



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Herramientas colaborativas y de visualización mediante dispositivos móviles para la docencia en Ciencias Experimentales (PINN-19-A-022)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019

Ana Gutiérrez Fernández – anaguti@uniovi.es Dpto. Bioquímica y Biología Molecular
Xose Antón Suárez Puente – xspuente@uniovi.es Dpto. Bioquímica y Biología Molecular
Ander Díaz Navarro – diazander@uniovi.es Dpto. Bioquímica y Biología Molecular
Pablo Bousquets Muñoz – UO245719@uniovi.es Dpto. Bioquímica y Biología Molecular

Palabras clave: *bioquímica; prácticas; laboratorio; experimentación; móvil; errores;*

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-18-A)	X
--------------------	---

Tipo B (PINN-18-B)	
--------------------	--

En este apartado decir el tipo de proyecto (Tipo A o Tipo B) y únicamente en caso de ser de tipo B, describir las ampliaciones y novedades con respecto a los proyectos anteriores de los cuales es continuación.

Resumen / Abstract

Las prácticas de laboratorio constituyen un elemento esencial en la formación de los alumnos de Ciencias Experimentales. Sin embargo, la realización con éxito de las mismas depende de muchos factores, entre los que destacan: la complejidad de los procedimientos llevados a cabo, la dificultad de analizar los datos generados, o la capacidad de interpretación de estos resultados. Debido a esta diversidad de factores, la evaluación de las prácticas experimentales puede ser relativamente compleja, y con frecuencia no permite al alumno conocer con exactitud el factor o factores en los que ha cometido el error, dificultando de esta manera su capacidad de mejorar en esas competencias. En este proyecto, se pretende crear una herramienta informática accesible a través de dispositivos móviles, que ayude a los alumnos a analizar sus resultados, compararlos con los obtenidos por otros grupos, y así detectar las competencias en las que necesita mejorar.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno

Los objetivos específicos del presente proyecto consistían en:

1.- Análisis y adaptación de un guion de prácticas de bioquímica para crear una plantilla de datos a evaluar que permitan evaluar distintas fases del desarrollo de una práctica experimental.

Se ha adaptado el guion de prácticas de la asignatura Bioquímica del Grado en Química a un formato electrónico, creando una plantilla para la introducción de los datos por parte del alumnado y para su posterior análisis. Grado de consecución: 100%.

2.- Creación de una herramienta colaborativa, basada en la plantilla de datos propuesta en el apartado anterior, para compartir los resultados de los distintos alumnos.

Se ha creado una herramienta en R que permite el análisis de los datos introducidos por el alumnado a través del guion electrónico, proporcionando a los alumnos un informe en tiempo real acerca de la desviación de sus resultados con respecto a un modelo, o al resto de sus compañeros. Grado de ejecución: 100%.

3.- Elaboración de los métodos de análisis y comparación de datos procedentes de distintos alumnos

La herramienta generada en el objetivo 2 permite al profesorado analizar en conjunto los datos introducidos por todos los alumnos de un turno de prácticas, facilitando la comparación de los datos de distintos alumnos, ayudando a la detección de fortalezas y errores por parte de los grupos. Grado de ejecución: 100%.

4.- Generación de un informe con los datos globales colaborativos, así como informes personalizados que ayuden al estudiante a detectar fortalezas y debilidades en su procedimiento

Por último, se ha implementado en la herramienta informática un método que permite el análisis global o específico de determinados grupos de alumnos, lo que permite generar gráficas personalizadas. Los resultados de este análisis se han presentado a los alumnos mediante una tutoría grupal, y les ha permitido detectar errores en el desarrollo de sus prácticas experimentales, contribuyendo a corregir defectos en la realización de algunas actividades. Grado de ejecución: 100%.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos. Indicar valoración del grado de consecución.

Consideramos que la realización del proyecto ha permitido conseguir estos cuatro objetivos específicos tal y como se describe detalladamente en la memoria del proyecto (Apartado 3). Además de ello, la elaboración de esta herramienta informática y su aplicación a las clases prácticas ha contribuido a conseguir los siguientes objetivos prioritarios de la convocatoria:

Objetivo 1 (Innovación docente en el ámbito de la metodología docente). Subobjetivos:

a) Potenciar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje: se ha desarrollado una herramienta para mejorar el aprendizaje durante las prácticas experimentales. Grado de consecución: 100%.

b) Enseñanza online: se ha incorporado una herramienta informática que permite al alumno detectar de manera automática errores en la ejecución de prácticas de laboratorio, constituyendo una especie de tutoría online, que en caso de detectar errores, facilita que el alumno contacte con el profesor para detectar el error y corregirlo. Grado de consecución: 100%.

f) Tecnologías avanzadas como el aprendizaje con dispositivos móviles: se ha introducido un guion electrónico y una herramienta colaborativa que permite al alumno emplear el móvil durante las prácticas de laboratorio, proporcionándole recursos para la evaluación de su actividad. Grado de consecución: 100%.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

El proyecto desarrollado se ha alineado con el Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo en materia docente en los siguientes puntos:

FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos.

