Prácticas de laboratorio para futuros científicos: trabajo en equipo interdisciplinar con alumnos de diferentes grados universitarios guiados por WebQuest AICLE

Ángel Serrano-Aroca[1], Belén Frígols[1], Miguel Martí[1], Sofía Ingresa-Capaccioni[1], Victoria Moreno-Manzano[1,2]

1 Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, 46001 Valencia, España
2 Laboratorio de Regeneración Tisular y Neuronal, Centro de Investigación Príncipe Felipe, 46012 Valencia, España

Recibido:

Recibido en: 14/11/2018

| Aceptado:
Aceptado en: 23/11/2018

Contacto: Angel Serrano - angel.serrano@ucv.es

Resumen

El trabajo en equipo interdisciplinar constituye hoy en día una práctica común en el mundo científico. Cada vez resulta más importante la colaboración entre expertos de diferentes áreas científicas para resolver problemas multidisciplinares. De este modo, en este trabajo, se han realizado prácticas de laboratorio transversal de alto nivel científico agrupando alumnos de diferentes cursos académicos de cuatro grados universitarios científicos del área de biomedicina impartidos en castellano: Biotecnología, Ciencias del Mar, Veterinaria, Odontología y un grado impartido en inglés: *Dentistry*. Las asignaturas, en los correspondientes grados, que participaron en el estudio fueron: Biorreactores, Cultivos Celulares, Microbiología Marina, Microbiología Veterinaria, Microbiología de Odontología y *Microbiology* del grado *Dentistry* en inglés. Se constituyeron equipos de trabajo con conocimientos multidisciplinares abordando un tema científico de interés actual como es las síntesis química y por impresión 3D de biomateriales, su caracterización antimicrobiana por tres métodos complementarios (difusión en agar, contacto y formación de biofilm en biorreactor) y repoblación por cultivo con células madre adultas. Para guiar su aprendizaje, se diseñó una *WebQuest* con todas las instrucciones, laboratorio virtual y guías de prácticas en formato digital para su utilización en tableta, móvil u ordenador. Con motivo de llevar a cabo un Aprendizaje Integrado de Contenido y de Lenguas Extranjeras (AICLE), se empleó el inglés por ser el idioma universal empleado en el ámbito científico por excelencia, fomentando así la formación del futuro investigador de los estudiantes. La *WebQuest* fue diseñada en inglés y los participantes realizaron una exposición en inglés al finalizar la experiencia. Las prácticas de laboratorio fueron realizadas en los laboratorios de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir y en el Centro de Investigación Príncipe Felipe por cuatro grupos de 6 alumnos

de los cinco grados. La efectividad de este procedimiento fue evaluado mediante experimentación directa, una encuesta constituida por un cuestionario de 14 preguntas, y evaluación mediante dos rúbricas para las memorias y exposiciones. Los resultados de este estudio muestran un gran éxito de la metodología didáctica desarrollada. Sin embargo, este estudio revela la necesidad de tomar medidas educativas que potencien el sistema AICLE desde niveles educativos inferiores que pueda facilitar el proceso de aprendizaje de nuestros futuros científicos.

Palabras clave: *WebQuest*, AICLE, trabajo interdisciplinar, grados universitarios, prácticas de laboratorio, laboratorio virtual.

Summary

Interdisciplinary team work is now a very common practice in scientific research. Collaboration between experts from different scientific areas to solve multidisciplinary problems is becoming more and more important. Thus, in this work, transversal laboratory sessions of high scientific level have been carried out by students from different academic courses of four different university scientific bachelor's degrees in the area of biomedicine taught in Spanish: Biotechnology, Marine Sciences, Veterinary, Dentistry and a degree taught in English: Dentistry. The subjects that participated in the study were: bioreactors, cell cultures, marine microbiology, veterinary microbiology and microbiology (at both dentistry degrees) respectively. Working teams were formed with multidisciplinary knowledge, addressing a scientific topic of current interest such as chemical synthesis and 3D printing of biomaterials, their antimicrobial characterization by three complementary methods (diffusion in agar, contact and biofilm formation in bioreactor) and repopulation by adult stem cell culture. A WebQuest was designed to guide their learning with all the instructions, virtual laboratory and laboratory sessions' guides in digital format to be used on tablet, mobile or computer. In order to carry out a Content and Language Integrated Learning (CLIL), English was used because it is the universal language used in the scientific field and it is very important for the training of future researchers. Thus, the WebQuest was designed in English and the participants made a presentation in English at the end of this experience. The laboratory sessions were carried out in the laboratories of the Catholic University of Valencia San Vicente Mártir and in the Príncipe Felipe Research Center by four groups of 6 students from the five grades. The effectiveness of this procedure was evaluated through direct experimentation, a survey consisting of a questionnaire of 14 questions, and evaluation by means of two rubrics used for the reports and expositions. The results of this study showed a great success of the didactic methodology developed. However, this study reveals the urgent need of taking educational measures that could enhance the CLIL education from lower educational levels to facilitate the learning process of our future scientists.

