



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Mejoras en el contenido relativo a la
seguridad en la asignatura de Técnicas
de Laboratorio de 2º de Bachillerato

Presentado por: Pinazo de la Cruz, José Miguel
Línea de investigación: 1.5.2.- Educación formal: Contenidos
Director/a: Vicente Martorell, Juan José

Ciudad: Valencia
Fecha: 18 / 07 / 2014

RESUMEN

La asignatura de Técnicas de Laboratorio Físico-Químicas es una optativa de 2º de Bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología. El trabajo en el laboratorio químico, por su parte, implica riesgos relacionados con los materiales que se manejan, como productos químicos y herramientas frágiles, que exigen extremar las precauciones y la limpieza. En la práctica, el alumnado de la asignatura es inexperto en el trabajo de laboratorio. Esta inexperiencia lleva a frecuentes incidentes de escasa importancia pero abre la posibilidad a accidentes de entidad inaceptable a prevenir desde el propio conocimiento aplicado de los alumnos.

En el presente Trabajo de Fin de Máster, tras una labor de investigación bibliográfica para establecer un marco conceptual en seguridad de acuerdo a la normativa vigente, se aprovecha el estudio de campo llevado a cabo durante el Prácticum del candidato para efectuar un diagnóstico sobre las enseñanzas impartidas y los contenidos en seguridad asimilados y empleados por los alumnos. Los resultados del diagnóstico muestran, como factores más relevantes entre los que requieren intervención, obsolescencias en los contenidos conceptuales, y en los alumnos un deficiente empleo de los elementos de protección individual en el laboratorio, sesgos en la percepción del riesgo, una actitud de prisa y relajación de la vigilancia, desconocimiento o mal uso de medidas de seguridad importantes y falta de autocrítica.

Todos los resultados obtenidos se emplean para la elaboración de los objetivos de la intervención curricular, los cuales dan lugar a una propuesta realista y contextualizada, incluyendo la reelaboración de la unidad didáctica dedicada a seguridad en el trabajo, la incorporación de la gestión de riesgos como contenido transversal, el mayor énfasis en las buenas prácticas en el laboratorio como contenido procedimental y la inclusión de la actitud en seguridad como medio de evaluación.

Palabras Clave: Técnicas de Laboratorio Físico-Químicas, Laboratorio Químico, Optativas de Bachillerato, Seguridad e Higiene, Gestión del Riesgo, Responsabilidad Docente, Mejora Curricular.



ABSTRACT

“Physico-chemical Laboratory Techniques” is an elective subject in the last year of Spanish high schools. It belongs to the Science and Technology branch. The work in the chemistry laboratory implies a series of risks related to the materials to be manipulated, such as chemicals or fragile tools. Caution and cleanliness should therefore be kept under these conditions. In practice, students taking the course are untrained in laboratory tasks. Such inexperience drives to frequent incidents of a low importance but also makes unacceptably serious accidents possible. The origin of risk reduction in the laboratory should be the applied knowledge of the students.

In the present Master Thesis, a labour of bibliographical research is shown in order to set a framework on safety in accordance to the regulations in force. Then, fieldwork performed by the candidate during his Practicum training is employed to carry out a diagnosis on the contents related to safety, both taught, and effectively assimilated by the students. Results of the diagnosis show, as the main factors requiring intervention, certain obsolescence in conceptual contents, and with regard to the students a defective utilization of the personal protective equipment in the laboratory, limitations on risks perception, and attitude of rush and relaxation of the vigilance, ignorance or misuse of relevant safety measures, and lack of self-criticism.

All results obtained are employed for the elaboration of the objectives of the curricular intervention on the subject, and this drives to a realistic, contextualized proposal. This includes the reworking of the didactic unit devoted to work safety, the incorporation of risk management as cross content, the emphasizing on correct techniques as procedural content and the addition of safety attitudes as a means of evaluation.

