



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

### ADQUISICIÓN DE LA COMPETENCIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL LABORATORIO MEDIANTE TECNOLOGÍA MÓVIL

- González Rogado, Ana Belén<sup>1</sup>  
[abgr@usal.es](mailto:abgr@usal.es)
- Vivar Quintana, Ana María<sup>1</sup>  
[avivar@usal.es](mailto:avivar@usal.es)
- Rodríguez Conde, María José<sup>2</sup>  
[mjrconde@usal.es](mailto:mjrconde@usal.es)
- Revilla Martín, Isabel<sup>1</sup>  
[irevilla@usal.es](mailto:irevilla@usal.es)
- Martínez Abad, Fernando<sup>2</sup>  
[fma@usal.es](mailto:fma@usal.es)
- Olmos Miguelañez, Susana<sup>2</sup>  
[solmos@usal.es](mailto:solmos@usal.es)
- Barrientos Diego, Pablo<sup>1</sup>  
[pabarrientos@usal.es](mailto:pabarrientos@usal.es)

<sup>(1)</sup> Universidad de Salamanca  
Escuela Politécnica Superior de Zamora.  
Avda. Requejo, 33, 49022 Zamora (España)

<sup>(2)</sup> Universidad de Salamanca  
Facultad de Educación  
Paseo de Canalejas, 169, 37008 Salamanca (España)



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

1. **RESUMEN:** Este artículo presenta una experiencia llevada a cabo en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos de la Escuela Politécnica Superior de Zamora de la Universidad de Salamanca. El principal resultado previsto es que el alumnado incorpore a sus rutinas de trabajo un protocolo de actuación preventivo que minimice los riesgos asociados al propio trabajo de laboratorio y en el que se integren las normas de seguridad relacionadas con las etiquetas de los reactivos químicos que se manipulan. Con ella se pretende incrementar la seguridad en el trabajo de los estudiantes en el laboratorio, mediante técnicas de Realidad Aumentada y utilizando un dispositivo del que dispone la mayor parte de los estudiantes: teléfono móvil o tableta.
2. **ABSTRACT:** This article presents an experience carried out in the laboratory of Food Technology of the Higher Polytechnic School of Zamora, of the University of Salamanca. The main expected result is that students incorporate into their work routines protocol preventive action to minimize the risks associated with own work in the laboratory and that the safety related labels chemical reagents are handled integrate. The proposal that we present seeks to increase the laboratory safety through Augmented Reality techniques and with a device, which most of the students own a Smartphone or a Tablet.
3. **PALABRAS CLAVE:** Seguridad en el laboratorio, tecnología móvil, códigos QR, etiquetaje de reactivos, Realidad Aumentada / **KEYWORDS:** Laboratory safety, mobile technology, QR code, reagent labels, Augmented Reality

### 4. DESARROLLO

#### a) Objetivos

El trabajo en un laboratorio implica siempre una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados entre otros parámetros con los productos químicos que se manipulan. Estos productos suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua. En la Universidad de Salamanca se dispone de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (SGPRL) y existe la Oficina de Prevención



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

de Riesgos Laborales, desde la que se organizan cursos de formación específica y se elaboran trípticos informativos, dirigidos a empleados y alumnos, que contienen consejos de prudencia, precauciones básicas y actuación en caso de producirse una emergencia.

Existe pues información y formación a disposición tanto de PDI como de PAS, sin embargo, no parecemos ser muy conscientes de que en algunas titulaciones universitarias se incluye, en la formación de los alumnos, un número importante de horas de docencia presencial que se desarrollan en los laboratorios.

De forma general, el alumnado tiene un gran desconocimiento de las características de peligrosidad de las sustancias que manipula en sus clases prácticas en los laboratorios. Desconocimiento que puede conducir a procedimientos de trabajo intrínsecamente peligrosos, tanto para él mismo como para el resto de compañeros que se encuentran en el mismo laboratorio. Consideramos que es preciso que el alumnado incorpore la necesidad de prevenir riesgos, haciéndole partícipe de su propia seguridad y ayudándole a establecer un protocolo de trabajo en el que la evaluación de riesgos y la prevención de los mismos formen parte esencial del mismo.

La tecnología nos ofrece la oportunidad de incorporar medios técnicos al trabajo diario (Adell y Castañeda, 2012) buscamos con esta propuesta, desarrollar en el alumnado la competencia de prevención de riesgos en los laboratorios utilizando las TIC. Las TIC ponen a nuestra disposición una serie de herramientas que pueden hacer más atractivo para el alumno la introducción de los conceptos de cultura preventiva y el desarrollo de hábitos de trabajo en el que se integren normas básicas de seguridad. Así, esta experiencia, pretende, mediante el uso de códigos QR y utilizando un teléfono móvil o tableta, incrementar la seguridad de los estudiantes en el laboratorio. Se ha llevado a cabo en el curso 2013/2014, en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos de la Escuela Politécnica Superior de Zamora de la Universidad de Salamanca, en la asignatura Tecnología de las Industrias de Origen Animal.