- ***Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad.*** Se ha introducido un nuevo método para el seguimiento y evaluación de las prácticas de laboratorio.

FAE 6: Puesta en marcha de un programa de herramientas digitales para la enseñanza.

- ***Aumentar los procesos formativos online en la enseñanza presencial.*** Se ha creado una herramienta informática accesible a través de dispositivos móviles para su empleo durante la realización de las sesiones prácticas experimentales.

- Aumentar ***el número de experiencias innovadoras formativas online.*** Dado que no existía ningún tipo de formación online para las prácticas de laboratorio, consideramos que la realización de este proyecto ha contribuido a aumentar el número de experiencias formativas online.

FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente.

- ***Mejorar los resultados académicos de los estudiantes.*** Aunque la ejecución de las prácticas de laboratorio no tiene una evaluación específica para la nota final, la realización de los experimentos, así como el cálculo de algunos de los resultados sí que contribuye a que el alumno sea capaz de mejorar su comprensión y realización de algunos de problemas que se desarrollan en la asignatura, por lo que deberían contribuir a mejorar los resultados académicos.

- ***Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas.*** Al no existir otras experiencias innovadoras en esta asignatura, consideramos que este proyecto ha contribuido a aumentar el número de experiencias formativas, no sólo para el alumnado, sino también para el profesorado. De manera progresiva se están introduciendo estas herramientas colaborativas en la docencia universitaria



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

favoreciendo el aprendizaje y el trabajo en grupo de los alumnos (Palomares *et al.*, 2011).

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

El proyecto tenía dos objetivos fundamentales. El primero de ellos enfocado en la formación de los alumnos, contribuyendo a detectar los principales errores cometidos por los mismos durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Muchas veces ellos no son conscientes de los errores cometidos, y el poder comparar sus datos con las de otros compañeros del mismo turno les proporciona una visualización de su grado de desviación. Esto permite visualizar que se han cometido errores, y la discusión con el profesor y compañeros les permite detectar dónde se ha cometido el error, ayudando a corregirlos y a su formación en general, constituyendo ésta la principal repercusión que se esperaba del proyecto. El segundo objetivo general está enfocado al docente, ya que por primera vez hemos sido capaces de comparar todos los datos generados por grupos de más de 25 alumnos. Esta comparación de datos ha permitido detectar errores de los que no éramos del todo conscientes debido a que hasta ahora el análisis se realizaba sobre papel, y por lo tanto de manera individual. Esto nos ha permitido ofrecer un feedback personalizado a aquellos alumnos que más se desviaban de los datos obtenidos por el conjunto del turno de prácticas. La experiencia no sólo ha sido útil para los alumnos que cometían errores, sino que ha reforzado al resto de alumnos la importancia de algunos procedimientos al poder observar los datos erróneos de algunos de sus compañeros.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

La evaluación y seguimiento de las prácticas experimentales conlleva una dificultad por parte del profesorado debido a la imposibilidad actual de disponer de datos combinados de todos los alumnos. Esto repercute también en los alumnos, ya que algunos fallos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio pueden pasar desapercibidos cuando se analizan individualmente, impidiendo la toma de medidas correctoras (Hofstein *et al.*, 2007). El presente proyecto ha pretendido solucionar estas limitaciones mediante la implantación de un guion electrónico, y la creación de una herramienta informática para el análisis combinado de los datos experimentales generados por los alumnos (Seery *et al.*, 2013). La accesibilidad de dichas herramientas mediante dispositivos móviles ha permitido su empleo durante la realización de prácticas en los laboratorios

3.2 Metodología utilizada

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

Para la realización del proyecto se desarrolló el siguiente plan de trabajo:

3.2.1.1.- Adaptación del guion de prácticas a un formato HTML que se pueda visualizar en dispositivos móviles.

3.2.1.2.- Creación de una herramienta informática programada en R, para procesar los datos, realizar los cálculos numéricos y representación gráfica.

3.2.1.3.- Instalación de la herramienta y guion en un servidor web y prueba por parte del equipo de trabajo para su correcto funcionamiento, y su visualización en distintos navegadores de dispositivos móviles.

3.2.1.4.- Creación de una herramienta de gestión para que el profesorado pueda tener acceso a todos los datos de los alumnos y generar informes personalizados. Dicha herramienta, programada en R por los miembros del equipo, también se instaló en el mismo servidor web.

3.2.1.5.- Desarrollo de las prácticas de laboratorio de la asignatura Bioquímica perteneciente al 4º curso del Grado en Químicas, utilizando guion electrónico y la herramienta de análisis de datos.

3.2.1.5.- Análisis de los datos de todos los alumnos por parte del equipo del proyecto de cara a generar informes personalizados.



3.2.1.6.- Discusión de los resultados globales y de los resultados específicos con los distintos grupos de prácticas en una sesión en aula de informática.

3.2.1.7.- Realización de encuesta de satisfacción por parte de los alumnos.

3.2.1.8.- Análisis por parte de los miembros del grupo de los resultados de la encuesta e implementación de algunas mejoras en la herramienta informática derivadas de los comentarios de la encuesta de satisfacción, de cara a seguir empleándola para el curso siguiente.

