

1. EL USO DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN LAS AULAS UNIVERSITARIAS COMO METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE QUE MEJORE LA SOCIEDAD ⁴

Jorge Poveda Arias⁵

RESUMEN

La divulgación científica se define como el acercamiento de la sociedad al conocimiento que surge de las investigaciones, gracias a un lenguaje y el desarrollo de actividades accesibles, claras y directas. En este sentido, la percepción de la biotecnología vegetal por parte de la sociedad en general dentro de la Unión Europea es de miedo y repulsa, debido a un total desconocimiento de esta y a la creencia de falsos mitos extendidos durante varias décadas. Por ello, se hace totalmente necesario que las personas con conocimientos sobre esta disciplina hagan un esfuerzo en acercar los verdaderos conocimientos científicos sobre la temática a la población en general.

La actividad llevada a cabo en esta investigación ha sido desarrollada con estudiantes de cuarto curso de Grado en Biología de la Universidad de Salamanca, en concreto dentro de la asignatura de Introducción a la Biotecnología Vegetal. Se siguió la metodología pretest y pos-test con una formación práctica en herramientas y habilidades de divulgación científica.

Los resultados obtenidos han mostrado como el acercamiento de los estudiantes hacia la divulgación científica fomenta significativamente su aprendizaje autónomo sobre la temática a trabajar y sobre este tipo de actividades en general. Además, la realización de actividades charlas y artículos publicados en revistas de divulgación y recopilados en un libro, fomenta aún más su capacidad de trabajo y posible futura vocación divulgativa, tan necesaria.

⁴ Derivado del proyecto de investigación: Acercamiento a la divulgación científica en Biotecnología Vegetal: herramientas y habilidades

⁵ Doctor en Ingeniería de Biosistemas – Universidad de León. Doctor en Agrobiotecnología – Universidad de Salamanca. Máster Universitario en Educación Superior – Universidad Europea de Madrid. Grado en Biología – Universidad de Salamanca. Profesor Asociado – Universidad de Valladolid. Didáctica de las Ciencias Experimentales, correo electrónico: jorgepoveda@usal.es

ABSTRACT

Scientific dissemination is defined as the approach of society to the knowledge that emerges from research, thanks to a language and the development of accessible, clear, and direct activities. In this sense, the perception of plant biotechnology by society in general within the European Union is fearful and repugnant, due to a total ignorance of it and the belief in false myths spread over several decades. Therefore, it is necessary for people with knowledge of this discipline to try to bring true scientific knowledge on the subject closer to the general population.

The activity carried out in this research has been carried out with fourth-year undergraduate students in Biology at the University of Salamanca, specifically within the subject of Introduction to Plant Biotechnology. The pre-test and post-test methodology were followed with practical training in scientific dissemination tools and skills.

The results obtained have shown how the students' approach to scientific dissemination significantly encourages their autonomous learning on the subject to work and on this type of activities in general. In addition, the carrying out of activities, talks and articles published in popular magazines and compiled in a book, further encourages their ability to work and possible future vocation for dissemination, so necessary.

PALABRAS CLAVE: educación superior, divulgación científica, biotecnología vegetal, aprendizaje basado en proyectos, habilidades de comunicación.

Keywords: higher education, scientific dissemination, plant biotechnology, project-based learning, communication skills.

INTRODUCCIÓN

La divulgación científica se define como la transferencia de hallazgos científicos a la sociedad en general, pero de una forma dirigida a audiencias apropiadas en cada contexto, mediante la comunicación y las interacciones activas. Este término puede recibir otra serie de nombres, como difusión de la investigación, transferencia de conocimiento, popularización de la ciencia, comunicación pública de la ciencia, educación científica no formal, apropiación de la ciencia, o investigación en la práctica, entre otros (García-Holgado et al., 2017; Massarani et al., 2017). Dentro de un contexto educativo, pues no debemos olvidar que el derecho a la educación universal se incluye dentro de los Derechos Humanos fijados por la ONU, cabe resaltar el concepto de accesibilidad a este conocimiento científico. La divulgación científica debe llevarse a cabo de una forma accesible a todas las personas, de forma independiente a sus capacidades intelectuales, sensoriales o motoras, realizando las modificaciones y adaptaciones necesarias para tal fin, en conclusión, adaptar el contenido a las características individuales de cada participante (Iglesias et al., 2017; Muñoz, 2018). Por lo tanto, la divulgación científica, entendida como el acercamiento de la ciencia a la sociedad, se hace totalmente imprescindible para el correcto desarrollo de un sistema con una correcta implantación del estado de bienestar social (Bosch & Serés, 2015).