Keywords: Physico-chemical Laboratory Techniques, Chemistry Laboratory, High school elective subjects, Safety & Hygiene, Risk Management, Teaching Responsibility, Curricular Improvement.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
<i>La particularización de la asignatura de Técnicas de Laboratorio de Bachillerato a la Química</i>	1
<i>Necesidad de la integración de la seguridad en el currículo de la asignatura</i>	2
2.- PROBLEMA Y OBJETIVOS	5
<i>Planteamiento del problema</i>	5
<i>Objetivos e Hipótesis</i>	6
<i>Fundamentación de la Metodología</i>	7
<i>Justificación de la Bibliografía</i>	7
3.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
<i>Principios de la seguridad y la higiene</i>	9
<i>Accidentes y responsabilidad docente</i>	14
<i>Gestión de riesgos aplicada al laboratorio químico</i>	18
<i>Normativa aplicable</i>	22
<i>Propuestas didácticas en el laboratorio químico</i>	29
4.- METODOLOGÍA	32
<i>Contextualización</i>	32
<i>Materiales y Métodos</i>	33
5.- RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO	35
<i>Análisis del laboratorio químico</i>	35
<i>Análisis del contenido curricular</i>	39
<i>Análisis del alumnado de la asignatura</i>	41
<i>Análisis de la responsable de la asignatura</i>	44
<i>Análisis de las percepciones</i>	45

<i>Conclusiones del estudio de campo</i>	50
6.- ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	55
<i>Objetivos de la propuesta de intervención</i>	55
<i>Propuesta de recursos didácticos</i>	58
<i>Propuesta de normas de seguridad</i>	60
<i>Propuesta de criterios de evaluación</i>	62
<i>Propuesta de actividades</i>	62
<i>Propuesta de unidad didáctica: Seguridad y normas de laboratorio</i>	65
7.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO	67
8.- CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	68
<i>Conclusiones</i>	68
<i>Perspectivas</i>	69
9.- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	70
<i>Referencias Bibliográficas</i>	70
<i>Bibliografía Complementaria</i>	82
Anexo A: Encuestas sobre percepciones	85
<i>Encuesta a los alumnos</i>	85
<i>Encuesta a la profesora</i>	87
Anexo B: Entrevista con la profesora	89
<i>Contenido de la entrevista</i>	89
Anexo C: Listas de Frases R y S	91
<i>Frases R</i>	91
<i>Combinación de frases R</i>	93
<i>Frases S</i>	96
<i>Combinación de frases S</i>	98