3.2.2 Descripción de la Metodología

La metodología empleada fue la siguiente:

3.2.1.1.- Adaptación del guion de prácticas a un formato HTML que se pueda visualizar en dispositivos móviles.

Durante la realización del proyecto se ha adaptado el guion de las prácticas experimentales de la asignatura de Bioquímica perteneciente al Grado en Química. El guion, hasta ahora en formato PDF y que debía ser impreso por los alumnos para poder realizar las prácticas de laboratorio, ha sido adaptado a formato HTML, con especial atención a que la visualización desde dispositivos móviles sea adecuada (Fig. 1). Dicho guion está depositado en un servidor web perteneciente al equipo de trabajo.

12:54

Protocol Values pH Effect

Final Report

Práctica Nº 1

Efecto del pH sobre la actividad de la fosfatasa

1.1 Introducción

La mayor parte de los enzimas poseen un pH característico al que su actividad es máxima: por encima y por debajo de ese pH la actividad disminuye. En esta práctica se va a averiguar el pH óptimo al que actúa la fosfatasa, un enzima que cataliza la eliminación de grupos fosfato por hidrólisis de sustratos fosforilados. En este caso mediremos su actividad mediante la reacción siguiente:

$$\text{p-nitrofenil-fosfato} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{p-nitrofenol} + \text{fosfato}$$

1.2. Procedimiento

1. Numerar los tubos de ensayo, colocarlos en la gradilla y poner en cada tubo los siguientes reactivos:

Tubo	Tampón a ensayar	Fosfatas
1	0.6 ml de pH = 2	0.2 ml de 0.2 I
2	0.6 ml de pH = 3	*
3	0.6 ml de pH = 4	*
4	0.6 ml de pH = 5	*
5	0.6 ml de pH = 6	*
6	0.6 ml de pH = 7	*
7	0.6 ml de pH = 8	*
8	0.6 ml de pH = 9	*
Blanco	--	--

2. A continuación, introducir la gradilla con los tubos conteniendo el tampón correspondiente y la fosfatasa en un baño graduado a 30°C.
3. Añadir a todos los tubos, **incluido el blanco**, 0.2 ml de p-nitrofenil-fosfato 20 mM con un **intervalo de 30 segundos** entre tubo y tubo. Mezclar bien los componentes con un agitador tras iniciar la reacción en cada tubo. Dejar transcurrir la reacción durante 15 min en cada

Figura 1. Visualización en dispositivo móvil de un guion de prácticas de laboratorio en el que se puede apreciar la buena visualización con independencia del navegador empleado.

3.2.1.2.- Creación de una herramienta informática programada en R, para procesar los datos, realizar los cálculos numéricos y representación gráfica.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Además del guion de la práctica correspondiente, y debido a que la realización de las distintas tareas experimentales da lugar a la generación de una serie de datos experimentales, se ha generado una plantilla en el propio guion digital para que los alumnos puedan introducir los resultados numéricos (Fig. 2).

12:55

1. Type your bench number, the version number and the members of the group

Bench Number

17

Version

1

Members

U0123456; U0654321

2. Choose the practice

pH practice

3. Type the values

pH

4

Abs

0.18

Figura 2. Visualización de la plantilla para la introducción de resultados experimentales de una práctica de laboratorio.

Para ello, durante la realización de las Prácticas de Laboratorio, los alumnos, que se agrupan en parejas para la realización de la práctica, introducen su número de taquilla, así como los identificadores UO de cada uno de los alumnos, e introducen los valores experimentales que han obtenido. Dicha información es almacenada en un servidor perteneciente al equipo de trabajo, y que está localizado en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. La información introducida no solo puede ser descargada posteriormente por los alumnos para su análisis, sino que permite al profesor visualizar en conjunto todos los datos, y llevar estadísticas anuales del progreso de los alumnos.

Los objetivos específicos 3 y 4 de la propuesta tienen por objeto proporcionar al alumno una información acerca de cómo se ajustan los datos experimentales que ha obtenido a lo esperado, y cuánto se desvían sus datos de los de sus compañeros. Para poder llevar a cabo estos objetivos, ha sido necesario desarrollar una herramienta informática que permite integrar toda esta información. Toda la herramienta informática se ha programado en R por los componentes del equipo de trabajo, y está alojada en un servidor del grupo. No es necesario que los alumnos tengan ningún conocimiento de programación, ya que toda la herramienta se ejecuta en un segundo plano a partir de los datos que han introducido en el guion electrónico, y toda la información se introduce y se muestra a través del propio guion electrónico.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos de cada una de las taquillas de las prácticas de laboratorio (un total de 20-25 por curso), se almacenan en un servidor utilizando la plantilla del guion de prácticas digital creado en el objetivo anterior. Esto permite generar de manera



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

automática una gráfica en la que se muestran los datos experimentales introducidos por los alumnos, así como los datos teóricos de cómo debería salir dicha práctica (Figura 3).