El entendimiento tradicional de la divulgación científica crea una clara barrera entre los científicos (productores de conocimiento) y la sociedad en general (consumidores de ese conocimiento). Ello es debido al reducido acercamiento de los científicos al nivel general de una sociedad con escaso conocimiento específico. En este sentido, las metodologías para divulgar ciencia están cambiando de forma continua, incluyendo nuevas herramientas como la experimentación, la reflexión o la emoción. En cualquier caso, siempre debe ser un proceso colectivo donde estén plenamente involucrados científicos, instituciones públicas, comunicadores y ciudadanos (Bouckaert, 2019; Larivière & Warren, 2019); pues la demanda de conocimientos científicos por la sociedad en general es más grande que la producción en divulgación científica, pero no es mayor que la producción científica propiamente dicha (Mariño et al., 2015). Esto se debe a una ausencia, o una reducida parte de inversión de dinero público para difundir los resultados de la investigación entre sus ciudadanos y al comportamiento profesional de los investigadores, centrados en conseguir resultados, pero

no en mostrárselos al ciudadano de a pie (incluidos los estudiantes universitarios) (Starovoytova, 2017a).

Existen diversos conceptos científicos muy difícilmente asequibles para la ciudadanía (incluidos los estudiantes universitarios), lo que representa una importante barrera para su divulgación (Bouckaert, 2015). Esta distancia se hace aún más acusada teniendo en cuenta que las publicaciones científicas realizadas por los investigadores son, casi siempre, de preferible forma en inglés, para el correcto desarrollo de su carrera profesional (Starovoytova, 2017b; 2018). La reducida calidad de la divulgación científica radica en la ausencia de políticas públicas específicas, la falta de interés por los medios de comunicación y la ausencia de visibilidad por parte de los científicos (Salgado, 2017).

Centrándonos en el origen de la información que se incluye dentro de la divulgación científica, como es el científico que crea el conocimiento propiamente dicho, debemos tener claras las razones que pueden motivar o no para realizar una actividad, generalmente, altruista en su totalidad.

Todas estas razones parten de varias comunes a todas: el científico ha sido formado para pensar con rigor, asimilar gran cantidad de datos, cuestionar evidencias, retener puntos clave de temas complejos, y escribir y comunicar oralmente exactamente lo que quiere decir. A partir de esta razón inicial surgen otras como que puesto que sus investigaciones son sufragadas con dinero público le deben a la ciudadanía la explicación cercana de lo que han hecho y obtenido con ello, que deben inspirar un pensamiento crítico en la sociedad y detener los continuos flujos de información errónea, informar de forma cercana a los políticos sobre lo que realmente se hace en ciencia y de su total necesidad para la sociedad, o compartir con la ciudadanía los beneficios del método y la búsqueda científica (Morais et al., 2018); obligaciones para todo el personal científico-investigador español recogidas en el Apartado 1 del Artículo 13 de la Ley 14/2011, del 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: “A los efectos de esta ley, se considera personal investigador el que, estando en posesión de la titulación exigida en cada caso, lleva a cabo una actividad investigadora, entendida como el trabajo creativo realizado de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluidos los relativos al ser humano, la cultura y la sociedad, el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones, su transferencia y su divulgación”.

Como formatos y estrategias utilizadas en divulgación científica podemos considerar varios grupos. Los formatos convencionales incluyen la prensa escrita (papel u online), donde únicamente se plasman noticias sobre grandes hallazgos científicos, la televisión y la radio, donde prácticamente no encontramos ningún programa específico del tema, salvo escasos minutos en cadenas públicas, y las revistas (como: *Muy –interesante*, *Quo*, *Investigación y Ciencia*, etc) y libros específicos de divulgación científica, las cuales tienen una significativa aceptación y prestigio en la población en general (Rodríguez et al., 2016; Calvo et al., 2018).

Por otro lado, en la actualidad, están surgiendo nuevas estrategias con gran aceptación por la ciudadanía y de gran efectividad, como son las conferencias y los artículos cortos, de gran difusión a través de internet y las redes sociales (Cavalcante-Filho, 2017). Precisamente, estos son los géneros para trabajar en el aula con los alumnos objeto de estudio de este trabajo de investigación, pues son unas buenas herramientas de incentivo para su aprendizaje específico en la temática (Corrales-Reyes & Dorta-Contreras, 2018). No debemos olvidar que escribir artículos de divulgación científica y elaborar charlas favorece significativamente el aprendizaje autónomo, profundo y práctico de una materia (Balgopol & Wallace, 2013).

Muy en relación, incluso muchas veces significando lo mismo, encontramos también el término de alfabetización científica, el cual no únicamente puede usarse a nivel escolar, definido como el conocimiento suficiente que permite diferenciar la ciencia de la no-ciencia, entender sus aplicaciones, tener independencia en su aprendizaje y pensar científicamente, resolver problemas científicamente, y conocer sus riesgos y beneficios. Ello es totalmente necesario para el bienestar económico de todos los países, pues no solo resulta en jóvenes capacitados en ciencias, sino en ciudadanos con capacidad de pensamiento crítico propio (Allum, 2010; Feinstein, 2011; Doménech-Casal, 2018), de ahí que muchos partidos políticos lo reflejen dentro de sus programas electorales. Y es a partir de ese momento donde surge el concepto de ciencia ciudadana, entendido como la alfabetización científica de la sociedad en general y donde las conferencias divulgativas juegan un papel crucial hoy en día (Ezquerro-Martínez et al., 2015).