Anexo D: Listas de Frases H y P	100
<i>Frases H: Indicaciones de peligros físicos</i>	<i>100</i>
<i>Frases H: Indicaciones de peligro para la salud humana.....</i>	<i>101</i>
<i>Frases H: Indicaciones de peligro para el medio ambiente</i>	<i>102</i>
<i>Frases P: Consejos de prudencia – Carácter general.....</i>	<i>102</i>
<i>Frases P: Consejos de prudencia – Prevención.....</i>	<i>103</i>
<i>Frases P: Consejos de prudencia – Respuesta</i>	<i>104</i>
<i>Frases P: Consejos de prudencia – Almacenamiento</i>	<i>106</i>
<i>Frases P: Consejos de prudencia – Eliminación.....</i>	<i>106</i>
Anexo E: Cuestiones propuestas	107
<i>Actividad A</i>	<i>107</i>
<i>Actividad B</i>	<i>107</i>
<i>Actividad C</i>	<i>108</i>
<i>Actividad D.....</i>	<i>108</i>
<i>Actividad E</i>	<i>108</i>
Anexo F: Programación de la unidad didáctica: Seguridad y normas de laboratorio	110
<i>Justificación</i>	<i>110</i>
<i>Destinatarios y prerrequisitos.....</i>	<i>111</i>
<i>Objetivos y Competencias</i>	<i>111</i>
<i>Contenidos.....</i>	<i>112</i>
<i>Metodología</i>	<i>113</i>
<i>Actividades y Temporalización</i>	<i>113</i>
<i>Recursos</i>	<i>114</i>
<i>Evaluación.....</i>	<i>115</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>115</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 – Factores relacionados con el riesgo y sus medios de reducción y eliminación</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2 – Clasificación de las causas de accidentes e incidentes</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3 – Riesgos de tipo mecánico posiblemente presentes en el laboratorio químico</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4 – Riesgos de tipo físico no mecánico posiblemente presentes en el laboratorio químico</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 5 – Riesgos de tipo químico posiblemente presentes en el laboratorio químico</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 6 – Elementos de protección individual de utilidad en el laboratorio químico</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7 – Identificación de los elementos mínimos de una etiqueta de acuerdo a la Directiva 67/548/CEE</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 8 - Identificación de los elementos mínimos de una etiqueta de acuerdo al Reglamento CE 1272/2008</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 9 – Identificación de los pictogramas de señalización de riesgos de acuerdo a la Directiva 92/58/CEE</i>	<i>28</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Etiqueta de un recipiente de acetaldehído con la información mínima de acuerdo a la Directiva 67/548/CEE.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2. Etiqueta de un recipiente de acetaldehído con la información mínima de acuerdo al Reglamento CE 1272/2008</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3. Etapas del modelo KPABC influenciables a corto plazo por la intervención en seguridad.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4. Laboratorio químico del colegio San José de Calasanz</i>	<i>37</i>
<i>Figura 5. a) Botellas con productos químicos; b) Balanza</i>	<i>38</i>
<i>Figura 6. Mecheros fijos en el laboratorio químico del colegio San José de Calasanz</i>	<i>38</i>
<i>Figura 7. Material de contención y medida de volúmenes</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8. Percepciones sobre los procesos de enseñanza/aprendizaje</i>	<i>46</i>
<i>Figura 9. Percepciones sobre el nivel de adquisición de los contenidos en seguridad</i>	<i>47</i>
<i>Figura 10. Percepciones sobre el nivel de tutela en seguridad.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 11. Percepciones sobre el nivel de riesgo de distintos materiales</i>	<i>49</i>
<i>Figura 12. Póster divulgativo sobre el Sistema Globalmente Armonizado, comparando elementos del etiquetado CLP (Reglamento CE 1272/2008) con los de la antigua Directiva 67/548/CEE.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 13. Póster publicitario sobre el etiquetado CLP de sustancias y mezclas peligrosas (Reglamento CE 1272/2008).....</i>	<i>59</i>

AGRADECIMIENTOS

Gracias en primer lugar al director de este Trabajo, Juan José Vicente, por la orientación y los consejos, y por su buen hacer al asesorarme en elaborar esta memoria en menos de un mes, y con las dificultades añadidas de la educación a distancia.

Gracias a María José Mora, tutora de la UNIR, por su implicación, que ha sido notable, mucho más allá de lo que personalmente haya podido necesitar su asistencia.

Gracias a los profesores del Colegio San José de Calasanz por su cálida acogida y su voluntad de ayudarme y enseñarme, ahora como hace 11 años. Gracias a Fernando Soto como director, por la ayuda ofrecida y por su profesionalidad.

Gracias a Paco Giner por tan buenos ratos de despacho, por tantas reflexiones y por tantos consejos.

Gracias de una manera muy particular a mi tutora de prácticas, Amparo González, profesora y mentora. Gracias por hacer que en su día me decantara por el estudio de la química. Gracias por volver a acogerme tantos años después de perder el contacto. Gracias por haber cerrado el círculo al tutorizar mis prácticas, gracias por enseñarme tanto y gracias por ser un ejemplo a seguir en lo profesional y en lo personal. Debo decirte que ha sido un placer pero sobre todo un honor, y te pido disculpas por las pequeñas imprecisiones que puedan aparecer aquí.

Gracias a mis chicos, en realidad los chicos de Amparo, por supuesto. Sois 34, y en este Trabajo resalto sobre todo algunos de vuestros defectos, escondiéndooos bajo la impersonalización. Esto no quiere decir que no seáis 34 personas, con vuestros nombres y apellidos, vuestras cualidades, vuestros sueños y un enorme futuro por delante. Puedo decir que os recordaré siempre como el primer grupo al

que di clase, los primeros alumnos a los que regañé, y los primeros con los que me emocioné en su despedida de fin de curso. Que os vaya muy bien en la universidad pero por favor, ino os apuntéis más los tubos de ensayo a la cara!