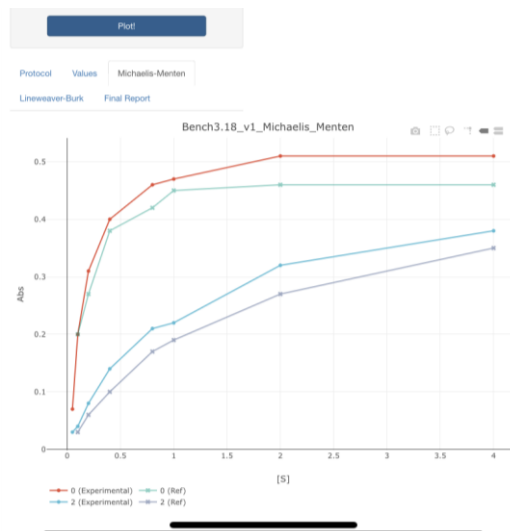


Figura 3. Ejemplo de gráfica generada automáticamente con los datos introducidos por el alumno (curvas en azul), y por los datos de un experimento en las mismas condiciones realizadas por el profesorado (curvas roja y gris). La representación automática de estos datos permite al alumno apreciar en tiempo real si el resultado de su trabajo experimental ha sido correcto, o por el contrario, si se desvía mucho de los datos esperados.

A parte de comparar los datos brutos obtenidos en la práctica, uno de los objetivos de este proyecto es intentar ayudar a detectar errores en la interpretación y cálculo de distintos parámetros a partir de esos datos. Así, en el caso de las prácticas en las que se ha implementado esta herramienta en la que se calculan diversos parámetros de cinética enzimática, es necesario que los alumnos realicen los cálculos correspondientes usando lápiz y papel, para entregarlos al profesor. En este proyecto se han habilitado unos campos en el guion digital para que el alumno introduzca los resultados que ha calculado. Para que el alumno pueda recibir información automática sobre los cálculos que acaba de introducir, la herramienta se ha programado para realizar los cálculos de actividad enzimática y compararlos con los introducidos por el alumno. Esto permite guardar los cálculos que ha realizado cada alumno, y a continuación se le presenta en el informe su resultado y el resultado correcto. Dado que es posible que existan diferencias debido a que el alumno haya realizado algunas aproximaciones durante el cálculo con los decimales, o a que pueda haber detectado la presencia de algún valor outlier que haya eliminado de los cálculos, el programa sólo muestra el resultado si la diferencia entre el valor teórico y el introducido por el alumno no supera el 30%. En caso de superarse este límite, se presenta un mensaje de error y es necesario que consulte al profesor para revisar los datos y los cálculos realizados bajo la supervisión de un profesor. Esto permite que de una manera semi-automática, el alumno detecte que ha cometido un error, y con ayuda del profesorado, le permite detectar en qué proceso se ha cometido dicho error. Este punto ha sido de gran utilidad para algunos alumnos, ya que en algunos casos los errores en el cálculo final se debían a errores



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

experimentales, o la existencia de problemas con las unidades empleadas por el alumno (es frecuente la introducción de errores en el cambio de nanomoles o micromoles).

3.2.1.3.- Instalación de la herramienta y guion en un servidor web y prueba por parte del equipo de trabajo para su correcto funcionamiento, y su visualización en distintos navegadores de dispositivos móviles.

Una vez diseñado el guion y programada la herramienta informática, se procedió a instalarla en un servidor web alojado en un equipo del grupo de trabajo. A continuación, el equipo de trabajo realizó distintas pruebas con datos reales obtenidos en las prácticas de laboratorio en años anteriores, lo que permitió introducir modificaciones en la herramienta informática para mejorar la visualización de los datos.

3.2.1.4.- Creación de una herramienta de gestión para que el profesorado pueda tener acceso a todos los datos de los alumnos y generar informes personalizados. Dicha herramienta, programada en R por los miembros del equipo, también se instaló en el mismo servidor web.

A parte de la herramienta para la generación automática de una gráfica y un informe para cada alumno, el equipo de trabajo consideró oportuno el desarrollar otra herramienta que permitiera al profesorado visualizar el conjunto de todos los datos generados por los alumnos. Esta herramienta no solo permite visualizar todos los datos, sino seleccionar una combinación variable de alumnos, para comparar los datos que han generado. Dicha herramienta fue también instalada en el mismo servidor web, pero su acceso fue protegido para que sólo los miembros del equipo de trabajo pudieran tener acceso a su uso. El funcionamiento de la misma se probó mediante la simulación de datos pertenecientes a distintos alumnos, con el objeto de evaluar el rendimiento de la aplicación, y la manera de presentar los datos de una forma semi-automática.

3.2.1.5.- Desarrollo de las prácticas de laboratorio de la asignatura Bioquímica del 4º curso del Grado en Químicas, utilizando guion electrónico y la herramienta de análisis de datos.

Las prácticas de laboratorio se desarrollaron durante las dos últimas semanas de noviembre del curso 2019/20, y se les explicó a los alumnos que además del guion en papel que siempre se emplea, podrían participar en este proyecto de innovación docente de manera voluntaria. La participación fue del 100%. Esto permitió que los alumnos accedieran al guion electrónico, y pudieran introducir los datos, generar figuras, comparar los datos obtenidos con los esperados, y exportar las gráficas generadas para su inclusión en la libreta de protocolos (Figura 4).