Keywords: WebQuest, CLIL, STSE, interdisciplinary team work, bachelor studies, laboratory sessions, virtual laboratory

1. Introducción

Hoy en día, el trabajo científico está siendo llevado a cabo cada vez más por equipos de trabajo interdisciplinar donde expertos de varios centros de investigación, que trabajan en áreas científicas totalmente diferentes, colaboran para resolver problemas multidisciplinares [1].

La competencia de trabajo en equipo se define como la disposición personal y la colaboración con otros para realizar actividades y lograr objetivos comunes, intercambiando información, asumiendo responsabilidades, resolviendo problemas y contribuyendo al desarrollo colectivo [2]. En la actualidad, dentro del aprendizaje colaborativo destaca el aprendizaje que hace uso de las tecnologías de la

información y comunicación, que es una herramienta que consigue que los estudiantes adquirieran competencias digitales de gran utilidad, tanto en entornos universitarios como profesionales [3]. Los grandes avances informáticos han conseguido conectar a personas sin barreras temporales ni geográficas [4]. De este modo, cada vez resulta más frecuente que muchos proyectos industriales y de investigación sean desarrollados por equipos multidisciplinares de profesionales localizados en zonas geográficas diferentes, trabajando juntos de forma virtual [5]. Por tanto, es muy importante que los estudiantes universitarios no solamente sean competentes en el área científica de estudio elegido, sino también adquieran experiencia de trabajo online en grupos multidisciplinarios y con miembros de diferentes localidades y países [6,7].

Los entornos virtuales como complemento de prácticas de laboratorio son utilizados cada vez más porque proporcionan una plataforma de aprendizaje que refuerzan los fundamentos principales de los experimentos. De este modo se ha demostrado que se produce una mejora considerable en el desarrollo de las prácticas de laboratorio y son de gran utilidad para el alumnado [8,9]. Además, la integración de la experimentación real con la simulación virtual por ordenador puede contribuir a un aprendizaje activo más efectivo [10, 11].

1.1 WebQuest

La metodología *WebQuest* fue inventada en 1995 por Bernie Dodge en la Universidad Estatal de San Diego. Esta herramienta consiste en un formato tipo página web en el cual la mayoría de la información con la que los estudiantes trabajan proviene de la web. Este modelo ha sido de gran utilidad para miles de personas de todo el mundo desde su invención y ha tenido mayor éxito en Brasil, España, China, Australia y Holanda [12].

Esta metodología permite organizar el proceso de aprendizaje del alumnado [13] y se suelen diseñar para que el alumno se centre en utilizar la información en vez de buscarla. Además, esta herramienta resulta de gran utilidad tanto para los alumnos como para el profesorado debido a que proporciona estructura y orientación [14]. La *WebQuest* permite al alumno construir a partir de información obtenida de Internet [15].

Dodge [16], se refiere a la teoría dimensional de aprendizaje de Marzano, que se basa en la taxonomía de Bloom de los objetivos educativos [17], con sus raíces en la ciencia cognitiva como la teoría que subyace al concepto de WebQuest. La taxonomía de Bloom de los objetivos educativos describe seis niveles de procesos cognitivos: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Las habilidades mentales de orden superior involucran a los últimos tres procesos cognitivos y está asumido que son estimulados por la mayoría de*webquest*[18]. Sin embargo, las actividades relacionadas con la web que apelan solamente a los tres primeros procesos cognitivos se consideran ejercicios web [19].

1.2 AICLE

Actualmente en Europa existe una creciente implementación de una lengua diferente como medio de enseñanza de asignaturas no lingüísticas. Esta metodología de enseñanza se denomina Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (AICLE) o CLIL de sus siglas en inglés y permite el aprendizaje de materias e idiomas al mismo tiempo con el objetivo de la Unión Europea de conseguir que todos los ciudadanos puedan comunicarse en al menos dos lenguas.

La resolución del Consejo de 1995 puso de manifiesto la importancia de la mejora de la calidad y la diversificación del aprendizaje y de la enseñanza de las lenguas en los sistemas educativos de la Unión

Europea para impartir una enseñanza bilingüe de asignaturas distintas de las lenguas.

Está demostrado que mediante AICLE los alumnos aprenden más y están más motivados que en la enseñanza tradicional de materias específicas [20]. Además, esta metodología potencia la autonomía del alumno [21] y ofrece muchas ventajas tanto a estudiantes como a docentes, ya que el alumno procesa la lengua extranjera de forma más profunda e intensa y con mayor nivel cognitivo.