Gracias también a todos los demás alumnos que he tenido la oportunidad de conocer en mi periodo de prácticas. A unos y a otros, gracias por reafirmarme en que quiero pasar la vida trabajando con gente como vosotros. Gracias, chicos, y hasta siempre...

Gracias por último a Belén, porque yo no soy quien quiero ser sin ella, y sin ella seguiría siendo quien no quería ser. Gracias por abrirme los ojos, apoyarme, darme la oportunidad de cursar este Máster apostándolo todo a una carta, y seguir soñando con nuestro futuro. Es el segundo TFM en el que te dedico estas palabras: “Gracias por el mejor año después del peor”.

Ahora me voy a caminar, a terminar lo que empecé.

“La vida de cada hombre es un camino hacia sí mismo, el intento de un camino, el esbozo de un sendero.”

Hermann Hesse

1

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo pretende establecer y acotar el ámbito de este Trabajo de Fin de Máster, mediante una breve exposición introductoria de la temática, a modo de justificación, que dará pie en el capítulo 2 al planteamiento del problema, y al establecimiento de hipótesis y objetivos.

La particularización de la asignatura de Técnicas de Laboratorio de Bachillerato a la Química

La asignatura de Técnicas de Laboratorio Físico-Químicas es una optativa de 2º de Bachillerato para la modalidad de Ciencias y Tecnología, propuesta por la Consellería de Educación valenciana en el uso de su autonomía (Orden de 17 de junio de 2009, de la Consellería de Educación) y de acuerdo a la legislación vigente (Ley Orgánica 2/2006; Orden ESD/1729/2008, del Ministerio de Educación, Política Social y Deporte; Decreto 102/2008, del Consell).

El contenido oficial de la asignatura es semiabierto, fijando objetivos generales como la comprensión de fenómenos naturales mediante experiencias, el manejo, la elaboración y el análisis de datos experimentales, la incorporación intuitiva de conceptos teóricos y la preparación de informes de prácticas (Orden de 17 de junio de 2009, de la Consellería de Educación). Este conjunto de objetivos puede abordarse de manera adecuada desde la óptica de cualquiera de las ciencias experimentales impartidas en el Bachillerato, es decir, la física, la química o la biología (Colegio San José de Calasanz, 2013).

En concreto, puede proponerse la adaptación de la materia al caso de la química para los alumnos que se encuentren cursando la asignatura de Química, propia de la modalidad en 2º de Bachillerato (Real Decreto 1467/2007). Tal

adaptación da lugar a una asignatura eminentemente práctica donde el alumno conoce de primera mano los fundamentos y las particularidades del trabajo experimental relacionado con la química, mientras profundiza los conceptos tratados paralelamente en dicha asignatura de modalidad. Adicionalmente, el alumno recibe un entrenamiento en el trabajo de laboratorio que le resultará útil de cara a la continuación de sus estudios y en su futura vida profesional. Cabe señalar, en este aspecto, que el Título de Bachiller da acceso a los Ciclos Formativos de Técnico Superior de la familia de la Química o la Sanidad (Real Decreto 1147/2011), y que si se ha cursado en la modalidad de Ciencias y Tecnología da acceso también a los Grados en Química, Física, Biología, Medicina, Farmacia, Ingeniería Química o Ingeniería Industrial, entre otros estudios que contemplan trabajo de laboratorio en su currículo (Real Decreto 1393/2007; Real Decreto 1467/2007; Real Decreto 1892/2008; Real Decreto 558/2010; Real Decreto 412/2014).

Necesidad de la integración de la seguridad en el currículo de la asignatura

El marco espacial de la asignatura objeto de estudio es el laboratorio químico. Si en una primera aproximación se define el riesgo como la probabilidad de que un peligro se materialice en un daño (Ayora Hirsch, 2011), se tiene que el laboratorio es un entorno donde están presentes numerosos peligros de diversa índole y se corren por lo tanto numerosos riesgos. En concreto, en el laboratorio químico se manejan materiales intrínsecamente peligrosos como los productos químicos, además de herramientas frágiles y/o cortantes, o fuentes de calor o electricidad, por poner algunos ejemplos. La presencia abundante de riesgos impone la necesidad de emprender acciones encaminadas a la seguridad, entendida ésta, al menos, como la minimización de dichos riesgos (Pitt, 1988).