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

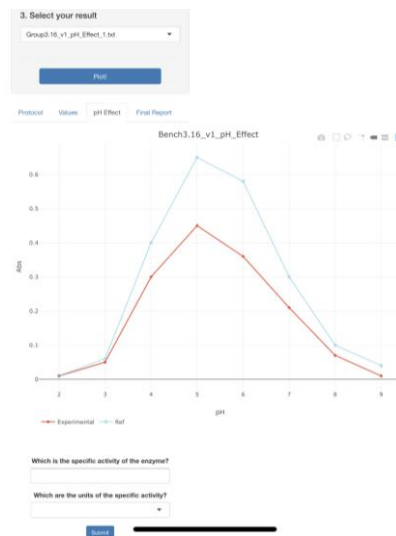


Figura 4. Ejemplo de gráfica generada automáticamente en la que se muestran los datos obtenidos por el alumno (azul) y los datos teóricos basados en experimentos anteriores realizados por el profesorado (rojo).

Aunque el desarrollo de las prácticas fue normal y el funcionamiento de la herramienta informática fue correcto en la mayoría de los casos, sí que pudimos observar que a unos pocos alumnos les daba problemas. Se comprobó que la incidencia más común era una desconexión al servidor y la pérdida de los datos introducidos previamente. Tras explorar con ellos los problemas, así como los registros de acceso al servidor web, se pudo determinar que la causa de dicho problema sólo se observaba en algunos de los alumnos conectados a la WiFi de la Universidad de Oviedo. Debido a que la cobertura de dicha red no es muy buena en los laboratorios de prácticas, esto provoca que los teléfonos móviles se desconecten intermitentemente, y el servidor pierda los datos de dicho alumno. La solución temporal que se ha tomado es que estos alumnos que experimentaban problemas se desconectaran de la red WiFi y utilizaran los datos móviles, solucionándose el problema. El equipo de trabajo está estudiando la posibilidad de introducir cookies cuando los alumnos se conecten, para permitir que en caso de desconexión la información introducida no se pierda.

3.2.1.6.- Análisis de los datos de todos los alumnos por parte del equipo del proyecto de cara a generar informes personalizados.

Aunque la utilización de la herramienta informática durante el desarrollo de las prácticas permite al alumno evaluar de manera inmediata el resultado de su tarea, la información de los datos de las prácticas permite al profesorado comparar los datos obtenidos por todos los alumnos de manera global. Esto facilita la identificación de errores comunes, o errores particulares por parte de algún alumno, cuya detección puede ser difícil por parte del profesor



en caso de examinar los datos de manera individual. El análisis de estos datos globales es de gran utilidad para identificar los errores, y la posible causa del mismo, informando a los alumnos de ello, para que sean conscientes y traten de corregir dichos errores para siguientes prácticas. Para llevar a cabo esta tarea, cada día después de las prácticas, el equipo de trabajo se reunía y analizaba globalmente los datos obtenidos por todos los alumnos. El tipo de gráficas generadas se muestra en la Figura 5.