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

### b) Descripción del trabajo

#### *b.1) Desde el punto de vista de las TIC.*

Se han elaborado códigos de respuesta rápida (etiquetas QR) para su lectura con dispositivos móviles o tabletas, donde se incluye información útil y detallada de los riesgos de cada uno de los reactivos químicos que utiliza el alumnado en cada sesión de prácticas en el laboratorio. Esas etiquetas contienen información, no sólo sobre cada uno de los reactivos que utilizaran sino sobre los riesgos asociados a las interacciones entre los distintos reactivos a utilizar en esa misma sesión.

La facilidad de consulta y variedad de tipos de información que pueden contener los códigos QR es lo que nos hizo decantarnos por su uso educativo (Estebanell et al, 2012), ya que durante la práctica de laboratorio el estudiante debe dedicar su tiempo a múltiples actividades y la tecnología que incorporáramos no debería hacerles invertir excesivo tiempo.

El contenido de las fichas y la elaboración de los códigos y documentos enlazados se realizaron por la profesora responsable de la docencia, el personal de laboratorio y un estudiante de 4º del Grado de Ingeniería Informática en Sistemas de Información, bajo la tutela de otro docente.

Se han elaborado tres tipos de códigos QR por cada reactivo (Fig. 1). Uno de ellos contiene, directamente en el código, la información mínima de seguridad necesaria (Fig 1. negro); el segundo contiene un enlace a la ficha completa en formato .html (Fig 1. azul); y, el tercero, permite la descarga al dispositivo de la ficha en formato .pdf (Fig 1. rojo). Se decidió la elaboración de tres códigos porque la ficha completa (dado el elevado número de caracteres) no podía codificarse íntegramente en el código QR. El primer tipo de código se consideró necesario porque permite la consulta de las normas de seguridad del producto sin necesidad de disponer de Internet (Fig. 2); el segundo porque, proporciona una lectura cómoda y completa de la información, en cualquier dispositivo móvil independiente del tamaño de su pantalla (Fig. 3), aunque en este caso es necesario acceso a Internet, conviene



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

señalar que el Campus dispone de *wi-fi* en todos sus edificios; y el tercero, se elaboró para que los estudiantes descargaran las fichas a sus dispositivos, para su uso en la elaboración de los informes de prácticas, o la realización de nuevas consultas sin necesidad de un nuevo escaneo (Fig. 3).



Fig. 1.- Códigos QR elaborados para el Sodio Hidróxido (lentejas)

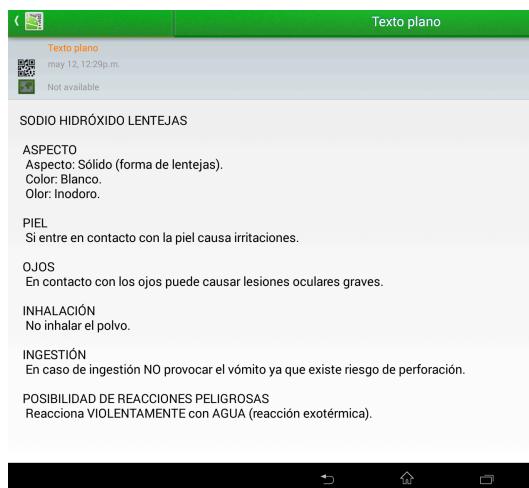


Fig. 2.- Texto plano contenido en código QR color negro (Sodio Hidróxido en lentejas; lectura mediante app QR Droid)



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

**Sodio Hidróxido lentejas**

Aspecto		Fórmula: NaOH      M= 40,00 g/mol  Aspecto: Sólido ( forma de lentejas ) Color: Blanco Olor: Inodoro
Piel		Si entra en contacto con la piel causa irritaciones.
Ojos		En contacto con los ojos puede causar lesiones oculares graves  Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos) manteniendo los párpados abiertos.
Inhalación		No inhalar el polvo.  Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.
Ingestión		En caso de ingestión NO provocar el vómito ya que existe riesgo de perforación.  Pedir inmediatamente atención médica.
Posibilidad de reacciones peligrosas		Reacciona violentamente con agua (reacción exotérmica)
Materiales incompatibles		En contacto con metales puede formarse hidrógeno gaseoso (existe riesgo de explosión).
<hr/>		
Indicaciones generales	Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo.	
Equipo personal		
Pictogramas		
Frases R: R35 Provoca quemaduras graves.	Frases S: S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta). S37/39 Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara. S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.	