Para llevar a cabo, tanto la divulgación como la alfabetización científica debemos partir de la literatura primaria científica, generalmente los artículos científicos, donde se publican los resultados de las investigaciones, y hacerlos asequibles a los diferentes públicos,

sin entrar en detalles metodológicos complejos y mostrando la finalidad de todo el proceso (Krajcik & Sutherland, 2010). Incluso pueden plantearse pequeñas actividades/proyectos de investigación a desarrollar en las aulas o por diferentes colectivos de la sociedad, favoreciendo la curiosidad y creatividad alrededor de la ciencia (Ruíz-Pastrana, 2015).

A nivel educativo, existen varios proyectos de acercamiento de la labor de divulgación científica en las aulas. En Asturias (España) se intentó confirmar la afirmación “la debilidad de la cultura científica española se debe a su escasa divulgación”. Para ello, se les hizo buscar a 161 alumnos del Grado en Medicina de la Universidad de Oviedo artículos de ciencia publicados en diarios nacionales o regionales. Se llegó a la conclusión, entre todos los alumnos, de que “la cultura científica es reducida”, coincidiendo la mayoría en que “puede deberse a unos planes de estudios que no promueven adecuadamente la ciencia ni la cultura científica, además del poco interés de la población y de las autoridades gubernamentales en su promoción y difusión” (Cantabrana et al., 2015).

Por otro lado, en Chile, y en concreto en la provincia de Biobío, se realizó un proyecto en el cual 157 estudiantes de primeros cursos de educación secundaria, pertenecientes a sectores sociales vulnerables, participaban en talleres de comprensión lectora de artículos de divulgación científica. De esta forma, pudieron comprobar como estos textos resultan ser una buena herramienta para la enseñanza de contenido científico a los estudiantes, pero requieren de otros apoyos para mejorar su comprensión, como enseñanza directa y/o apoyos visuales (Lagos et al., 2016).

Este tipo de proyectos deja claro que, en la actualidad, el aprendizaje científico en las diferentes etapas formativas debe ir ligado a la divulgación científica, aunque sea a lo largo de un proceso adaptativo docente y estudiantil pausado en el tiempo, y con un período extenso de formación docente (Watanabe & Kawamura, 2016; García-Peñalvo & Conde-González, 2017). En este sentido, juegan un papel clave las universidades, pues “la Universidad debiera ser una especie de adalid a la hora de concienciar a la población en general, y muy especialmente a los que no pasan por sus aulas, acerca de los incesantes progresos del saber humano”, jugando un papel clave en la divulgación científica hacia la sociedad en general, pues “Si la Universidad no lidera ese proceso, o lo promueve decisivamente, el fruto de su trabajo quedará inane en su mayor parte” (Toharia, 2016).

Y en todo este proceso, la web 2.0 y las redes sociales son los mejores canales para llegar, sobre todo, al público joven, destacando que únicamente en torno a la mitad de las universidades, en España, tienen presencia en Facebook y Twitter, y menos del 30% disponen de blogs de divulgación científica (López-Pérez & Olvera-Lobo, 2016). Es totalmente necesario un proceso formativo específico para los investigadores-científicos públicos, con el fin de que sean capaces de desarrollar habilidades de divulgación y comunicación accesibles a la sociedad en general (Romaní et al., 2018), siendo un proceso más fácil y efectivo si se apoya en un modelo de ABP (Morrato et al., 2015).

El acercamiento de los profesionales agrícolas a los resultados de investigación dentro de las ciencias vegetales se hace cada vez más necesario, en la búsqueda de eficientes y eficaces estrategias de producción (Kumar et al., 2017). Además, juega un papel fundamental en el comportamiento de los consumidores y de la sociedad en general, modificando, ya no solo su comportamiento frente a este tipo de productos, sino también su capacidad de aceptación de estos (Mielby et al., 2013; Rodríguez-Entrena & Salazar-Ordóñez, 2013), siendo de gran importancia el papel de los profesores durante todo el proceso de formación de los ciudadanos (incluidos los estudiantes universitarios) (Cinici, 2016).

Relacionando los tres grandes campos aquí planteados (biotecnología vegetal / divulgación científica / educación) encontramos diversos proyectos desarrollados en las aulas. En Argentina, se evaluaron los contenidos que los docentes enseñaban a sus alumnos de secundaria con respecto a la biotecnología vegetal, llegando a la conclusión de que en temas controvertidos socialmente, como es el caso de los transgénicos, los docentes plantean actividades grupales con discusiones en el aula, planteando la necesidad de formación específica del profesorado para poder profundizar adecuadamente en este tipo de temáticas (Ocelli et al., 2018), algo también observado en Colombia (Cano, 2015).