La realización de actividades AICLE en estudios superiores universitarios es fundamental, sobre todo en grados científicos donde la mayoría de libros y publicaciones se realizan en inglés. De este modo, con la metodología AICLE se puede conseguir que los estudiantes aprendan contenidos muy importantes del tema abordado y al mismo tiempo competencia lingüística en lengua inglesa aprendiendo vocabulario y expresiones especializadas de su área de conocimiento.

La unión de la *WebQuest* con AICLE permite potenciar la docencia AICLE ya que se establecen pautas precisas e instrumentos para implementar la lengua extranjera de forma adecuada [22-24].

El objetivo del presente proyecto se enmarca dentro de línea de mejora de adquisición de competencias de carácter transversal. De este modo, se pretende realizar un trabajo de innovación docente coordinado desde la dirección del departamento basado en la realización de prácticas de laboratorio de investigación puntera, denominadas *para futuros científicos*, de carácter interdisciplinar y que agrupe a alumnos de cuatro grados universitarios científicos impartidos en castellano: Biotecnología, Ciencias del Mar, Veterinaria y Odontología, y un grado impartido en inglés: *Dentistry*. Además, este proyecto de innovación docente será llevado a cabo con el apoyo de las metodologías AICLE y WebQuest.

El éxito del presente proyecto puede traducirse en una mejora considerable de la competencia de trabajo transversal multidisciplinar de los alumnos participantes. El trabajo de esta competencia es fundamental para la formación de futuros científicos y profesionales que al terminar la carrera van a necesitar cada vez más saber trabajar en entornos multidisciplinares utilizando la lengua inglesa como medio de comunicación. Además, este proyecto pretende impulsar el interés por la investigación desde los primeros cursos de los grados universitarios de ciencias.

2. Metodología

2.1 Participantes

2.1.1. Alumnos

La metodología de este trabajo fue aplicada a 24 estudiantes de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. El proyecto estuvo abierto a cualquier alumno matriculado independientemente de su expediente académico, ya que la selección de los alumnos se realizó mediante sorteo de los alumnos voluntarios inscritos para participar. Estos alumnos fueron de edades comprendidas entre 18 y 22 años. Se formaron cuatro grupos de 6 alumnos con un alumno de cada asignatura participante en el proyecto: Biorreactores de 3er curso de Biotecnología, Cultivos Celulares de 3er curso de Biotecnología, Microbiología Veterinaria de 2º curso de Veterinaria, Microbiología Marina de 2º curso de Ciencias del Mar, Microbiología de 1º de Odontología y *Microbiology* de 1º curso de *Dentistry*. Con la práctica de laboratorio planteada se pretende ofrecer a los alumnos la posibilidad de iniciarse en investigación desde los primeros cursos de su carrera.

2.1.2. Profesores

Cinco profesores universitarios con diferentes estudios científicos participaron en el proyecto. Tres de los profesores son doctores en Veterinaria especializados en microbiología, una profesora doctora en farmacia especializada en cultivos celulares y un doctor en ingeniería química especializado en biomateriales. El profesor de la asignatura de Biorreactores del grado de Biotecnología realizó la parte de la práctica de síntesis química e impresión 3D de los biomateriales y diseño de la WebQuest. El profesor de la asignatura de Microbiología Marina del grado de Ciencias del Mar se encargó de la parte de la práctica de estudio de la capacidad antimicrobiana por difusión en agar de los biomateriales. El profesor de la asignatura de Microbiología Veterinaria del grado de Veterinaria impartió la parte de estudio de la capacidad antimicrobiana por contacto de los biomateriales. El profesor de la asignatura de Cultivos Celulares del grado de Biotecnología realizó la parte de cultivos celulares en los biomateriales y su observación al microscopio confocal. El profesor de la asignatura de Microbiología y Microbiology del grado de Odontología y Dentistry, respectivamente, realizó la parte de estudio de la formación de biofilm en los biomateriales con biorreactor. Entre los cinco profesores participantes, se realizaron diversas reuniones en las diferentes fases del proyecto para coordinar las cinco partes de la práctica de laboratorio mencionadas.