**Fig. 3.- Ficha obtenida mediante códigos QR (.html – azul y .pdf - rojo) (Sodio Hidróxido, lentejas)**

Para que la tecnología no supusiera un problema para el alumnado, se elaboró una guía de uso, indicando el código de colores y sugiriendo programas para la lectura de los códigos QR en las diferentes plataformas (Fig. 4). La guía incluía también una tabla para poder recoger las posibles incidencias (Fig. 5).



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

**CODIGOS QR. Indicaciones para una lectura correcta**

A continuación se presenta una pequeña guía para poder escanear los códigos y obtener la información deseada. Cada reactivo dispondrá de 3 códigos, diferenciados por colores, en los que se mostrará la información en 3 formatos distintos



- Color negro
- Muestra la información más importante sobre el reactivo
- No es necesario tener acceso a Internet en el dispositivo



- Color rojo
- Descarga al dispositivo una ficha (en formato .pdf) con la información completa del reactivo
- Es necesario el acceso a Internet solamente para descargar la ficha y tener instalado un lector de .pdf



- Color azul
- Muestra en el dispositivo una ficha con la información completa del reactivo
- Es necesario el acceso a internet cada vez que se quiera consultar la ficha

ACIDO SULFÚRICO 90-91 %

Aspecto: Aspecto Líquido. Color: Incoloro. Olor: Picante.

Piel: Provooca quemaduras graves en la piel.

Ojos: Si entra en contacto con los ojos existe riesgo de lesiones oculares graves.

Inhalación: Causa irritación en el trato respiratorio. No respirar los vapores.

Acido Sulfúrico 90-91 %

Fórmula: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> M = 98,08 g/mol

Aspecto: Aspecto Líquido. Color: Incoloro. Olor: Picante.

Piel: Provooca quemaduras graves en la piel. Quitar la ropa contaminada inmediatamente y lavar inmediatamente con agua.

Ojos: Si entra en contacto con los ojos existe riesgo de lesiones oculares graves. Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos) manteniendo los párpados abiertos. Pedir inmediatamente atención médica.

Acido Sulfúrico 90-91 %

Fórmula: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> M = 98,08 g/mol

Aspecto: Aspecto Líquido. Color: Incoloro. Olor: Picante.

Piel: Provooca quemaduras graves en la piel. Quitar la ropa contaminada inmediatamente y lavar inmediatamente con agua.

Ojos: Si entra en contacto con los ojos existe riesgo de lesiones oculares graves. Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos) manteniendo los párpados abiertos. Pedir inmediatamente atención médica.

Para que estos códigos puedan mostrarnos la información necesaria se necesita, además de un dispositivo con cámara, instalar alguna de las siguientes aplicaciones:

Android	Windows Phone/Symbian

iPhone	BlackBerry

Fig. 4. Guía elaborada para la correcta lectura de los códigos QR

<p>Debido a que existen cientos de dispositivos disponibles en el mercado, es imposible probar los códigos con todos ellos. Por lo tanto, si encuentran algún error, por favor rellenen la siguiente tabla para poder corregirlo inmediatamente</p>				
Color del código	Nombre del reactivo	Móvil utilizado	Lector utilizado	Descripción del problema

Fig. 5.- Tabla para incidencias en el uso de los códigos QR



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

### ***b.2) Desde el punto de vista de la seguridad en el laboratorio.***

Previo al comienzo de las sesiones de docencia práctica de laboratorio, la profesora llevó a cabo una primera sesión informativa. En ella se explicó al alumnado la normativa de seguridad, fichas de datos de seguridad, etiquetado y símbolos de precaución relacionados con los reactivos químicos. Se aprovechó esa sesión para presentar la experiencia que se iba a realizar (González Rogado et al, 2013).

Se pasó un pequeño cuestionario para conocer las características previas del alumnado: prácticas previas en laboratorios e información recibida relacionada con seguridad y primeros auxilios. Las variables utilizadas fueron: *1.- Has realizado prácticas en laboratorios con anterioridad; 2.- Has recibido con anterioridad información sobre normas de seguridad; 3.- Has recibido nociones previas de primeros auxilios, en caso de ocurrir accidente en un laboratorio; 4.- Has recibido formación sobre las indicaciones que contienen las etiquetas de los reactivos químicos; 5.- Te han explicado con anterioridad los elementos de seguridad que hay a tu disposición en los laboratorios;* Las posibles respuestas eran 3 alternativas excluyentes: *Si/No/NS-NC.*

Al comienzo de cada sesión práctica se incidía en la necesidad de conocer los riesgos asociados a la manipulación de los reactivos de uso en cada práctica. Todos los reactivos necesarios en la sesión se colocaban juntos, dispuestos en un espacio físico diferente de las mesas de trabajo del alumnado e identificados con sus etiquetas y códigos QR. Los alumnos debían consultar la información de los reactivos antes de su uso y el profesor consultaba a cada grupo cómo debían manipular cada reactivo, antes de que lo llevaran a su puesto de trabajo.