Posibles razones por las cuales, en España, y en concreto en Andalucía, un proyecto desarrollado con 104 alumnos concluyó que, al terminar la enseñanza obligatoria, “no poseen los conocimientos necesarios o mínimos para interpretar mucha de la información que se pone en juego en la sociedad actual” en relación con la biotecnología (de la Vega-Naranjo & Marín, 2018). Pues se ha podido comprobar como alumnos de secundaria bien formados en

el campo de la biotecnología vegetal y de los transgénicos agrícolas resultan en ciudadanos con mayor capacidad de reflexión y decisión en el futuro (Guiral, 2016).

Otro ejemplo de este tipo de proyectos lo encontramos en el diseño de herramientas virtuales para la enseñanza de conceptos relacionados con la biotecnología vegetal, como es el proceso de transformación de plantas mediante el uso de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* como vector, que previamente ha necesitado de la elaboración de textos explicativos por parte de los docentes, favoreciendo la enseñanza de unos conocimientos que previamente debe haber aprendido (García-Navarrete, 2017). Pues la enseñanza dentro de un campo tan complejo y controvertido como es el de los transgénicos, requiere de un proceso de formación de los docentes muy para tener en cuenta (Tarquino, 2018).

Por último, encontramos un proyecto desarrollado en las aulas de 4º de ESO de la provincia de Almería, donde se van planteando cuestiones de investigación y reflexión en los alumnos para descubrir su nivel de conocimiento con respecto a los cultivos transgénicos, realizando, a la vez, una secuencia basada en el aprendizaje autónomo por indagación de los propios alumnos, centrado en que ellos mismos se den cuenta de que los conceptos que tienen interiorizados, por culpa de la sociedad desinformada, son erróneos y confusos. De esta forma se aumentó enormemente el interés de los alumnos por el campo de los transgénicos agrícolas (García-Martínez, 2017).

Por lo tanto, y como resumen de todas las ideas planteadas en el marco teórico del trabajo, los estudiantes universitarios incluidos dentro de la actividad formativa diana de este trabajo de investigación deberán adquirir las competencias presentadas en la tabla 1.

Tabla 1
Competencias para adquirir por los estudiantes

| | |
|-----------------------------|--|
| COMPETENCIAS GENERALES | Capacidad de aprendizaje autónomo. Habilidades de comunicación. Concienciación de la importancia de la divulgación científica |
| COMPETENCIAS ESPECÍFICAS | Capacidad de búsqueda de información científica compleja y asimilación de contenidos principales. |

Habilidades de comunicación escrita accesible.

Habilidades de comunicación oral accesible.

Capacidad de realización de labores de divulgación
científica de forma independiente

Fuente. Elaboración propia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra objeto de estudio representa el número total de los alumnos matriculados durante el curso 2018-2019 en la asignatura, de carácter optativo, denominada Introducción a la Biotecnología Vegetal, del Grado en Biología de la Universidad de Salamanca. En ese momento, el plan de estudios del Grado en Biología contemplaba la realización de todas las asignaturas optativas durante el último semestre de 4º curso (último del grado). Además, la amplísima oferta de asignaturas optativas a elegir por los alumnos hace que, en la asignatura objeto de la investigación, el número alumnos y, por lo tanto, la muestra del estudio sea de 27 personas (9 chicas y 18 chicos, de edades comprendidas entre 21 y 23 años).

Se ha utilizado un muestreo no probabilístico por conveniencia mediante la obtención de información en las diferentes etapas del estudio a través de encuestas de respuestas múltiples y de respuesta abierta. El muestreo se define con la categoría indicada ya que no se ha podido elegir la muestra y, por lo tanto, no conocemos la probabilidad de que cada individuo sea seleccionado, además de que se denomina “por conveniencia” al haber seleccionado la muestra de la población simplemente por su accesibilidad.

La metodología de investigación llevada a cabo para ser capaces de evaluar la adquisición de las competencias de divulgación científica entre los alumnos y comprobar si se ha despertado en ellos una vocación como divulgadores fue de tipo mixta cuantitativa y cualitativa. Para ello se realiza un diseño preexperimental basado en el denominado diseño pretest-postest de un solo grupo, en el que se toman medidas antes y después de la intervención, pudiendo correlacionar los cambios observados con la variable independiente, pero sin controlar otras amenazas, como los efectos de la segunda medición o la maduración.

Puesto que lo que se pretende en este trabajo de investigación es comprobar el efecto de una formación en divulgación científica sobre estudiantes que se encuentran finalizando

su carrera universitaria, se considera que es necesario abordar la posible información que sea recopilada mediante los dos enfoques diferentes de metodologías, permitiendo tanto a los estudiantes como al docente comprender mejor todo el proceso llevado a cabo (McMillan & Schumacher, 2010).