2.2. Prácticas de laboratorio: trabajo en equipo interdisciplinar.

Las prácticas de laboratorio se realizaron de forma presencial en los laboratorios de la Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir y en el Laboratorio de Regeneración Tisular y Neuronal del Centro de Investigación Príncipe Felipe. Se realizaron prácticas de laboratorio de alto nivel científico interdisciplinares utilizando tecnologías avanzadas existentes como la impresión 3D, la síntesis de scaffolds con biomateriales de origen natural o el empleo de células madre adultas desde cultivos primarios. Toda esta experiencia científica fue guiada por internet a través de la WebQuest AICLE. En la práctica de laboratorio, los alumnos de la asignatura de Biorreactores prepararon biomateriales avanzados mediante síntesis química y por impresión 3D en el laboratorio y los alumnos de Cultivos Celulares estudiaron las propiedades biológicas de estos materiales en contacto con las células troncales. Los alumnos de Ciencias del Mar estudiaron en la asignatura de Microbiología Marina la capacidad antimicrobiana mediante el método de difusión en agar de estos materiales frente a bacterias importantes como *Staphylococcus aureus* y buscaron información en artículos científicos recientes de alto impacto, con la ayuda del profesor, para poder proponer la utilización alternativa de biomateriales antimicrobianos de origen marino. Finalmente, los alumnos de Veterinaria estudiaron en la asignatura de Microbiología Veterinaria las propiedades antimicrobianas de estos biomateriales mediante otra técnica denominada de contacto. Los alumnos de Odontología estudiaron las propiedades antimicrobianas de formación de biofilm mediante un biorreactor para bacterias. Ambos alumnos de Veterinaria y Odontología buscaron información en artículos científicos recientes, con la ayuda del profesorado, para poder proponer la implantación de estos biomateriales en animales para regeneración tisular ósea, prótesis, etc. para odontología de acuerdo con los resultados obtenidos por los alumnos de Biotecnología y Ciencias del Mar en los ensayos de cultivos celulares y antimicrobianos.

Una vez finalizadas las prácticas, los seis alumnos de cada grupo se reunieron para discutir y elaborar una memoria conjunta que presentaron siguiendo las instrucciones indicadas en la WebQuest. Este trabajo finalizó con la exposición de los resultados y sus potenciales aplicaciones en las diferentes disciplinas asociadas a sus grados, en inglés en una presentación de máximo 2 minutos por alumno (12 minutos en total) por grupo.

2.3. Aspectos de bioética

Debido a que la experimentación con animales requiere de la aprobación previa por un comité ético, los alumnos de cada grupo se encargaron de buscar toda la información requerida para solicitar la futura implantación de los biomateriales desarrollados en animales.

2.4. Evaluación de la metodología docente

Para poder evaluar esta metodología de enseñanza-aprendizaje, se realizaron encuestas a todos los alumnos participantes en el proyecto y se calificaron las memorias y exposiciones en inglés mediante rúbrica de evaluación para poder disponer de más resultados que permitan cuantificar el nivel de enseñanza y motivación logrado. Estos sistemas de evaluación estuvieron disponibles en la WebQuest desde el comienzo del proyecto para que los alumnos supieran de antemano cómo iban a ser calificadas sus memorias y exposiciones. Las memorias de prácticas en inglés y exposiciones fueron evaluadas por los cinco profesores participantes en el proyecto para determinar una calificación media representativa evaluando por puntos criterios consensuados sobre la calidad, forma y contenido de la memoria escrita (Tabla 1) y de la presentación oral (Tabla 2). Todos los alumnos que participaron en el proyecto de innovación docente recibieron un certificado de participación como reconocimiento de su trabajo realizado.

2.5. WebQuest con enfoque AICLE

En la introducción de la WebQuest diseñada [25] se expone una pequeña introducción en inglés a la síntesis de los biomateriales, la ingeniería tisular, el cultivo celular y los tres métodos de caracterización antimicrobiana de biomateriales por difusión en agar, contacto y formación de biofilm en cultivo bacteriano en biorreactor. En el apartado correspondiente a las prácticas de laboratorio a realizar (Laboratory Sessions) se indica la experimentación a realizar con un enlace a los manuales de instrucciones en archivo pdf descargable mediante Tablet, Smartphone u ordenador [26]. La WebQuest dispone también de unas prácticas virtuales. (Virtual Laboratory) para realizar el alumno en el ordenador desde casa o con un ordenador portátil en la Universidad para completar los conocimientos adquiridos en el laboratorio y potenciar el trabajo autónomo. Esta experiencia virtual [27] aborda en inglés conceptos relativos a material general de laboratorio, manejo del microscopio óptico, impresión 3D, cultivo celular y biofilm bacteriano. Además, la WebQuest consta de un penúltimo apartado (Reports&Presentations) con toda la información al respecto de las exposiciones en inglés a realizar por cada grupo y en cuanto a la elaboración de la memoria indicando claramente su estructura y contenidos que deben contener [28]. Finalmente, se indica cómo serán evaluados los alumnos en las memorias y las exposiciones [29] mostrando las dos rúbricas de evaluación (ver Tabla 1 y 2 respectivamente), que otorgan un conjunto de criterios y estándares, generalmente relacionados con objetivos de aprendizaje, que se utilizan para evaluar un nivel de desempeño o tarea [30].