### ***b.3) Desde el punto de vista del estudio realizado.***

Se ha analizado tanto la satisfacción del alumnado con la experiencia, como la adquisición de la competencia de evaluación de riesgos.



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

Tabla 1. Variables incluidas en el *Cuestionario de satisfacción del alumnado*

Satisf_1	<i>La información suministrada sobre la seguridad en el laboratorio puede resultarme útil en mi futuro ejercicio profesional.</i>
Satisf_2	<i>Durante la realización de las prácticas he consultado las etiquetas de los reactivos cada vez que tenía que usarlos.</i>
Satisf_3	<i>Durante la realización de las prácticas he consultado los códigos de Realidad Aumentada (QR) de los reactivos cada vez que tenía que usarlos.</i>
Satisf_4	<i>Todas las asignaturas de la Universidad con docencia práctica en laboratorios deberían trabajar nociones de seguridad sobre los reactivos químicos.</i>
Satisf_5	<i>Los códigos QR son una alternativa útil para trabajar temas de seguridad en los laboratorios.</i>
Satisf_6	Variables nominales Cinco alternativas excluyentes 1. Totalmente en desacuerdo 2. Parcialmente en desacuerdo 3. Indiferente 4. Parcialmente de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo <i>Para evaluar los riesgos del uso de reactivos químicos que te ha resultado más útil:</i> Variable nominal Tres alternativas excluyentes 1. Explicaciones del profesor 2. Códigos QR 3. Etiquetas reactivos

Para medir la satisfacción del alumnado, se utilizó un Cuestionario de Satisfacción, formado por 6 preguntas, tomando como referencia una escala tipo *Likert* de 5 puntos (Tabla 1).

Para valorar la adquisición de la competencia buscada se realizaron dos pruebas objetivas, una previa a la experiencia (*pretest*) y otra posterior a la misma (*posttest*), ambas de igual contenido.

Esta prueba se ha planteado con un doble objetivo, por un lado, conocer el nivel de conocimientos previos del alumnado en relación con la materia (*Identificación de Riesgos y Primeros Auxilios*) y, por otro, obtener una medida inicial del nivel de preparación en los



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

conceptos señalados. Así como para conocer la homogeneidad, o no, de los participantes en el estudio, en cuanto a conocimientos previos.

El equipo docente decidió elaborar una prueba objetiva con un máximo de 30 ítems, que pudiera aplicarse en un tiempo máximo de 10 minutos. La prueba objetiva construida finalmente constó de 25 ítems de opción múltiple. Cada ítem tenía tres opciones de respuesta, de las cuales tan solo una era correcta, denominada clave (Morales, 2009). Los diferentes ítems de la prueba se pueden agrupar en 2 bloques temáticos que constituyen los contenidos de la prueba: *Identificación de Riesgos* (1-17) y *Primeros Auxilios* (18-25). La prueba *pretest* se aplicó el primer día de clase y la prueba *postest* se aplicó a través de la plataforma MODDLE, una vez finalizadas las clases prácticas. Se decidió no aplicar un factor de corrección de errores que evitara los efectos del azar.

Los resultados obtenidos, en el curso 2013/14 permitirán efectuar las modificaciones necesarias, tanto en la elaboración del material preparado, como en el desarrollo de las sesiones prácticas, de forma que se saque el máximo partido a los materiales elaborados y un mayor beneficio para los alumnos. En el curso 2014/15 pretendemos repetir la experiencia con estudiantes de Grado, en concreto de la titulación *Grado en Ingeniería Agroalimentaria*.

### c) Resultados y/o conclusiones

#### c.1) Muestra.

La asignatura *Tecnología de las Industrias de Origen Animal* tiene 35 estudiantes matriculados, de ellos 30 han participado en la experiencia, tamaño de la muestra utilizada (n=30).