Al finalizar el periodo formativo y antes de realizar la última encuesta, los alumnos tuvieron que poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridas mediante la escritura de un artículo corto (2 páginas) de divulgación científica y la elaboración de una breve charla del mismo carácter (20-25 minutos), sobre un tema de los que engloban la asignatura, el cual fue elegido de forma totalmente libre por cada uno de ellos, llegando a acuerdos entre los alumnos para no repetir tema. La elección de ambas herramientas para la puesta en práctica se basa en que son las principales formas existentes y las más efectivas para realizar divulgación científica en la actualidad (Calvancante-Filho, 2017). La metodología llevada a cabo en este apartado del trabajo tuvo que ser de tipo cualitativo, basada en el propio análisis realizado sobre los trabajos escritos y las presentaciones orales.

A la vista de toda la información expuesta en este apartado, queda claro que los instrumentos utilizados en la investigación fueron:

- Encuestas.
- Artículos de divulgación científica.
- Charlas de divulgación científica.

Como punto de partida, se elaboró una encuesta donde los alumnos tuvieron que elegir entre varias respuestas múltiples a preguntas sobre conocimientos básicos relacionados con la divulgación científica. Este tipo de herramienta sirvió para fijar la base de conocimientos de los alumnos sobre la que comenzar la formación específica (Hitt et al., 2016), siendo además una buena herramienta de recopilación de este tipo de información (Lambert & Soham, 2009). Cada respuesta elegida tuvo un valor numérico cuantificable. Al final de la encuesta, los alumnos tuvieron que contestar a una pregunta de autorreflexión sobre la temática, parte cualitativa de la primera parte de la investigación y herramienta muy interesante en la utilización de jóvenes adultos como sujetos de estudio (Withlock et al., 2013). Esta misma encuesta se les realizó al finalizar todo el periodo formativo, pudiendo

comparar diferencias entre las respuestas recogidas antes y después, discutiéndolas y sacando conclusiones al respecto.

Con respecto a las encuestas realizadas, se realizó la cuantificación de cada una de las respuestas, realizando el análisis estadístico de cada conjunto de datos seleccionados mediante la metodología descrita en cada pie de figura donde se representan los datos, en el apartado de Resultados.

Para la evaluación cualitativa de los otros dos instrumentos utilizados, como son el artículo de divulgación científica y la charla realizada, se realizó un análisis en función a las siguientes cuestiones planteadas para cada trabajo, con el fin de medir la adquisición de competencias señaladas.

RESULTADOS

En este apartado de resultados se incluyen aquellos con los que se pretende medir la adquisición de la competencia general de capacidad de aprendizaje autónomo. Los resultados generales obtenidos gracias a las encuestas preformación (preliminar) y posformación (final) realizadas muestran como los alumnos mejoran significativamente la nota total obtenida en las encuestas (figura 1). En análisis de las puntuaciones obtenidas en cada una de las preguntas por separado (figura 2) muestra cómo tras el periodo formativo aumentan significativamente las calificaciones obtenidas en las preguntas 1, 2, 4, 6, 7, 9 y 10, mientras que el aumento no es significativo en las preguntas 5 y 8. Por lo que se refiere a la pregunta 3, la obtención en ambas encuestas de la máxima calificación posible (10) hace que no existan diferencias. La misma calificación máxima fue obtenida en la pregunta 1, en la encuesta final.

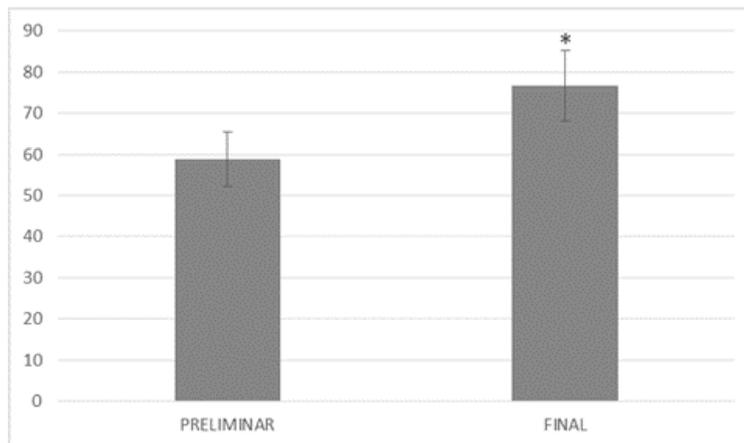


Figura 1. Calificaciones finales obtenidas por los alumnos en cada una de las encuestas (encuesta preliminar y encuesta final). Los datos se representan como medias en formas de columnas junto con su desviación estándar en forma de barras. En análisis estadístico utilizado fue la prueba t de Student, comparando los resultados de ambas encuestas ente sí.