2.6. Evaluación

Para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos se realizó como tarea la de presentar una memoria de prácticas por grupo y una exposición en grupo final en inglés en el Salón de Actos de la Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. La nota de las memorias y de las exposiciones se determinó mediante dos rúbricas de evaluación que otorgan una calificación total de 0 a 10 (ver tabla 1 y 2 respectivamente). En cuanto a la memoria, se evalúa tanto la calidad del contenido como la calidad de su presentación evaluando cada uno de los indicadores que se indican en la rúbrica.

Tabla 1: *Rúbrica de evaluación de las memorias de prácticas.*

fig1

Tabla 1: *Rúbrica de evaluación de las exposiciones.*

fig1

2.7. Encuesta

Se ha realizado una encuesta a través de un cuestionario de catorce preguntas formuladas por los cinco profesores universitarios (ver Tabla 3).

Tabla 3: *Encuesta de catorce preguntas sobre la metodología de prácticas para futuros científicos realizada mediante webquestAICLE.*

Nº	PREGUNTA
1	La realización de prácticas de laboratorio para futuros científicos unidas a través de la página web te ha ayudado a entender mejor los conceptos abordados.
2	Te has sentido más motivado al realizar prácticas de laboratorio científicas formando parte de un equipo de trabajo interdisciplinar.
3	Te ha parecido una forma más motivante de realizar prácticas de laboratorio al ser temas de investigación puntera.
4	La estructura de la actividad te ha parecido lógica y bien organizada.
5	El desarrollo de la actividad te ha facilitado la comprensión y aprendizaje de la materia tratada.
6	Piensas que tu participación en la búsqueda de artículos científicos en lengua inglesa para la preparación de las presentaciones en inglés te ha hecho consciente de la necesidad de conseguir un gran dominio del inglés en el campo científico.
7	Te ha resultado útil para tu aprendizaje que el mismo tema se haya abordado desde distintas perspectivas profesionales.
8	Crees que has aprendido más con esta metodología*webquest*con prácticas para futuros científicos con contenidos en inglés que con la llevada a cabo de forma tradicional.
9	Cómo valoras la parte de prácticas de laboratorio del proyecto (de 1 a 6).
10	Cómo valoras la parte de realización de la memoria de prácticas y preparación de las exposiciones en el equipo interdisciplinar del proyecto (de 1 a 6)
11	Cómo valoras la parte de las presentaciones en inglés del proyecto (de 1 a 6)
12	Nivel global de satisfacción del proyecto (de 1 a 6)
13	Recomendarías esta actividad a otros estudiantes de tu grado.
14	Crees que se deberían realizar más actividades de este tipo entre diferentes grados de una misma Universidad.

3. Resultados y discusión

En este estudio, el tipo de metodología de prácticas de laboratorio, se ha empleado la*webquest*como herramienta de guía del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se ha optado por esta herramienta para poder crear mayor interés entre el alumnado y así poder abarcar con las nuevas tecnologías conceptos científicos muy importantes utilizando los recursos avanzados que ofrece hoy en día internet para poder conectar los alumnos participantes de los diferentes grados universitarios.

Actualmente existen una amplia gama de páginas web gratuitas o de pago para crear típicas*webquest*[12]. Sin embargo, en el presente proyecto se ha optado por el portal de diseño de páginas web gratuitas Webs (2018) debido a su manejo intuitivo y cómodo que permite infinidad de diseños.

El desarrollo de la*webquest*de este trabajo ha cumplido los máximos ítems de la rúbrica de evaluación de *webquest*[31]. La*webquest*normalmente consta de una serie de seis páginas web: introducción, tarea, proceso, recursos, evaluación y conclusión. La introducción proporciona a los alumnos información acerca del tema a trabajar con la finalidad de hacer la actividad más atractiva y entretenida y se mantenga el interés por el tema a lo largo de la actividad. Las siguientes páginas tratan de la tarea a realizar al finalizar y el proceso describe de forma breve los pasos que el alumnado debe seguir para realizarla. La cuarta página proporciona los enlaces a páginas web necesarias como instrumento de información. La penúltima página expone el modo de evaluar y finalmente la*webquest*suele contener una última página que presenta una conclusión que resume la experiencia de aprendizaje [16]. Sin embargo, el tipo de*webquest*diseñada en el presente estudio ha tomado como modelo la*webquest*definida por Dodge pero eliminando la página de conclusión por no considerarse relevante en esta aplicación de prácticas de laboratorio y con alguna modificación relevante. De este modo, la*webquest*diseñada contiene una introducción, unas tareas y la evaluación de forma similar a como lo hace Dodge en su WebQuest. La página de proceso y fuentes de Dodge están ambas incluidas en cada una de las páginas de la prácticas de laboratorio (Laboratory sessions) y laboratorio virtual (Virtual laboratory) (Ver Figura 1 y 2.). Lo que destaca de la*webquest*AICLE diseñada es que incluye procesos reales de laboratorio a realizar y no sólo procesos virtuales. Además, los procesos virtuales a trabajar son del tipo AICLE.