#### c.2.) Cuestionario al estudiante inicial.

El análisis de los resultados puso de manifiesto que el 96,7% (n=30) de los alumnos que han participado en la experiencia había realizado prácticas en laboratorios en su formación académica. Un elevado porcentaje (86,7 %; n=30) señala que ha recibido con anterioridad



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

información sobre las normas de seguridad y sobre los elementos puestos a su disposición en los laboratorios en caso de ocurrir algún incidente, sin embargo, la mayoría carece de conocimientos previos sobre primeros auxilios (13,3%; n=30). Respecto al uso de reactivos químicos sólo un 46,7% (n=30) de los alumnos, señala que conoce la información que puede encontrar en la etiqueta de un reactivo químico (Fig. 6).

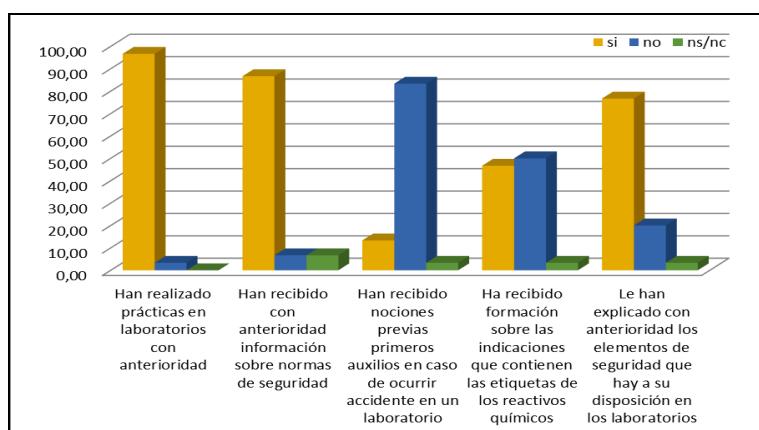


Fig. 6. Resultados del cuestionario al estudiante inicial

### c.3.) Desarrollo de competencias.

La calificación media de los estudiantes en la prueba objetiva (*pretest*), fue de 5,35 (desv. típica 0,87; n=30) (Tabla 2). Si hacemos una revisión más detallada por bloques temáticos (Fig. 7), vemos que la prueba mostraba que el alumnado tenía mayores conocimientos en *Identificación de Riesgos* (Media 6,09; desv. típica=1,18; n=30) que en *Primeros Auxilios* (media 3,79; desv. típica=1,16; n=30), como indicaron los estudiantes en el cuestionario inicial.



