcionados y diseñaron sus experimentos que fueron puestos en común a través del documento *Cocacola and mentos eruption Project* de *Slides* de *Google*, al que es posible acceder a través del siguiente enlace:



<https://docs.google.com/presentation/d/1edZMkYNr1Id6ePEoSXobWT6cnY0Q4DiT0AB0ilZWsLA/edit?usp=sharing>

Cada grupo debía dar a conocer algún factor que creían que podría influir en que el geiser generado pudiera ser mayor, de esta forma entre todo el grupo, fueron creando un esquema de un experimento mayor en donde se pondrían a prueba sus hipótesis y las variables propuestas. Fue evaluada cada una de las propuestas realizadas por los distintos grupos, en las que los estudiantes fueron capaces de determinar cómo establecer las distintas variables, y establecer la forma de medir utilizando herramientas científicas. Asimismo, a través de un diálogo, preguntas y respuestas, los alumnos fueron capaces de concretar su hipótesis en cada caso, y las variables elegidas en ambos grupos fueron: la presencia/ausencia de ingredientes en distintos refrescos (se eligieron 4 diferentes), la presencia de película en los caramelos, la cantidad de mentos, la temperatura, la presencia/ausencia de gas y el tipo de mentos (menta o *fruit*), y se valoraría la producción del geiser mediante la medida de su altura y además por la pérdida de líquido traducida en peso.

El día acordado para poner en práctica los experimentos, hubo una puesta en marcha previa en la que se realizó un esquema general del experimento que aportaría datos a todos los equipos para poner a prueba sus hipótesis (Figura 4).

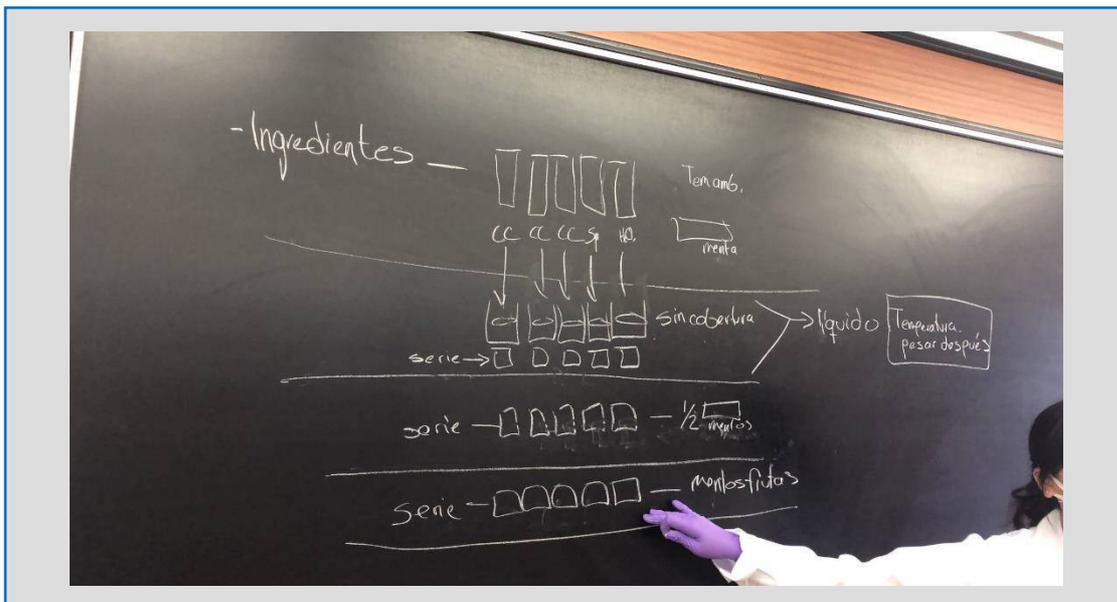


Figura 4. Esquema general para el desarrollo de los distintos experimentos

Los alumnos fueron capaces de comprender la importancia de ser cuidadosos al tomar las medidas, del porqué era necesario realizar las repeticiones, de nociones que para un científico son básicas y que ahora para ellos tenían sentido.