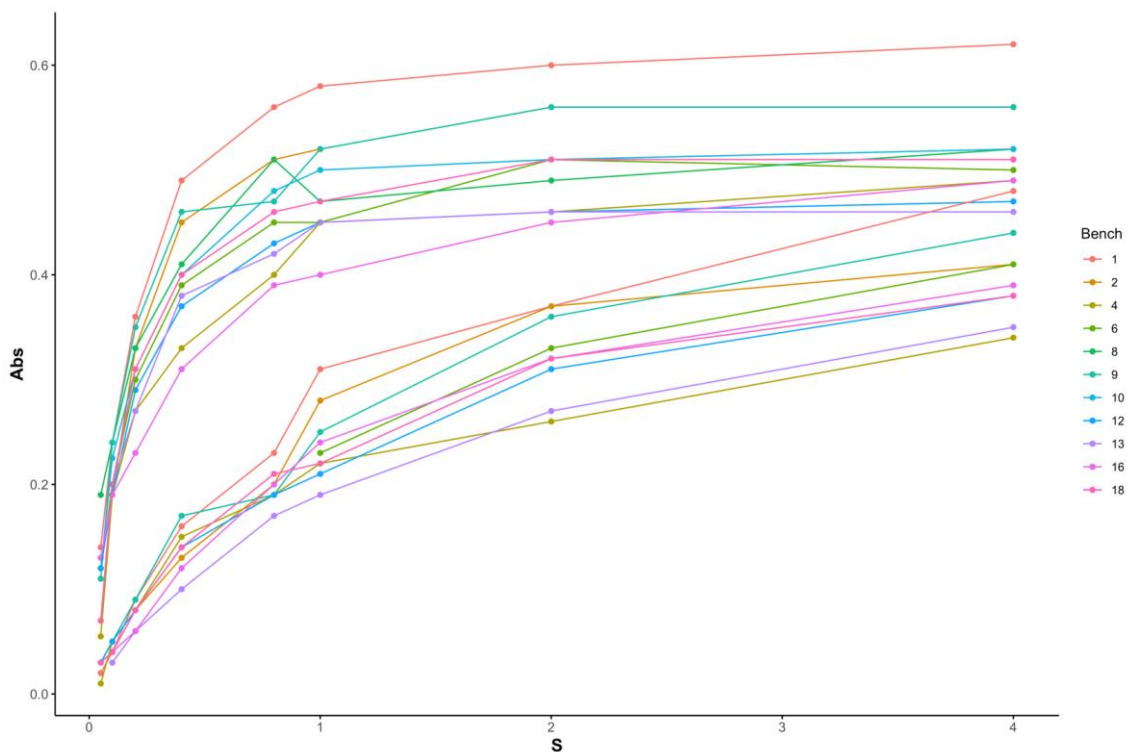


Figura 5. Gráfica de cinética enzimática en la que se representan los resultados obtenidos por 11 alumnos/taquillas de trabajo. Se puede observar que

3.2.1.7.- Discusión de los resultados globales y de los resultados específicos con los distintos grupos de prácticas en una sesión en aula de informática.

Una vez generados los informes, se procedió a mostrar los datos globales e individuales mediante la realización de una sesión en el aula de informática. Los datos discutidos son similares a los presentados en la Figura 5. Así, en esta gráfica se puede ver que la mayor parte del alumnado tuvo unos valores similares, tanto en el ensayo con el enzima (curvas superiores), como en presencia de inhibidor (curvas inferiores). No obstante, es posible distinguir algunos grupos de trabajo, como el grupo 1 (en naranja), que en su último punto de la gráfica inferior obtiene un valor equivalente al del resto de grupos en su gráfica superior. Tras la revisión de los datos con el profesorado, se determinó que dicha discrepancia se debía a un error por parte de los alumnos, que se habían olvidado de añadir inhibidor. En otros casos, en los datos



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

correspondientes a una concentración de sustrato inferior a 1 mM, se puede observar que algunos grupos tienen pequeñas oscilaciones en sus gráficas (algunos valores son inferiores al valor precedente). La revisión de la posible causa de esta discrepancia y la repetición del experimento llevó a concluir que a pesar de que los alumnos se encuentran en 4º del Grado en Química, algunos de ellos tienen problemas para manejar herramientas básicas en el laboratorio como son las micropipetas. La detección de este problema ha permitido que el alumno sea consciente de esta debilidad, y haya tomado acciones necesarias para su corrección y la adquisición de esta competencia que deberían poseer desde cursos inferiores. Para el resto de alumnos se discutió la necesidad de ser más cuidadoso en el pipeteo de los reactivos, ya que, aunque las gráficas obtenidas por los diferentes grupos eran similares, había un amplio grado de dispersión de los datos, que refleja errores metodológicos a la hora de pipetear los reactivos.

3.2.1.8.- Realización de encuesta de satisfacción por parte de los alumnos.

En la misma sesión de análisis de los resultados en el aula de informática se realizó una encuesta de satisfacción empleando la herramienta de formularios de Google (<https://bit.ly/2QCPcKc>) que permite que los alumnos completen la encuesta mediante ordenador o dispositivo móvil. Además, esta herramienta facilita el análisis de los datos posteriores por parte del profesorado. Se realizaron 5 preguntas, con una valoración de 1 a 5. Las preguntas fueron las siguientes:

- 1.- *¿Te ha resultado fácil el manejo de la herramienta?*
- 2.- *¿Crees que es una alternativa a métodos convencionales (papel milimetrado...)?*
- 3.- *¿Crees que te ha facilitado interpretar los resultados y darte cuenta de los fallos?*
- 4.- *¿Mantendrías el uso de esta herramienta para los siguientes cursos?*
- 5.- *¿Te gustaría que este tipo de herramientas se utilizasen en otras prácticas de la carrera?*
- 6.- *Posibles modificaciones, mejoras o sugerencias.*

3.2.1.9.- Análisis por parte de los miembros del grupo de los resultados de la encuesta e implementación de algunas mejoras en la herramienta informática derivadas de los comentarios de la encuesta de satisfacción, de cara a seguir empleándola para el curso siguiente.

La encuesta de satisfacción fue completada por 38 de los 45 alumnos que realizaron las prácticas, lo que supone un porcentaje de participación de un 84%, lo que consideramos un tamaño muestral lo suficientemente representativo para reflejar la opinión del conjunto del alumnado. Como se puede ver en la Figura 6, todas las preguntas realizadas han obtenido una valoración por encima de 4 (rango 4.05 a 4.63), lo que refleja una gran aceptación por parte del alumnado de la experiencia y una valoración muy positiva. Cabe destacar que la puntuación más baja (un 4.05 de media) corresponde a la pregunta “¿Te ha resultado fácil el manejo de la



herramienta?”. Aunque la valoración es muy alta, algunos alumnos han introducido comentarios en el campo de sugerencias, con 6 de los 7 comentarios sugiriendo que sería útil tener la posibilidad de modificar un dato sin necesidad de volver a meterlos todos. Desde el equipo de trabajo se considera que este es un punto que es necesario mejorar para el próximo curso, aunque debido a la necesidad de tener una herramienta funcional fácilmente visible en un dispositivo móvil, se había optado por eliminar todos los botones que pudieran ocupar pantalla, para mejorar esta visualización. Sólo hubo otra sugerencia pidiendo la eliminación del papel milimetrado. El objetivo de este proyecto de innovación va encaminado a ir sustituyendo paulatinamente el análisis de los datos en papel por un análisis informático, mucho más próximo a la realidad que el alumnado se va a encontrar al acceder al mercado laboral. Merece especial atención la alta valoración de las preguntas 3, 4 y 5, que reflejan la utilidad para interpretar los datos y detectar sus fallos, el que consideran útil que se mantenga los cursos siguientes, y que les gustaría que se usasen herramientas similares en otras prácticas de la carrera.