La seguridad laboral se ha institucionalizado en España en las últimas décadas mediante la creación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (Real Decreto 577/1982), y ha adquirido rango legal gracias a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) (Ley 31/1995). Es destacable, además, la consideración concedida a la seguridad en el laboratorio, donde es común ofrecer un cierto grado de entrenamiento a los trabajadores. De cualquier manera, numerosos expertos concuerdan en que la seguridad está mejor implementada en el ámbito industrial que en el ámbito académico (Backus *et al.*, 2012).

Respecto a los laboratorios académicos, cabe señalar que en ellos se puede llevar a cabo dos tareas diferenciadas: la investigadora, efectuada por profesionales formados, y la docente, donde la mayor parte del personal se encuentra en su periodo de formación, y por lo tanto es más inexperta. Una clasificación más significativa si cabe es la que puede realizarse en función del nivel académico:

- En la educación superior se encuentran por lo general laboratorios de uso intensivo donde se alternan o coordinan labores docentes e investigadoras. El personal posee un nivel de conocimientos y destrezas de medio a alto, y la cultura de la seguridad se ve reforzada mediante iniciativas docentes (Hill Jr., 2003) así como a raíz de la experiencia adquirida por los accidentes ocurridos en el pasado (Gibson, Schröder y Wayne, 2014).
- En la enseñanza secundaria, el laboratorio de química (o el de ciencias en general) es un equipamiento secundario, de uso esporádico y finalidad exclusivamente docente. Lógicamente todo el personal se encuentra en formación (a excepción del profesor), resulta más inexperto y está por tanto más expuesto a los riesgos. Problemas típicos de estos laboratorios pueden ser el equipamiento deficiente o la insuficiente formación específica en materia de seguridad de los propios docentes, que tienen bajo su responsabilidad al alumnado (Hill Jr., 2003; Senkbeil, 1991; Richards-Babb, Bishoff, Carver, Fisher y Robertson-Honecker, 2010).

El alumnado de la asignatura de Técnicas de Laboratorio, como se ha expuesto, es inexperto en conocimientos y destrezas. Por otra parte, para Reniers, Ponnet y Kempeneers (2014), el conocimiento, las creencias y la actitud tienen influencia en la percepción del riesgo: Si el riesgo percibido es alto, el agente emprenderá acciones para reducirlo, pero si el riesgo percibido es bajo, entonces no se tomarán precauciones adicionales. De esto puede deducirse que el riesgo percibido por el alumno inexperto es probablemente menor del debido, lo que puede aumentar su exposición a los riesgos.

A pesar de las incoaciones efectuadas al Ministerio de Educación por la LPRL para la implementación de la enseñanza en prevención y seguridad (Ley 31/1995), y de su importancia crucial en este ámbito, es destacable que el contenido relativo a la seguridad no se encuentra tipificado en el currículo oficial de la asignatura de Técnicas de Laboratorio de Bachillerato (Orden de 17 de junio de 2009, de la Consellería de Educación). Mientras esta situación continúe y la asignatura esté planteada de manera semiabierta por la Administración Educativa, existe una

posibilidad de intervención en forma de adaptación curricular, que al mismo tiempo se antoja necesaria para el desempeño seguro del trabajo experimental del alumnado. Reniers *et al.* (2014) han demostrado recientemente que las intervenciones en seguridad en el laboratorio influyen significativamente en los conocimientos, percepciones y actitudes de los alumnos, luego toda mejora efectiva en los contenidos didácticos relacionados tendrá un impacto positivo.

Un último aspecto relevante a la hora de considerar las mejoras en seguridad en el laboratorio de Bachillerato es la responsabilidad del docente. Senkbeil (1991) señaló la creciente preocupación frente a la posible responsabilidad derivada de accidentes como una de las fuerzas impulsoras de la concienciación en seguridad de los profesores de ciencias. En relación a este aspecto, el Código Civil español establece que la responsabilidad civil ante los accidentes de los alumnos menores de edad en horario escolar recae sobre la titularidad del centro docente que los tutela, y que ésta puede existir responsabilidad civil subsidiaria del docente en caso de negligencia grave (Código Civil, art. 1903-1904). De esto se deduce el compromiso exigible al centro escolar y al profesor para la continua mejora de las condiciones de seguridad de su alumnado.