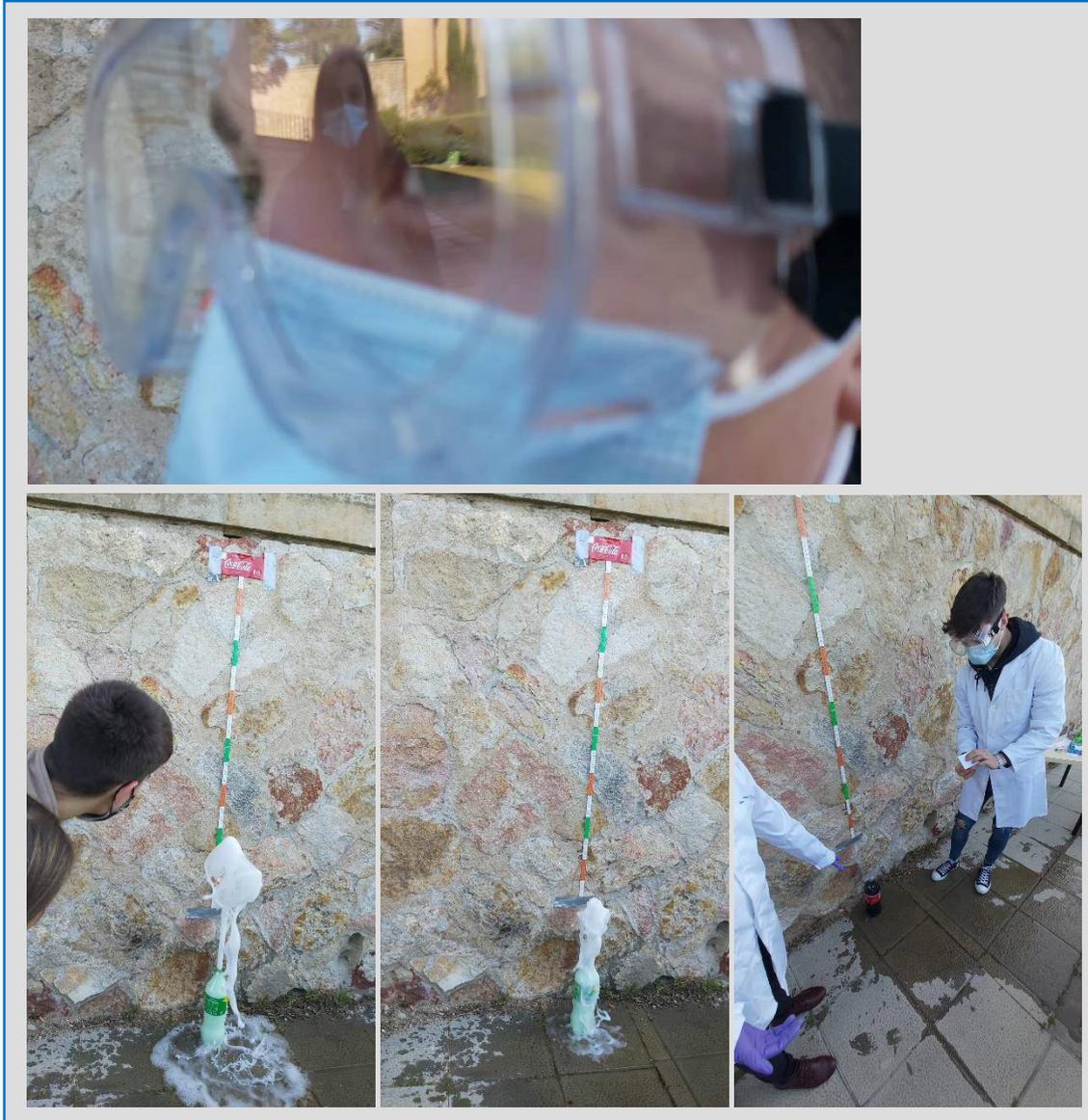


Figura 5. Desarrollo experimental por parte de los estudiantes, poniendo a prueba sus hipótesis

Los resultados obtenidos por cada uno de los equipos fueron compilados y organizados en tablas para poder analizarlos, se puede acceder a los mismos a través del siguiente enlace:

<https://docs.google.com/document/d/1RUzprNVrE73OJqT4TGmK2owbiiTG0mqpOHRZIBYVW/edit?usp=sharing>

Con los resultados anteriores se realizaron algunos gráficos y se diseñaron preguntas para poder determinar si los estudiantes eran o no capaces de interpretarlos y obtener conclusiones a partir de los mismos (Figura 6).