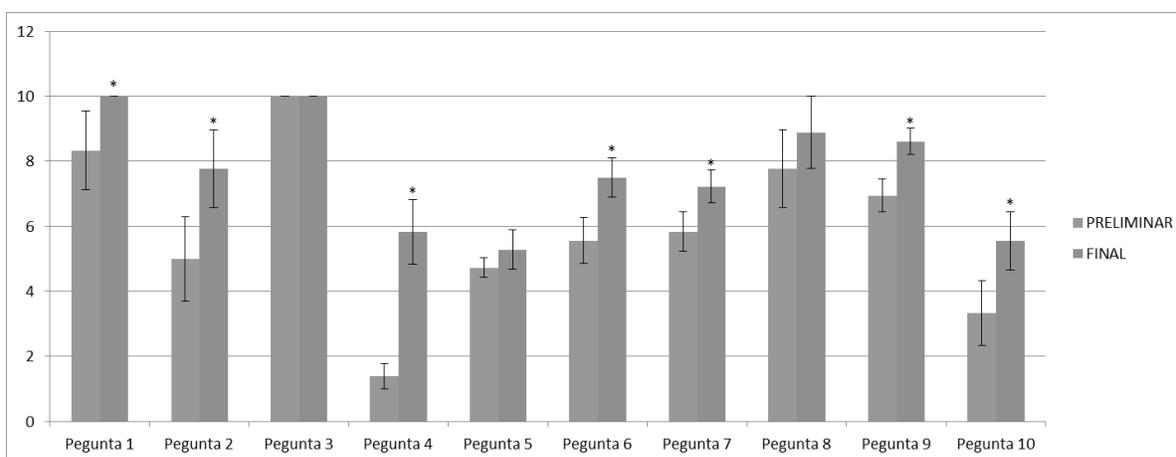


Figura 2. Calificaciones finales obtenidas por los alumnos en cada una de las preguntas de las encuestas (encuesta preliminar y encuesta final). Los datos se representan como medias en formas de columnas junto con su desviación estándar en forma de barras. En análisis estadístico utilizado fue la prueba t de Student, comparando los resultados de ambas encuestas ente sí.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tanto en la nota final alcanzada en las encuestas (Figura 1) como en las notas individuales de cada pregunta (Figura 2), hemos podido comprobar como las estrategias formativas utilizadas, de elaboración de artículos divulgativos y pequeñas charlas, han redundado en un aumento significativo en su conocimiento sobre el campo de la divulgación científica, competencia planteada al comienzo. Precisamente, Catalán señaló en el año 2005 como una de las mejores estrategias que deberían seguir los docentes para aumentar el interés

y el conocimiento sobre aspectos científicos en los estudiantes serían las exposiciones interactivas preparadas por los alumnos sobre determinados temas, de forma similar a lo que nosotros hemos realizado con la elaboración de las charlas de divulgación científica. De esta forma, también se demuestra la importancia que la formación continua tiene sobre cualquier disciplina educativa y social relacionada con el campo científico, tal y como observaron Abril-Gallego et al. (2013).

En este sentido, Brownell et al. señalaron en el año 2013 cómo deberían implantarse estrategias formativas de comunicación científica en todas las disciplinas y niveles educativos, basadas, en un primer lugar, en la capacidad de analizar literatura científica primaria y ser capaces de dominarla, para posteriormente adquirir habilidades de comunicación de dicho conocimiento a la sociedad en general, muy en relación con todas las competencias planteadas en el trabajo. De esta forma, prevén que muchos de los futuros profesionales científicos con dicha experiencia formativa realizarán una práctica rutinaria en su labor de comunicación activa sobre su trabajo al público en general. A pesar de ello, no debe olvidarse que desarrollar habilidades de comunicación es una tarea difícil, que implica la limitación de la jerga específica de la disciplina y el compromiso activo con el público objetivo para determinar su nivel de conocimiento. Sin embargo, estas habilidades se pueden desarrollar en paralelo con el conocimiento del contenido científico y la capacitación en investigación, con suerte, con un impacto sinérgico en los aspirantes a científicos.

Con relación a ello, uno de los mayores retos a los que deben enfrentarse continuamente los docentes es la asimilación y comprensión de la información durante el proceso de la transferencia de conocimiento, tal y como indicaron Iglesias et al. (2017). Los mismos autores indican en su estudio como los estudiantes universitarios son, prácticamente en su totalidad, incapaces de realizar textos y conferencias fluidas y asequibles, según ellos mismos indicaron, debido a la ausencia de práctica de dichas habilidades a lo largo de los estudios universitarios, algo que se alcanzaría con las competencias generales 1 y 2 planteadas en este trabajo.

A la vista de todo el trabajo de investigación, queda clara la importante necesidad de la realización de labores de divulgación científica por parte de los investigadores hacia la sociedad (Janzantii et al., 2017; Miranda-Tarragó & Chaple-Gil, 2018). Además, deben

tenerse en cuenta todas las barreras y dificultades ligadas a esa actividad (Starovoytova, 2017a; 2017b; 2018), la cual requiere de una gran inversión pública (Salgado, 2017) y formativa para los científicos (Romaní et al., 2018) y de inclusión feminista (Whittington, 2009). En este sentido, y más en el mundo rural (Kumar et al., 2017), las universidades públicas deben formar e incentivar las labores de divulgación científica en sus estudiantes (Ortega, 2017; Forbush et al., 2019), con actividades simples y atractivas como las que se plantean en este trabajo (Corrales-Reyes & Dorta-Contreras, 2018).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abril-Gallego, A. M., Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A., & García, F. J. (2013). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 11(1), pp-22.