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

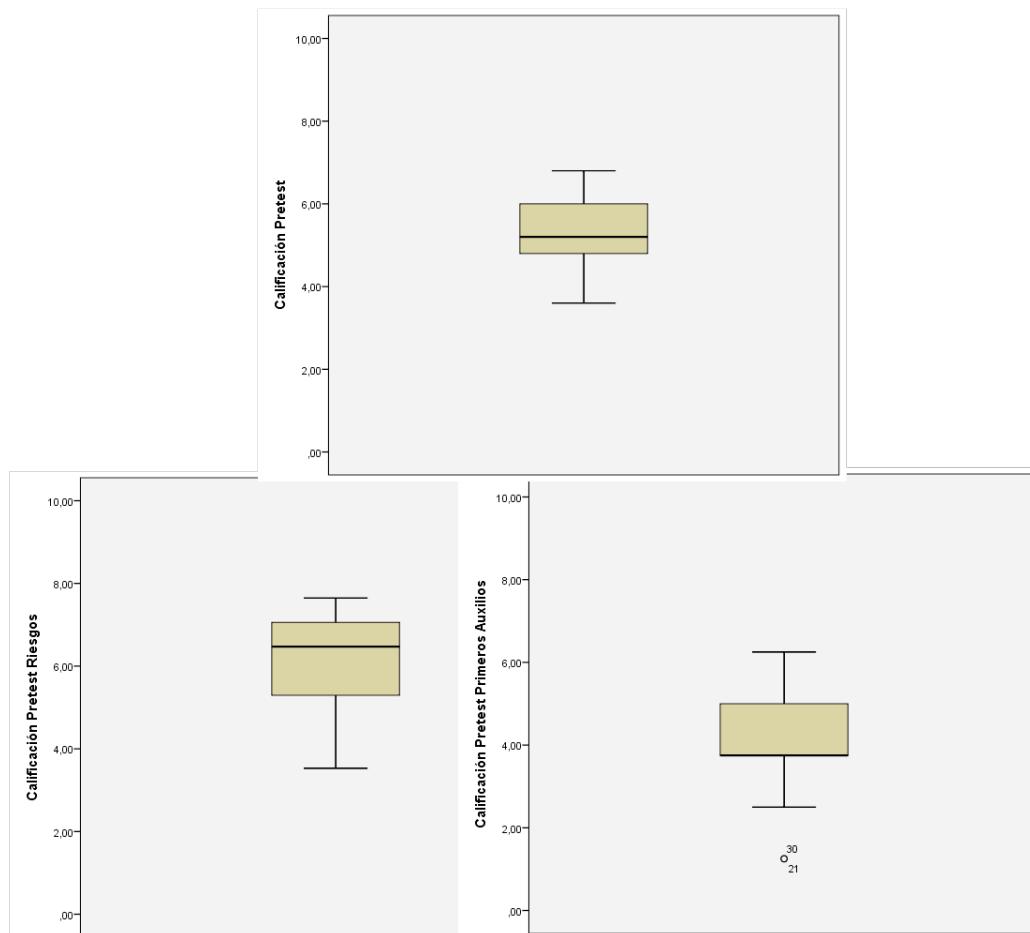


Fig. 7. Diagrama de Cajas resultados prueba objetiva *pretest* (global y por bloques temáticos)

Debemos señalar que al comienzo de las sesiones prácticas en los laboratorios, los alumnos se mostraron interesados en los códigos QR y en descargarse la aplicación para su lectura o comprobar, aquellos que ya tenían la aplicación, si podían leer los códigos correctamente.

Sin embargo, durante la realización de las prácticas el alumnado olvidaba sistemáticamente evaluar los riesgos de los reactivos que iba a utilizar, a pesar de que debía desplazarse desde su puesto de trabajo a la mesa donde estaban depositados los reactivos. La profesora tuvo que recordar constantemente a los distintos grupos, que no habían revisado las medidas de seguridad a tomar con el reactivo que debían utilizar. Sin embargo, una vez recordada la necesidad de revisar esa información, los alumnos se interesaban por ella y consultaban al profesorado sus dudas, o preguntaban por otros supuestos. Hay que señalar,



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

que, al igual que en el desarrollo del resto de la asignatura, han sido alumnos activos que mostraban interés e inquietud por aprender. Las consultas y diálogos han sido frecuentes en la docencia de la asignatura, tanto en la parte teórica como práctica.

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos y prueba inferencial para el contraste sobre el nivel de conocimientos previos y posteriores a la experiencia (Pretest/Posttest)**

n=30	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Prueba T	
					t	p
Calificación <i>Pretest</i> - Identificación riesgos	3,53	7,65	6,09	1,18	-7.14	0.000*
Calificación <i>Posttest</i> - Identificación riesgos	6,47	10,00	8,00	0,84		
Calificación <i>Pretest</i> - Primeros auxilios	1,25	6,25	3,79	1,16	-7.99	0.000*
Calificación <i>Posttest</i> - Primeros auxilios	2,50	8,75	6,96	2,04		
Calificación <i>Pretest</i>	3,60	6,80	5,35	0,87	-11.16	0.000*
Calificación <i>Posttest</i>	6,00	9,20	7,67	0,69		

\*\* n.s. 0,001

Finalizada la asignatura, se volvió a aplicar la prueba objetiva (*posttest*). Los resultados alcanzados en la prueba objetiva (*posttest*) ponen de manifiesto que los conocimientos de los estudiantes en este ámbito han mejorado (Tabla 2), siendo la calificación media obtenida en dicha prueba de 7,67 (desviación típica=0,69; n=30). Al hacer la revisión por bloques temáticos (Fig. 8) vemos que el mayor aprendizaje se ha producido en el ámbito de *Primeros Auxilios*, ya que la media alcanzada es de 6,96 (desviación típica=2.04; n=30) aunque existe una gran dispersión ya que la desviación típica es elevada. En cuanto a *Identificación de Riesgos*, la media alcanzada es de 8,00 (desviación típica= 0,84; n=30), que también es una importante mejora respecto a la fase *pretest*.

Si consideramos que hemos utilizado una muestra representativa de alumnos, a través del estadístico t de Student hemos comprobado la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del *posttest* con respecto al *pretest* en las tres variables analizadas: *conocimientos en identificación de riesgos*, *conocimientos en primeros auxilios* y, de forma global, en *conocimientos en prevención de riesgos en el laboratorio* (n.s.=0,001).