2

PROBLEMA Y OBJETIVOS

Planteamiento del problema

Durante el Prácticum correspondiente a los estudios del Master de Formación de Profesorado de Secundaria, especialidad Física y Química, el candidato ha tenido la oportunidad de observar e intervenir en la docencia correspondiente al área de química de dos grupos de una asignatura de Técnicas de Laboratorio de Bachillerato con una adaptación mixta aplicada a la química y la biología.

En este período se ha podido observar que el alumnado en general muestra una actitud de interés y colaboración, e incluso manifiesta gusto por la asignatura misma, además de ser consciente de la importancia de ésta para sus futuros estudios universitarios. A pesar de esto, es la primera asignatura de estas características para todos los alumnos, por lo que muestran una evidente falta de destreza en el laboratorio. Algunos de los alumnos logran superar su impericia mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos y gracias a su actitud esforzada, pero por norma general la actitud del alumnado en el laboratorio es si bien no incorrecta, relativamente distendida. Esta actitud conduce a una relajación de la alerta y a la subestimación de los riesgos presentes en el laboratorio, en ocasiones mediante prisas y conductas poco ortodoxas e incluso peligrosas. La naturaleza del trabajo en el laboratorio químico, la inexperiencia del alumnado y su actitud ante los riesgos han desembocado en los numerosos incidentes registrados en el trabajo diario.

En consecuencia, debe abordarse la minimización de los incidentes y la prevención de posibles accidentes desde la mejora de las destrezas de los alumnos a partir del conocimiento aplicado, y de sus actitudes a partir del conocimiento teórico y sus percepciones.

Objetivos e Hipótesis

Las hipótesis del presente Trabajo de Fin de Máster son las siguientes:

- ***Los alumnos de la asignatura, en su inexperiencia, perciben menos los riesgos presentes en el laboratorio de química, y por lo tanto asumen ciertos riesgos de manera inconsciente.***
- ***Es posible efectuar una mejora integral del contenido relativo a seguridad en el laboratorio químico (si acaso este contenido existe), de manera que se dote a los alumnos de mejores herramientas de reducción de riesgos.***

En consecuencia, el objetivo principal perseguido con este Trabajo es:

- ***Elaborar una propuesta global para la mejora del contenido de la asignatura relativo a la seguridad, en un caso dado.***

En este Trabajo se busca la consecución de dicho objetivo principal mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos particulares:

- ***Identificar el contenido relativo a la seguridad impartido en la asignatura de Técnicas de Laboratorio de Química en el caso de estudio.***
- ***Identificar los puntos débiles en procedimientos, conceptos y actitudes en el alumnado de la asignatura.***
- ***Conocer las percepciones de todos los agentes respecto de los riesgos presentes en el laboratorio químico.***
- ***Evaluar las aptitudes y actitudes de la docente responsable de la asignatura.***
- ***Establecimiento de unos objetivos concretos y realistas para la intervención didáctica en seguridad en la asignatura.***

Fundamentación de la Metodología

Para la elaboración del presente Trabajo de Fin de Máster, se ha efectuado, como se ha mencionado, un estudio de campo sobre la asignatura durante el Prácticum del candidato. Tal estudio de campo ha permitido conocer de primera mano la marcha cotidiana de la asignatura bajo revisión, y ha permitido observar la problemática que se pretende abordar. Por otra parte, el seguimiento estrecho efectuado y la vigencia de la información recabada han resultado elementos clave a la hora de elaborar unos objetivos realistas para la propuesta de intervención y efectuarla con ellos de una manera adecuada.

Se ha requerido también un trabajo de investigación bibliográfica para que la elaboración de la propuesta desembocara en un producto adecuado, de acuerdo a una fundamentación teórica suficiente, al estado actual del arte y a la normativa vigente.