Allum, N. (2010). Science literacy. *Encyclopedia of Science and Technology Communication*, 724-727.

Balgopal, M., & Wallace, A. (2013). Writing-to-learn, writing-to-communicate, & scientific literacy. *The American Biology Teacher*, 75(3), 170-175.

Bosch, F., & Serés, E. (2015). From scientific advances to public health action: the crucial role of science dissemination. *J Epidemiol Community Health*, 69(1), 1-2.

Bouckaert, G. (2015). Dissemination of scientific knowledge on reforming public administration: some changing mechanisms. *Tiedolla johtaminen (Management by knowledge)*.

Bouckaert, G. (2019). Dissemination of scientific knowledge on reforming public administration: some changing mechanisms. *Hrvatska i Komparativna Javna Uprava: Časopis za Teoriju i Praksu Javne Uprave*, 19(1), 9-22.

Brownell, S. E., Price, J. V., & Steinman, L. (2013). Science communication to the general public: why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 12(1), E6.

Calvalcante-Filho, U. (2017). Lights and scientific modernities diffusion: an analysis of the metalinguistics of the 19th century scientific dissemination discourse. *Redis: Revista de Estudos do discurso*, (4), 39-65.

Calvo, S. T., Oliva, M. P., & Villa, S. P. (2018). Web 2.0 y tratamiento informativo en las principales revistas españolas de divulgación científica y de la pseudociencia. *Revista Latina de Comunicación Social*, (73), 293-316.

Cano, D. (2015). ¿Consumir o no alimentos modificados genéticamente? Una controversia socio-científica para contribuir a la formación sociopolítica en la clase de ciencias. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 424-436.

- Cantabrana, B., Diez, B., & Hidalgo, A. (2015). Percepción por los estudiantes de la divulgación científica en la prensa y de su contribución a la cultura científica. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 18(1), 47-53.
- Catalán, V. G. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (19), 91-102.
- Cinici, A. (2016). Balancing the pros and cons of GMOs: socio-scientific argumentation in pre-service teacher education. *International Journal of Science Education*, 38(11), 1841-1866.
- Corrales-Reyes, I. E., & Dorta-Contreras, A. J. (2018). Students' scientific production: a proposal to encourage it. *Medwave*, 18(1), e7166.
- de la Vega-Naranjo, M., & Marín, A. A. L. (2018). Conocimientos y actitud hacia la biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3301-3301.
- Domènech-Casal, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 110501-110512.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168-185.
- Forbush, K. T., Crosby, R. D., Coniglio, K., & Haynos, A. F. (2019). Education, dissemination, and the science of eating disorders: Reflections on the 2019 International Conference on Eating Disorders: Editorial to accompany IJED Virtual Issue in honor of the 2019 International Conference on Eating Disorders. *International Journal of Eating Disorders*.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Cruz-Benito, J. (2017). Dissemination and visibility of scientific publications. University of Salamanca.
- García-Martínez, A. (2017). *Transgénicos. Aprendizaje de una controversia sociocientífica* (Doctoral dissertation).
- García-Navarrete, L. T. (2017). Desarrollo de textos explicativos sobre la obtención de plantas transgénicas mediante *Agrobacterium tumefaciens* a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

- García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. Á. (2017). *Diseminación y divulgación científica*. Plan de Formación del Profesorado de la Universidad de León.
- Guiral, E. F. (2016). *Los transgénicos y su tratamiento informativo en la prensa española en el contexto del periodismo de divulgación* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
- Hitt, C., Trivitt, J., & Cheng, A. (2016). When you say nothing at all: The predictive power of student effort on surveys. *Economics of Education Review*, 52, 105-119.
- Iglesias, N., García-Frank, A., & Fesharaki, O. (2017). Ideas y reflexiones para una divulgación científica efectiva. *BRSEHN Sección Aula, Museos y Colecciones*, 4, 29-41.
- Janzantti, P. H. F., Moreira, C. M., Mendonça, C. A., Cavalcante, F. L., & Bicudo, T. C. (2017). How to talk about contaminated land in scientific dissemination events? *Revista de Cultura e Extensão USP*, 16, 80-93.
- Krajcik, J. S., & Sutherland, L. M. (2010). Supporting students in developing literacy in science. *Science*, 328(5977), 456-459.
- Kumar, A., Kumar, V., Sharma, A. K., & Meena, P. D. (2017). Information Dissemination and Fostering Agricultural Research: Role of the Scientific Societies in India, 17(1), 80-87.
- Lagos, I., Yaikin, J., Espinoza, C., Alveal, N., Jara, D., Rivera, S., & Torres, C. (2016). El taller de comprensión de texto de divulgación científica, facilitador de procesamiento profundo en educación secundaria. *REXE-Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 12(23), 103-122.
- Lambert, N., & Shoham, Y. (2009). Eliciting truthful answers to multiple-choice questions. In Proceedings of the 10th ACM conference on Electronic commerce (pp. 109-118). ACM.
- Larivière, V., & Warren, J. P. (2019). Introduction: The Dissemination of National Knowledge in an Internationalized Scientific Community. *Canadian Journal of Sociology*, 44(1), 1-8.
- López-Pérez, L., & Olvera-Lobo, M. D. (2016). Comunicación pública de la ciencia a través de la web 2.0. El caso de los centros de investigación y universidades públicas de España. *El Profesional de la Información*, 25(3), 441-448.