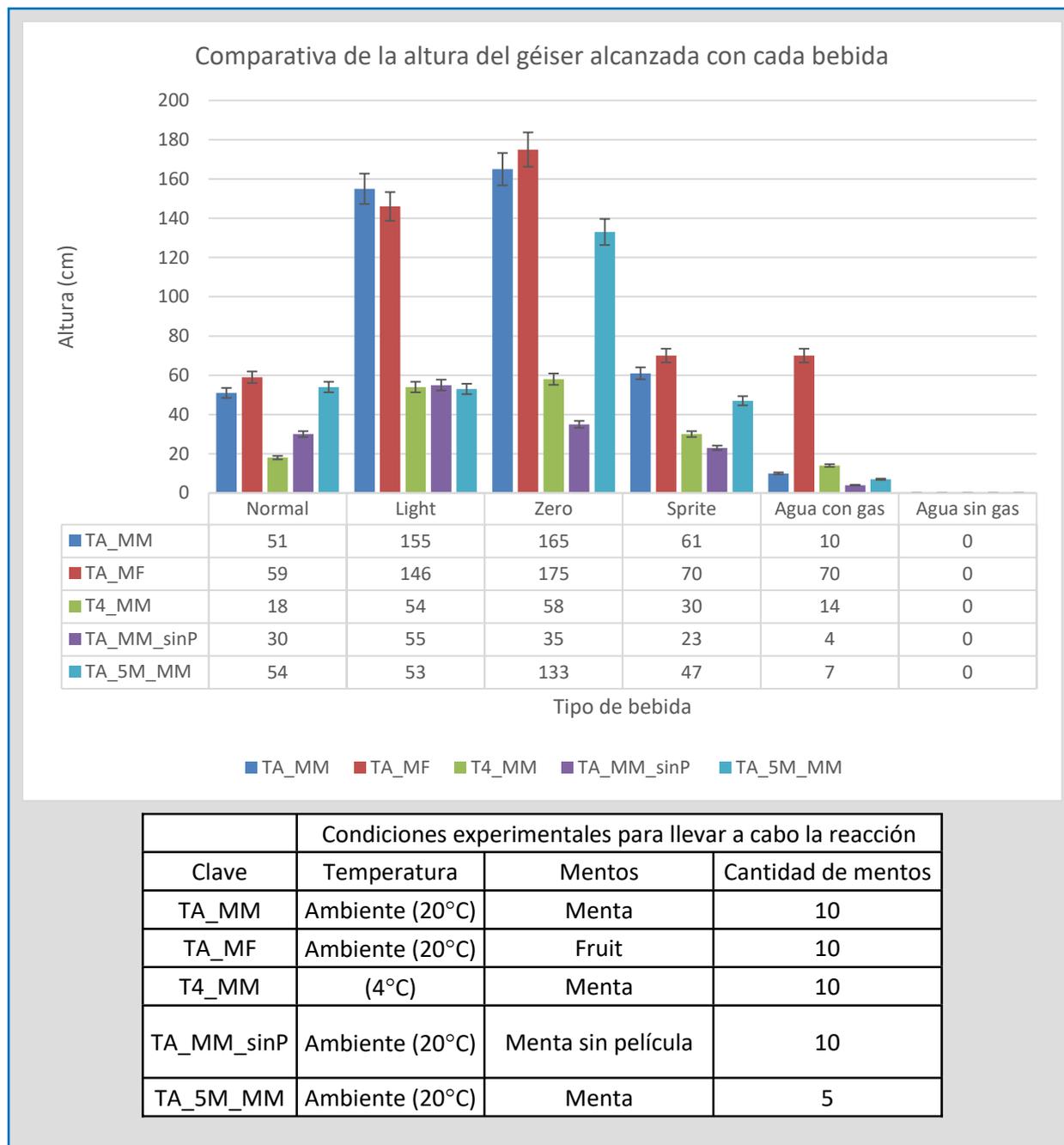


Figura 6. Gráficos generados a partir de los resultados experimentales obtenidos por los estudiantes durante la realización de la práctica.

Las preguntas de la primera parte del cuestionario se refieren principalmente al experimento y se está realizando un análisis de los mismos para inferir si los estudiantes son capaces de justificar sus respuestas con evidencias, proponer mejoras a su experimento, y reflexionar acerca de su propio aprendizaje. Los resultados preliminares obtenidos con uno de los grupos muestran, que en una escala de 0-12, en la que el número máximo corresponde a que el alumno es capaz de analizar el gráfico, detectar factores y justificar su respuesta es 12/35 alumnos, mientras que solo fallan al justificar claramente su respuesta es de 25/35, lo que correspondería al 71% aproximadamente.

Discusión y conclusiones.

Aun cuando los resultados obtenidos en los cuestionarios realizados a los alumnos no han sido analizados por completo, las evidencias presentadas demuestran que la finalidad última del proyecto, que es que los alumnos experimenten el método científico, ha sido alcanzada en el momento en que han sido capaces de presentar una propuesta de diseño experimental coherente que fue validada por un científico.

La práctica ha sido implementada en el curso, y ha demostrado servir como una gran herramienta integradora, en la que los estudiantes han podido hacer uso de las habilidades de creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación, todas ellas básicas en un futuro docente del siglo XXI, y más aún, ellos son conscientes de lo que han aprendido y de lo que son capaces de realizar.