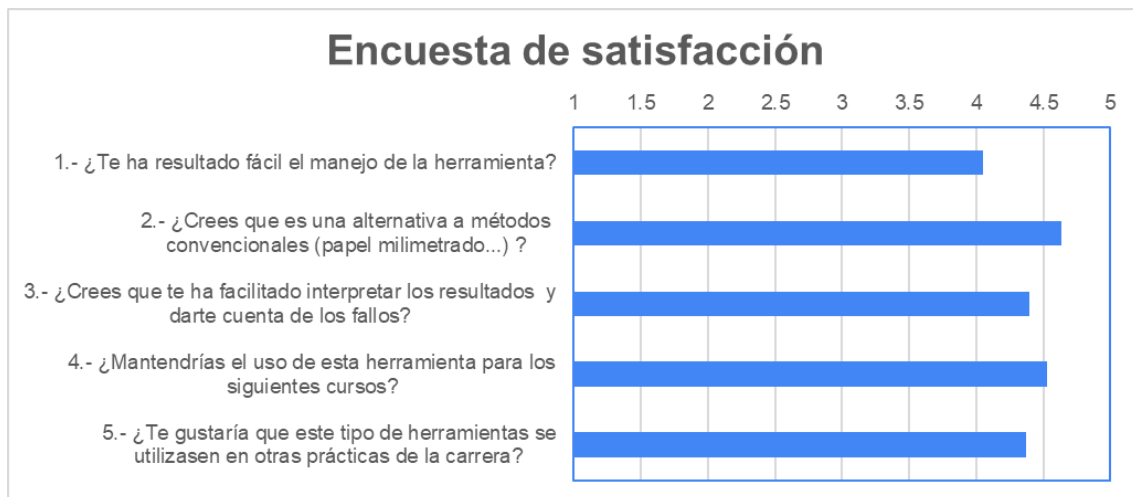


Figura 6. Resultados de la encuesta de satisfacción.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 Valoración de indicadores detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los principales indicadores, habiéndose recogido bien mediante el análisis de los datos introducidos por los alumnos en la herramienta colaborativa, o bien a través de la realización de la encuesta de satisfacción.



Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Empleo de guion electrónico en las prácticas	Dado que para las prácticas los alumnos se agrupan en taquillas, se tomará como indicador el porcentaje de taquillas que hayan introducido sus datos en la aplicación.	Rangos fijados: <30% → Bajo 30%-70% → Aceptable >70% → Bueno Rango obtenido: 100%
2	Empleo de la herramienta colaborativa en las prácticas	Se evaluará el porcentaje de alumnos/taquillas que generen un informe online, del total de taquillas que hayan empleado el guion electrónico.	Rangos fijados: <50% → Bajo 50%-75% → Aceptable >75% → Bueno Rango obtenido: 100%
3	Mejora de las competencias del alumno	Se evaluará mediante encuesta a los alumnos una vez realizadas las prácticas y tras las tutorías grupales en las que se evaluarán los informes.	Rangos fijados: <30% → Bajo 30%-70% → Aceptable >70% → Bueno Rango obtenido: 88%
4	Mejora de la docencia práctica	Se evaluará si un porcentaje alto de alumnos falla en algún procedimiento experimental, que sería indicativo de la necesidad de reforzar la docencia en ese aspecto práctico.	Rangos fijados: <25% → Aceptable 25%-75% → Bajo >70% → Malo Rango obtenido: 15%
5	Mejora de la docencia teórica	Se evaluará si un porcentaje alto de alumnos falla en algún procedimiento analítico, que sería indicativo de la necesidad de reforzar la docencia en ese aspecto.	Rangos fijados: <25% → Aceptable 25%-75% → Bajo >70% → Malo Rango obtenido: 0%
6	Satisfacción del alumno I	En la encuesta que se realizará se incluirán unas preguntas para poder conocer el grado de satisfacción de los alumnos con las herramientas desarrolladas. Se les preguntará su grado de satisfacción	Rangos fijados: <25% → Malo 25%-75% → Bajo >70% → Aceptable Rango obtenido: 92%
7	Satisfacción del alumno II	Se preguntará a los alumnos si recomendarían la participación a los alumnos del siguiente curso.	Rangos fijados: Sí No Rango obtenido: Sí (90%)
8	Satisfacción del alumno III	Con el objeto de tratar de mejorar la utilidad del proyecto en la docencia, se preguntará a los alumnos su opinión acerca de posibles modificaciones que permitiesen mejorar el proyecto.	Rango fijado: Campo libre Rango obtenido: 6 comentarios sugieren una mejora para poder borrar valores si una persona se confunde al introducirlos.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.