- Mariño, M. G., Bran, C. T., & García, C. X. L. (2015). La encrucijada de la divulgación científica: tiempo real y portabilidad de conceptos. In *Periodismo actual y futuro: investigación, docencia e innovación* (pp. 1580-1598). Universitat Pompeu Fabra.
- Massarani, L., Rocha, M., Pedersoli, C., Almeida, C., Amorim, L., Cambre, M., & Cordioli, L. (2017). Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos. *Rio de Janeiro: Fiocruz-COC*.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, MyEducationLab Series. Pearson.
- Mielby, H., Sandøe, P., & Lassen, J. (2013). The role of scientific knowledge in shaping public attitudes to GM technologies. *Public Understanding of Science*, 22(2), 155-168.
- Miranda-Tarragó, J. D., & Chaple-Gil, A. M. (2018). Necesidad de exponer con calidad nuestros resultados científicos al mundo. *Revista Cubana de Estomatología*, 55(1), 1-2.
- Morais, A. M. F., Bertachini, A. F., & Mattos, E. D. C. (2018). Moving forward: continuous article publishing, internationalization, and social media dissemination. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 10.
- Morrato, E. H., Rabin, B., Proctor, J., Cicutto, L. C., Battaglia, C. T., Lambert-Kerzner, A., & Kempe, A. (2015). Bringing it home: expanding the local reach of dissemination and implementation training via a university-based workshop. *Implementation Science*, 10(1), 94.
- Muñoz, N. I. (2018). La (des) agentivación en el lenguaje científico y en el de divulgación/(De) agentification in the language of science and its dissemination. *Anclajes*, 3(3), 95-105.
- Ocelli, M., García-Romano, L., & Valeiras, N. (2018). La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio-científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (43), 31-46.
- Ortega, J. L. (2017). Twitter can help with scientific dissemination but its influence on citation impact is less clear. *Impact of Social Sciences Blog*.

- Rodríguez, A. B. (2016). La labor en soporte papel y online de suplementos y revistas en la divulgación de la I+ D+ i en España.: Dos casos de estudio: Tercer Milenio y Quo. *Razón y Palabra*, (95), 28.
- Rodríguez-Entrena, M., & Salazar-Ordóñez, M. (2013). Influence of scientific–technical literacy on consumers’ behavioural intentions regarding new food. *Appetite*, 60, 193-202.
- Romaní, F., Pariasca, J. C., Madrid, J. A., & Herrera, D. E. (2018). La divulgación científica en el campo de la salud pública. La experiencia del Instituto Nacional De Salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35, 515-522.
- Ruiz-Pastrana, M. (2015). Alfabetización y percepción científica: acercamiento de la investigación a las aulas como recurso didáctico.
- Salgado, J. T. (2017). Perception of Scientists and Journalists on the Dissemination of Science and Technology Issues in Chile, 72: 1107-1130.
- Starovoytova, D. (2017a). Scientific Research, Writing, and Dissemination:(Part 2/4)- Barriers to Effective-Research, at Engineering-School. *Journal of Education and Practice*, 2222-1735.
- Starovoytova, D. (2017b). Scientific Research, Writing, and Dissemination:(Part 3/4)- Scientific Writing. *Journal of Education and Practice*, 2222-1735.
- Starovoytova, D. (2018). Mastering Scientific Research Writing and Dissemination. *LAP Lambert-Academic-Publishing, Germany*.
- Tarquino, A. V. (2018). *El abordaje de los organismos genéticamente modificados en la formación docente* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)- Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación).
- Toharia, M. (2016). Políticas de comunicación universitaria y divulgación científica. *La Cuestión Universitaria*, (6), 95-102.
- Watanabe, G., & Kawamura, M. R. (2016). El papel de la divulgación científica realizada por científicos en la formación de profesores. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(2), 61-73.
- Whitlock, J., Pietrusza, C., & Purington, A. (2013). Young adult respondent experiences of disclosing self-injury, suicide-related behavior, and psychological distress in a web-based survey. *Archives of Suicide Research*, 17(1), 20-32.

Whittington, K. B. (2009). Patterns of male and female scientific dissemination in public and private science. In *Science and engineering careers in the United States: an analysis of markets and employment* (pp. 195-228). University of Chicago Press.