fig1

Figura 1: *Comparación entre lawebquestde Dodge y lawebquestcon enfoque CTSA desarrollada.*

fig1

Figura 2: *Las cinco páginas web que constituyen lawebquestcon enfoque AICLE.* Introducción (a), prácticas de laboratorio con los guiones descargables (b), laboratorio virtual (c y d), instrucciones para la elaboración de la memoria de prácticas y exposiciones (e) y evaluación (f).

Mediante esta metodología de prácticas de laboratorio se consigue trabajar y evaluar multitud de competencias esenciales para un futuro científico como es la de saber desenvolverse en un laboratorio utilizando el material e instrumentos adecuados.

Todos los videos del laboratorio virtual son en lengua inglesa. Sin embargo, algunas páginas de la*webquest* fueron redactadas en la lengua nativa (L1) de los alumnos, el castellano, con el objetivo de no sobrecargar la parte lingüística en inglés (L2) de aprendizaje AICLE y así facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque, la cantidad de contenido AICLE puede regularse fácilmente en próximas experiencias.

La utilización del L1 y L2 está considerado que proporciona un apoyo comunicativo significativo tanto para los estudiantes como para el profesorado [32]. Aunque los profesores en la enseñanza AICLE deberían

utilizar al máximo la lengua objeto de enseñanza [33], el uso la lengua nativa puede servir como andamios de soporte para el aprendizaje de la segunda lengua y contenido. Todavía es necesario realizar más investigación sobre cómo el L1 puede ser utilizado, o está siendo usado en entornos AICLE para maximizar el aprendizaje de contenidos y de la L2 [34].

En las prácticas de laboratorio para futuros científicos AICLE del presente proyecto se trabaja las cuatro habilidades lingüísticas del L2: escuchar, hablar, leer y escribir. De este modo, se deben observar videos en inglés con subtítulos en castellano para trabajar la escucha integrando los conocimientos científicos abordados. La lectura se trabaja en los artículos científicos buscados para la elaboración del trabajo final a exponer. El habla se trabaja en las exposiciones finales en inglés. La escritura se trabaja en la elaboración del PowerPoint en inglés de las presentaciones finales.

A continuación, en la Tabla 4, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de las memorias de prácticas y exposiciones finales en inglés por los cinco profesores participantes en el proyecto.

Tabla 4.*Resultados de la evaluación de las memorias de prácticas y exposiciones en inglés (de 0 a 10).* Se indica la media y desviación estándar obtenida de la evaluación de cada grupo por los cinco profesores universitarios participantes en el proyecto.

GRUPO	NOTA MEMORIA DE PRÁCTICAS	NOTA EXPOSICIONES
1	8.1±1.2	8.6±0.5
2	8.8±0.5	7.6±0.6
3	8.2±1.2	7.7±0.7
4	7.4±1.2	7.5±0.3

Como se puede observar en la Tabla 4, las calificaciones obtenidas en las memorias de prácticas y en las exposiciones en grupo fueron muy positivas, consiguiendo notas altas que denotan la implicación del alumnado en el proyecto de innovación docente.

Los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los 24 alumnos participantes se muestran en la Figura 3.

fig1

Figura 3: *Resultado de la encuesta de catorce preguntas planteadas sobre las prácticas para futuros científicos guiadas mediantewebquestcon enfoque AICLE a los 24 alumnos participantes.* El número de respuestas (calificadas de 1 (totalmente en desacuerdo) a 6 (totalmente de acuerdo)) y el valor medio de estas respuestas para cada pregunta se muestran en esta figura. El color gris representa la opción de no contestar a la pregunta del cuestionario.