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

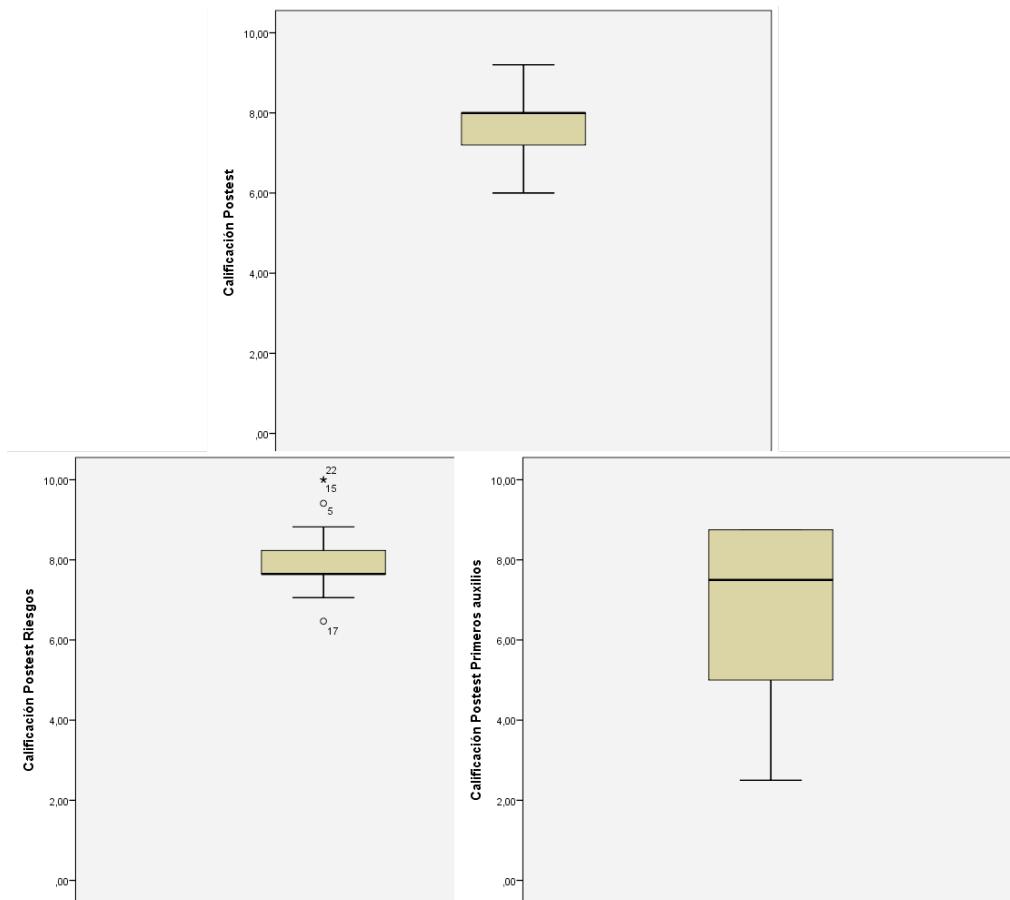


Fig. 8. Diagrama de Cajas resultados prueba objetiva *posttest* (global y por bloques temáticos)

### c.4.) Cuestionario de satisfacción del alumnado.

En este caso, solo respondieron a la encuesta 24 estudiantes, por lo que ese será el tamaño de la muestra.

Del análisis de las respuestas al Cuestionario de Satisfacción, como vemos en la Tabla 3, obtenemos que los alumnos consideran que la información que han recibido sobre seguridad en los laboratorios les puede resultar útil en su futuro profesional (Media *satisf\_1*=4,54; desv. típica=0,59) y que este tipo de formación debería incluirse en todas la asignaturas universitarias que tienen docencia práctica en laboratorios (Media *satisf\_4*=4,71; desv. típica=0,69).



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

Tabla 3. Estadísticos *Cuestionario de Satisfacción*

n= 24			
Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
<i>La información suministrada sobre la seguridad en el laboratorio puede resultarme útil en mi futuro ejercicio profesional (satisf_1)</i>			
3	5	4,54	0,59
<i>Durante la realización de las prácticas he consultado las etiquetas de los reactivos cada vez que tenía que usarlos (satisf_2)</i>			
1	5	3,29	1,04
<i>Durante la realización de las prácticas he consultado los códigos de Realidad Aumentada (QR) de los reactivos cada vez que tenía que usarlos (satisf_3)</i>			
1	5	2,25	1,29
<i>Todas las asignaturas de la Universidad con docencia práctica en laboratorios deberían trabajar nociones de seguridad sobre los reactivos químicos (satisf_4)</i>			
2	5	4,71	0,69
<i>Los códigos QR son una alternativa útil para trabajar temas de seguridad en los laboratorios (satisf_6)</i>			
1	5	4,13	1,08

Sin embargo los códigos QR, enlazados con las fichas de los reactivos, no les han despertado interés, ya que apenas los consultan (Media *satisf\_3*=2,25; desv. típica=1,29), aunque los consideran útiles (Media *satisf\_6*=4,13; desv. típica=1,08).