Justificación de la Bibliografía

La bibliografía básica para la elaboración del marco teórico en gestión de la seguridad procede de la biblioteca particular del candidato, debido a su interés personal por la temática y su formación previa. Concretamente se ha trabajado con las obras:

- ***Gestión del Riesgo en Montaña y en Actividades al Aire Libre (Ayora Hirsch, 2011), y Responsabilidad Civil en Deportes de Montaña y Actividades en la Naturaleza (Nasarre Sarmiento, 2013)*** El Tte. Coronel Ayora Hirsch es Máster en Derecho de los Deportes de Montaña y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, además de pertenecer al Grupo de Alta Montaña del Ejército y otras actividades. Por su parte el Dr. Nasarre Sarmiento es el director del Máster en Derecho de los Deportes de Montaña cursado por Ayora Hirsch. La importancia de estas obras, aunque su temática no parezca relacionada, es que son las más adecuadas para sentar los fundamentos antropológicos y legales a tener en cuenta en el caso de la dirección por un líder experto (o profesor) de grupos formados por inexpertos (posiblemente alumnos) en

entornos peligrosos, lo cual se ciñe perfectamente al contexto del problema.

- *Introduzione alla affidabilità e sicurezza nell'industria di processo* (Nano y Rota, 2007). Los profesores Nano y Rota pertenecen al Departamento de Química, Materiales e Ingeniería Química “Giulio Natta” del Politécnico de Milán (Italia) y se encuentran a la cabeza del estudio formal de la seguridad industrial en Europa. Su obra versa sobre el estudio y la gestión del riesgo desde un punto de vista ingenierístico.

Por otra parte, se ha realizado una búsqueda bibliográfica amplia en los repositorios de acceso abierto como el Directory of Open Access Journals (DOAJ) y los pertenecientes al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), así como en los accesibles por el candidato como alumno de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) y como egresado de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Entre las ideas clave en las que se ha focalizado la búsqueda bibliográfica cabe mencionar los términos “didáctica de la seguridad”, “seguridad en el laboratorio”, “riesgo en el laboratorio”, “riesgo químico”, “laboratorio químico”, “laboratorio docente” y “percepción del riesgo”.

Es destacable que la fuente académica de la que se ha obtenido la mayor cantidad de información relevante es la revista científica “Journal of Chemistry Health & Safety” (“Revista de Salud y Seguridad Químicas”), publicada por la prestigiosa American Chemical Society (ACS), y de acceso bajo suscripción. La temática de esta publicación, como su nombre indica, se ciñe muy bien a la de este trabajo, y ofrece abundante material de aplicación al ámbito académico. De cualquier manera, durante la búsqueda no se ha encontrado ningún trabajo semejante al presente en cuanto a objetivos y ámbito de aplicación, sea de procedencia española o extranjera en lengua inglesa.

El marco normativo se basa en la legislación europea, española y valenciana, de acceso público. Se han empleado también las instrucciones operativas y notas técnicas en prevención y seguridad publicadas periódicamente por el INSHT y el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV (SPRL-UPV) y disponibles en sus respectivas páginas web.

3

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo se muestra la elaboración de los resultados de la investigación bibliográfica, y se pretende establecer un marco conceptual adecuado para el desarrollo del resto del Trabajo.

Dado que el contexto del problema es el laboratorio químico escolar, un entorno calificable como intrínsecamente peligroso, el primer epígrafe es una exposición formal ordenada de los principios de la seguridad y la higiene, mientras que en el segundo se profundiza en la naturaleza del accidente como evento indeseable y en la responsabilidad docente al respecto del mismo. En estos primeros epígrafes se trata de fijar e interrelacionar los conceptos clave relativos a la materia. A continuación se analiza de forma genérica la tipología de riesgos presentes en el laboratorio químico, para profundizar después en cómo se ha abordado la gestión de estos riesgos desde un punto de vista normativo. Por último, se presenta un epígrafe dedicado a la puesta en valor de las distintas propuestas didácticas relativas a seguridad en el laboratorio plasmadas en la literatura científica.