La experimentación directa donde todos los profesores observaron una gran motivación del alumnado y los resultados de la encuesta ponen de manifiesto una buena aceptación de este modo de realizar prácticas de laboratorio interdisciplinar por parte del alumnado con alumnos de diferentes grados universitarios con medias desde 4.71 hasta 5.43 (ver Figura 3). La satisfacción global del alumnado respecto al proyecto (cuestión 12) es muy alta y la mayoría opina que se deberían realizar más actividades de este tipo entre diferentes grados de una misma universidad (cuestión 14). Además, se ha conseguido que la participación del alumnado en la búsqueda de artículos científicos en lengua inglesa para la preparación de las presentaciones en inglés les haya hecho conscientes de la necesidad de conseguir un gran dominio de la

lengua inglesa en el campo científico (cuestión 6) y con una gran satisfacción en cuanto al tipo de prácticas de laboratorio científicas (cuestión 9). Sin embargo, estos resultados también revelan nuestras sospechas iniciales respecto a la dificultad de llevar a cabo tareas interdisciplinares (cuestiones 4 y 5) con un nivel bajo de conocimientos de la lengua inglesa por muchos alumnos que dificulta todavía más el desarrollo de este tipo de actividades no realizadas habitualmente en ninguno de los grados universitarios implicados en el proyecto. De este modo, un gran número de algunos alumnos manifestaron este resultado en los comentarios de la encuesta e indicaron que les supuso un gran esfuerzo al no dominar la lengua inglesa. Por lo tanto, esto manifiesta la necesidad de tomar medidas educativas que potencien el sistema AICLE desde niveles educativos inferiores que consigan facilitar la integración del alumnado universitario al mundo actual científico donde la lengua inglesa es el medio de comunicación dominante.

5. Conclusiones.

En este estudio se ha aplicado una nueva metodología didáctica que integra todas las ventajas que ofrece por separado la*webquest* y AICLE enfocado a realizar prácticas de laboratorio de alto nivel científico.

Los alumnos realizaron una memoria con buena presentación y calidad debido a la motivación conseguida mediante el desarrollo de este nuevo tipo de prácticas interdisciplinares para futuros científicos realizada por un equipo de trabajo interdisciplinar constituidos por alumnos de diferentes grados universitarios. Además, las exposiciones en inglés fueron realizadas con un alto grado de motivación indicando de algún modo la gran satisfacción del alumnado respecto al proyecto interdisciplinar de innovación docente llevado a cabo, como así han manifestado también los buenos resultados de las encuestas.

En definitiva, las encuestas del alumnado han puesto de manifiesto una buena aceptación de este modo de realizar prácticas de laboratorio interdisciplinar con alumnos de diferentes grados universitarios. La satisfacción global del alumnado respecto al proyecto es excelente y la mayoría cree que se deberían realizar más actividades de este tipo. Además, se ha conseguido motivar al alumnado y hacer consciente de la necesidad de dominar el inglés en el campo científico. Sin embargo, estos resultados también revelan la dificultad de llevar a cabo tareas interdisciplinares en inglés debido al bajo nivel lingüístico de la mayoría del alumnado y la necesidad de tomar medidas al respecto.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado mediante el proyecto 2017-231-002 concedido en la I Convocatoria de proyectos de innovación docente y premios a la Innovación 2017/18.

Los autores del trabajo agradecen a todo el alumnado y personal de la Facultad de Veterinaria y Ciencias Experimentales de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, y personal técnico del Centro de Investigación Príncipe de Felipe por su amable participación y ayuda en este estudio.

Contribuciones de los autores

Á. Serrano-Aroca ideó el estudio, consiguió financiación, planificó y dirigió la investigación, diseñó la WebQuest, analizó y discutió los resultados, elaboró las figuras y escribió el manuscrito. Á. Serrano-Aroca, B. Frígols, M. Martí, S. Ingresa-Cappacioni y V. Moreno-Manzano realizaron sus respectivas prácticas de laboratorio, y evaluaciones de las memorias de prácticas y exposiciones. Todos los autores revisaron la última versión del manuscrito.

Referencias:

1. **Omodei E, De Domenico M, Arenas A** (2017) Evaluating the impact of interdisciplinary research: A multilayer network approach. *Network Science* 5: 235-246. DOI:10.1017/nws.2016.1.

2. **Torrelles C, Coiduras J, Isus S, Carrera F, París G, Cela J** (2011) Competencia de trabajo en equipo: Definición y categorización. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado* 15: 329-344.

3. **Roberts TS** (Ed) (2005) Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education. *Hershey: Idea Group Pub*.

4. **Goodyear P, Jones C, Thompson K** (2014) Computer-supported collaborative learning: Intructional approaches, group processes and educational designs. In Handbook of Research on Educational Communications and Technology (pp. 439-451). *New York: Springer*.

5. **Sheppard K, Dominick P, Aronson Z** (2004) Preparing engineering students for the new business paradigm of international teamwork and global orientation. *International Journal of Engineering Education* 20: 475-483.