Se maneja un problema abierto, donde no hay un solo camino para llegar a la respuesta, en el que ellos mismos iniciaron el ¿por dónde empezar? Cuando uno de los estudiantes lanzó la pregunta ¿Eso mismo podría pasar con un refresco diferente? Fue suficiente para que el resto pusiera a prueba el valor del trabajo en equipo para generar ideas y nuevas preguntas, se puso a prueba su creatividad para resolver el problema de ¿cómo y con qué medir?, fueron ellos los

que decidieron llevar algunos materiales que les parecieron útiles para lograr su objetivo de medir, colaboraron de tal forma que lograron tener medidas precisas de algo que nunca antes habían hecho, y percibí la satisfacción que sintieron al ver como ponían a prueba sus propias hipótesis, y desarrollaban los experimentos que ellos mismos habían diseñado.

Con esta practica se ha podido recabar gran cantidad de información útil para el diseño de próximas actividades a implementar, de hecho, como equipo de trabajo nos hemos planteado la creación de una práctica virtual, haciendo uso de las fotografías y vídeos facilitados por los alumnos, ya que hemos observado que, al ser una búsqueda sistemática, en ambos grupos hay coincidencias procedimentales, de lo que se puede sacar partido para creación de materiales didácticos virtuales. Se pretende terminar el análisis de los resultados para poder darlos a conocer a través de una publicación en revistas especializadas.

Referencias

- Coffey T. S. (2008) Diet Coke and Mentos: What is really behind this physical reaction? *Am. J. Phys.* 76, 551 doi: 10.1119/1.2888546
- Eichler J.F., Patrick H, Harmon B and Coonce J. (2007) Mentos and the scientific method: A sweet combination. *J. Chem. Educ.* 84, 1120–1123.
- Ferguson, R. F., and H. F. Ladd. (1996). *Holding schools accountable: Performance-based reform in education*. Washington, DC: Brookings Institution.
- Friedl A. E. (1997). *Teaching Science to Children*. The McGraw-Hill Companies.
- IAP. InterAcademy Panel on International Issues (2009). *Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education (IBSE)* <http://www.interacademies.net/11294.aspx>
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press. www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962
- National Science Teachers Association (NSTA). (2007). *Principles of professionalism for science educators*. NSTA Position Paper adopted in June 2007. Arlington, VA: NSTA. www.nsta.org/about/positions/professionalism.aspx.
- Lisbon Convention (1997). *The European Treaty Series, n°165, Council of Europe - UNESCO joint Convention*
- National Commission on Mathematics and Science Teaching (NCMST) for the 21st Century. (2000). *Before it's too late*. Washington, DC: Department of Education. www.ed.gov/inits/Math/glenn/report.pdf
- National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF). (1996) *What matters most: Teaching for America's future*. New York: NCTAF/Teachers College Press. www.nctaf.org/documents/WhatMattersMost.pdf

National Commission on Teaching and America's Future (NCTAF). 1997. Doing what matters most: Investing in quality teaching. New York: NCTAF/Teachers College Press.

www.nctaf.org/documents/DoingWhatMattersMost.pdf

National Science Board (NSB). (2006) America's pressing challenge—Building a stronger foundation. NSB 06-02. Washington, DC: National Science Foundation.

www.nsf.gov/statistics/nsb0602

Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N. & Mihai, G. (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report. December 2018, European Schoolnet, Brussels.

Sanders, W. L., and J. C. Rivers (1996) Cumulative and residual effects of teachers on future student academic achievement. Knoxville: University of Tennessee, Value-Added Research and Assessment Center. www.cgp.upenn.edu/pdf/Sanders_Rivers-TVASS_teacher%20effects.pdf

Wagner, T. (2012). Creating Innovators: The Making of Young People Who Will Change the World. New York, NY.

ANEXO 1



1. Presentación de la experiencia

(Diet Coke and Mentos eruption)

La reacción de *Coca-Cola Light* y *Mentos* es un experimento o demostración popular en parte porque inspira a los estudiantes a la indagación, y se han implementado laboratorios de investigación y demostraciones de aprendizaje activo sobre esta reacción (Eichler et al. 2007). Esta demostración ilustra muchas ideas importantes en física, incluidos los principios clave en termodinámica, ciencias de la superficie y la física de las erupciones. La reacción popular de *Coca-Cola Light* y *Mentos* ocurre cuando los nuevos *Mentos* se dejan caer en una botella nueva de *Coca-Cola Light* y resultan en un chorro de spray de *Coca-Cola Light* que sale de la boca de la botella. Dependiendo del número de *Mentos* caídos en la botella, la altura del rociado puede variar entre unos pocos centímetros a unos metros. Esta reacción se mostró por primera vez en 1999 en el *David Letterman Show*, y se ha convertido en una demostración popular de física y química en clases de la escuela primaria hasta las clases de nivel universitario (Coffey 2008). Utilizando un razonamiento sistemático y solo con la adquisición de las habilidades específicas dentro del trabajo científico, los estudiantes serían capaces de diseñar un experimento que les permita identificar los principales componentes de la mezcla que son responsables de la reacción.