Tabla 4. Respuestas en el Cuestionario de Satisfacción a la variable *Para evaluar los riesgos del uso de reactivos químicos que te ha resultado más útil*

<i>Para evaluar los riesgos del uso de reactivos químicos que te ha resultado más útil</i>	
Opciones	Respuestas (n=24)
Explicaciones del profesor	87,50%
Códigos QR	0,00%
Etiquetas reactivos	12,50%



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

En relación a qué les ha resultado más útil en este proceso de aprendizaje para evaluar los riesgos del uso de los reactivos químicos, el 87,5 % señala que han sido las explicaciones del profesor (Tabla 4).

### *c.5.) Conclusiones.*

Esta experiencia nos muestra que el alumnado no percibe la necesidad de extremar las precauciones cuando trabaja con reactivos químicos y es absolutamente dependiente de la información que le es suministrada por el profesorado al respecto. A pesar de que esperábamos, que con la incorporación de tecnología, conseguiríamos que el alumnado fuera más autónomo poniendo en práctica un aprendizaje por descubrimiento dentro del propio laboratorio (Lave y Wenger, 1991), este objetivo se ha alcanzado. Es probable que cuando los alumnos de Grado lleguen a los últimos cursos de la carrera ya hayan incorporado esta metodología de trabajo, sin embargo, los alumnos que se han formado en titulaciones no adaptadas al EEEES muestran una gran dependencia del docente en su aprendizaje. Debido, sin duda, a la docencia que han recibido en su formación, muy centrada en el profesor.

El alumnado disponía en unos segundos de información detallada de los reactivos de la práctica de cada día. Esta información la recibían de forma rápida y atractiva y esperábamos de esta manera que la tarea les resultara más amena. Si bien el uso de las nuevas tecnologías les resultó interesante y atractivo, su aplicación como herramienta de aprendizaje aún no está instalado en su “cultura” y no son capaces de aprovechar los beneficios de sus habilidades TIC para transferirlas a sus habilidades para el aprendizaje (Gisbert y Esteve, 2011; Thompson, 2013).

El principal resultado esperado era que el alumnado fuera capaz de incorporar a sus rutinas de trabajo un protocolo de actuación preventivo que minimice los riesgos asociados al propio trabajo de laboratorio, y en el que se integren las normas de seguridad relacionadas con las etiquetas de los reactivos químicos que se manipulan. La experiencia llevada a cabo ha mostrado que la incorporación de esas rutinas en el alumnado exigirá tiempo. Será



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

preciso realizar una labor continuada sobre seguridad en los laboratorios, que posiblemente debería iniciarse desde su primer contacto con los laboratorios en niveles de Educación Secundaria y Bachillerato, para conseguir que nuestros alumnos la incorporen en sus rutinas de trabajo.

### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Salamanca, convocatoria Proyectos de Innovación y Mejora Docente *Aplicación de las TIC en la docencia práctica para el desarrollo de prácticas seguras en los laboratorios* (Ref.: iD2013/181) y a la Fundación Memoria D. Samuel Solorzano Barruso de la Universidad de Salamanca, Convocatoria de Ayudas a la Investigación 2013 *Realidad aumentada aplicada a la seguridad en el laboratorio* (Ref.: FS/13-2013), cuya financiación ha permitido realizar esta experiencia.

### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adell, J., Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? In Hernández Ortega, J., Pennesi Fruscio, M., Sobrino López, D., Vázquez Gutiérrez, A., *Educación en Tendencias emergentes en Educación con TIC* (pp.13-32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología: Barcelona. Consultado en [http://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias\\_emergentes\\_en\\_educacion\\_con\\_TIC.pdf](http://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacion_con_TIC.pdf)

Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación en Tendencias emergentes en Educación con TIC (135-155). Asociación Espiral, Educación y Tecnología: Barcelona. Consultado en [http://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias\\_emergentes\\_en\\_educacion\\_con\\_TIC.pdf](http://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacion_con_TIC.pdf)

Gisbert, M., Esteve, F. (2011). Digital Learners: la competencia digital de los estudiantes universitarios. *La cuestión universitaria*, 7, 48-59. Consultado en <http://www.catedraunesco.es/publicaciones-y-conferencias/123-digital-learners-la-competencia-digital-de-los-estudiantes-universitarios.html>



## MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

---

González-Rogado, A.B, Vivar-Quintana, A.M y Elorza, I. (2013). Augmented safety in the laboratory with mobile technology. En *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality* (TEEM '13), Francisco José García-Peñalvo (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 423-428. DOI=10.1145/2536536

Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press: Cambridge.

Morales, P. (2009). Las pruebas objetivas. Deusto: Universidad de Deusto.

Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12-33. doi:10.1016/j.compedu.2012.12.022