6. **Hermann F, Rummel N, Spada H** (2001) Solving the case together: The challenge of net-based interdisciplinary collaboration. First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings, & K. Hakkarainen (Eds.), Proceedings of the first European conference on computer-supported collaborative learning (pp. 293-300). *Maastricht: McLuhan Institute.*

7. **Popov V, Noroozi O, Barrett JB, Biemans HJA, Teasley, SD, Slof B, Mulder M** (2014) Perceptions and experiences of, and outcomes for, university students in culturally diversified dyads in a computer-supported collaborative learning environment. *Computers in Human Behavior* 32: 186-200.

8. **Domingues L, Rocha I., Dourado F, Alves M, Ferreira EC** (2010) Virtual laboratories in bio(chemical) engineering education. *Education for Chemical Engineers* 5: e22-e27.

9. **Serrano-Aroca A** (2015) Real and Virtual Bioreactor Laboratory Sessions by STSE-CLIL WebQuest. *Education for Chemical Engineers* 13:1-8. doi:10.1016/j.ece.2015.06.004).

10. **Kocijancic S, O'Sullivan C** (2004) *Informatics in Education* 3: 239-250.

11. **Jong T, Linn MC, Zacharia ZC** (2013) Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science* 340:305-308. DOI: 10.1126/science.1230579.

12. **Dodge B** (2007) WebQuest.org. Recuperable de http://webquest.org/

13. **Chalmers PA** (2003) The role of cognitive theory in human-computer interface. *Computers in Human Behaviour* 19: 593-607,

14. **Dodge B** (2001) FOCUS: Five rules for writing a great WebQuest. *Learning and Leading with Technology* 28(8): 6-9. Recuperable de http://business.highbeam.com/4240/article-1G1-74336587/focus-five-rules-writing-great-webquest

15. **Segers E, Verhoeven L** (2009) Learning in a sheltered Internet environment: The use of WebQuest. *Learning and Instruction*. 19: 423-432.

16. **Dodge B** (1997) Some Thoughts About WebQuests. Recuperable de http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html

17. **Marzano RJ** (1992) A different kind of classroom. Teaching with dimensions of learning. *Alexandria. VA: Association for Supervision and Curriculum Development*.

18. **Marzano RJ, Kendall JS** (2007) The new taxonomy of educational objectives. *Thousand Oaks, CA: Corwin*.

19. **March T** (2004) The learning power of WebQuest. *Educational Leadership* 61: 42-47.

20. **Wolff D** (2009) Content and Language Integrated Learning. In Knapp, K-F. and Seidelhofer, B. in cooperation with Henry Widdowson (eds.): Handbook of Foreign Language Communication and Learning 5: 545-572. *Berlin: Mouton de Gruyter*.

21. **Wolf D** (2011) CLIL and Learner Autonomy: relating two educational concepts. *Education et Sociétés Plurilingues*, 301.

22. **Fernández Fontecha A** (2010) The CLILQuest: A Type of Language WebQuest for Content and Language Integrated Learning (CLIL). *Computer Resources for Language Learning* 3: 45-64.

23. **Räsänen A, Kaasik T, Mathews HD, Oresik H, Sentocnik S** (1996) Profile of teacher qualifications required for bilingual education programmes, Report on workshop 12B, Bilingual education in secondary schools: Learning and teaching non-language subjects through a foreign language (pp. 277-292). *Echternach, Luxemburg: Council of Europe*.

24. **Hartiala AK** (2000) Acquisition of teaching expertise in content and language integrated learning. Doctoral Dissertation. *University of Turku, Turku: Painosalama Oy*.

25. http://laboratorysessions.webs.com, accesado 26/06/2018.

26. http://laboratorysessions.webs.com/laboratory-sessions, accesado 26/06/2018.

27. http://laboratorysessions.webs.com/virtual-laboratory, accesado 26/06/2018.

28. http://laboratorysessions.webs.com/reports-presentations, accesado 26/06/2018.

29. http://laboratorysessions.webs.com/assessment, accesado 26/06/2018.

30. **Brookhart SM** (2013) How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading. Alexandria. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

31. **Dodge B** (2001) A Rubric for Evaluating WebQuests. Recuperable de http://webquest.sdsu.edu/webquestrubric.html

32. **Gorter D, Cenoz J** (2011) A Multilingual Approach: Conclusions and Future Perspectives. *The Modern Language Journal*, 95: 442-445, DOI: 10.1111/j.1540-4781.2011.01203.x

33. **Littlewood W, & Yu B** (2011) First language and target language in the foreign language classroom. *Language Teacher* 44: 64-77.

34. **Lasagabaster D** (2013) The use of the L1 in CLIL classes: The teachers' perspective. *Latin American Journal of Content and Language Integrated Learning* 6: 1-21. doi:10.5294/laclil.2013.6.2.1 eISSN 2322-9721.

QuímicaViva

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista QuímicaViva

Volumen 17, Número 3, Diciembre de 2018

ID artículo:E0135

Versión online