La experiencia ha tenido aspectos positivos tanto para el alumnado como para el profesorado. Consideramos que el aspecto más importante ha sido que el alumnado sea capaz de comparar sus datos con los de todos sus compañeros, ayudando a detectar deficiencias en algunas habilidades que se daban por superadas en cursos anteriores. Esto ha permitido al profesorado reforzar algunos conceptos en los que quizás no se hacía especial hincapié al tratarse de una asignatura de cuarto curso. Además, ha fomentado el trabajo en grupo ya que ambos miembros del equipo introducían los datos en la aplicación. Por otra parte, para el profesorado ha proporcionado una visualización global de todos los datos que ayuda no sólo al seguimiento del rendimiento en las clases prácticas, sino a identificar ejemplos de gran utilidad en la docencia para los alumnos para resaltar errores frecuentes, y otros no frecuentes, mostrando al alumnado cómo un análisis detallado de los datos permite explicar el punto en el que se ha cometido un error.

3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos)

Para la realización de las prácticas se generó un guion electrónico basado en el guion de prácticas empleado en el departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Oviedo. Tanto el guion, como la herramienta para introducir los datos y generar las gráficas están en abierto en la siguiente dirección:

<http://156.35.56.116:4444>

3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto. Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

La valoración global del proyecto es positiva dado que se ha conseguido el principal objetivo del proyecto, que es el proporcionar al alumnado un feedback de las prácticas de laboratorio, ayudando a corregir deficiencias en determinados



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

aspectos, y reforzando las habilidades del alumnado. Se destacan los siguientes puntos fuertes:

- Participación. Se ha conseguido una alta participación del alumnado (100%), y el grado de satisfacción ha sido muy alto, recomendado los alumnos su utilización en los siguientes cursos y desearían que se emplearan herramientas similares en otras asignaturas. Uno de los mayores problemas que se encuentra el profesorado en las aulas es la falta de participación de los alumnos. Cada vez hay más estudios que demuestran que la utilización de herramientas colaborativas favorece la participación del alumno (Palomo *et al* 2010). En este proyecto se ha observado que el alumno se involucró más e interaccionó más con el profesorado.

- Motivación. El empleo de herramientas en dispositivos móviles ha ayudado a motivar al alumnado y a conseguir captar su atención. Es obvio que la docencia universitaria en los últimos años está adaptando el uso nuevas estrategias colaborativas en enseñanza, para introducir los cambios necesarios que ayuden a incrementar la participación y entusiasmo de los alumnos (Eilks *et al* 2009). La realización de este proyecto nos ha permitió comprobar que en aquellas prácticas en las que se realizó este proyecto los alumnos prestaron más atención e hicieron más preguntas.

- Formación. Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal era mejorar la formación mediante la detección de errores comunes en la realización de las prácticas experimentales, lo que tiene relevancia no sólo desde el punto de vista académico, sino en su futuro desarrollo profesional. Los alumnos fueron capaces de analizar y reflexionar sobre las posibles causas de los errores favoreciendo la discusión diálogo no sólo con sus compañeros sino también con el profesorado.

En cuanto a los puntos débiles, se destacan los siguientes:

- El desarrollo de una herramienta para visualización en dispositivos móviles obligó al equipo de trabajo a prescindir de algunas funcionalidades, como la eliminación de datos específicos, que luego hubieran resultado útiles durante las prácticas. En la próxima versión se introducirán dichas funcionalidades.

- La baja cobertura de la red WiFi en los laboratorios de prácticas dificultaron el empleo de la herramienta por algunos alumnos. Se solucionó mediante la desconexión de la red corporativa y la conexión a la red de datos del propio alumno. Se tratará de informar al departamento para la instalación de un punto WiFi más cercano a los laboratorios.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

4 Bibliografía

La inclusión de la bibliografía de referencia utilizada para la elaboración del proyecto es obligada. Las citas bibliográficas deberán extraerse de los documentos originales indicando siempre la página inicial y final del trabajo del cual proceden, a excepción de obras completas. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. Su número ha de ser ajustado, y se presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo sólo en caso de que el primero sea de uso muy común). Se valorará la correcta citación conforme a normativas estandarizadas tipo APA o similares, también se valorará positivamente que haya referencias no sólo a trabajos nacionales, sino también internacionales.

- Eilks, I. The need for innovation in higher chemistry education – A pedagogical justification. *Innovative Methods in Teaching and Learning Chemistry in Higher Education*, pp. 5-22 (2009).
- Hofstein, A. The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107 (2007).
- Palomares, A. El modelo docente universitario y el uso de nuevas metodologías en la enseñanza, aprendizaje y evaluación. *Revista de Educación*, 355, 591-604. (2011).
- Palomo, M. Fomento de la participación del alumnado con herramientas libres de trabajo colaborativo Web 2.0. *Formación Universitaria*, 3 (4), 25-40 (2010).
- Seery, MK. The application of technology to enhance chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.* 14, 227(2013).