Principios de la seguridad y la higiene

El concepto central que debe desarrollarse es el de la seguridad. La Real Academia Española (RAE), define seguridad en su diccionario como: “Cualidad de lo seguro” (2001), y asimismo define seguro como: “Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo” (Real Academia Española, 2001). Ante esta definición cabe cuestionarse también los conceptos fundamentales de peligro y riesgo.

La RAE define peligro como: “Riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal” (Real Academia Española, 2001). En tal definición se relaciona el peligro con los eventos potenciales indeseados, pero también se identifican peligro y riesgo, lo que explica la habitual confusión entre estos términos. Los expertos en gestión del

riesgo matizan las definiciones de manera que los términos describen conceptos distintos. Ayora Hirsch (2011) define:

Peligro es cualquier fuente o condición, real o potencial, que puede causar un daño en el personal, en la propiedad o en el medio ambiente, incluyendo aquellas situaciones que ocasionan degradación de la actividad (p.92)

Nano y Rota (2007) definen el concepto en la misma línea, puntualizando que la causa de daño potencial y por tanto el peligro no es la fuente en sí, sino una propiedad intrínseca de ésta. Estas definiciones de peligro conducen a la conclusión de que la seguridad sólo es alcanzable si se eliminan radicalmente las fuentes, como ya apuntan Nano y Rota (2007). Respecto del riesgo, Ayora Hirsch (2011) afirma que:

Riesgo es la posibilidad (sic) de que ese peligro se materialice y produzca consecuencias en personas u objetos (p.92)

Por su parte, Nano y Rota (2007) coinciden en el concepto de fondo pero enfatizan la idea de que se trata de la combinación entre probabilidad de un daño y magnitud de dicho daño. La descomposición de ambos factores da lugar a estrategias distintas de prevención, como se recoge en la Tabla 1. Puede verse que el concepto de riesgo abre la posibilidad a un estudio pormenorizado de sus factores, todos ellos cuantificables, así como de los métodos de reducción y eliminación. En todos los casos, la reducción de la incidencia de cada factor es abordable tomando medidas adecuadas, y la eliminación, en la línea de lo comentado para la eliminación del peligro, exige una acción radical.

Como se ha apuntado con anterioridad, el laboratorio químico es un entorno intrínsecamente peligroso. La acción radical conducente a la eliminación del riesgo es la no interacción, luego la evitación del trabajo en tal entorno. Esta opción no resulta razonable ni realista, luego la estrategia debe ser la reducción de los riesgos mediante la acción sobre sus diversos factores. Dado que en un escenario distinto de la eliminación radical el riesgo cero no existe (Ayora Hirsch, 2011; Nano y Rota 2007), se impone entonces la ampliación siguiente del concepto de seguridad:

Seguridad es la condición propia de una situación en la que se han reducido los riesgos a un nivel aceptable.

Tabla 1 – Factores relacionados con el riesgo y sus medios de reducción y eliminación

	<u>Factor</u>	<u>Definición</u>	<u>Métodos de reducción</u>	<u>Métodos de eliminación</u>
<u>Probabilidad contextual</u>	Exposición	Tiempo efectivo de interacción con el peligro	Limitación del tiempo de interacción con el peligro	Supresión de la interacción con el peligro
	Probabilidad intrínseca	Razón matemática entre sucesos materializados y sucesos posibles durante la exposición	Medidas de prevención	Supresión de la interacción con el peligro
<u>Magnitud</u>	Intensidad	Tipología y gravedad de las consecuencias de la materialización del daño	Medios adecuados de limitación del daño	Supresión de la interacción con el peligro
	Vulnerabilidad	Características particulares del individuo en grado de influir sobre la magnitud del daño recibido	Entrenamiento físico	Sustitución del personal

Fuente: Reelaboración a partir de Ayora Hirsch (2011) y Nano y Rota (2007)

El mayor peso de esta definición recae en el concepto de aceptabilidad del riesgo. Ésta es una idea totalmente vinculada a la subjetividad, que Ayora Hirsch (2011) relaciona con la conciencia y la percepción del sujeto acerca de dicho riesgo. La conciencia está asociada a los conocimientos que se poseen en relación al riesgo en cuestión, y la percepción se relaciona con la impresión causada por el factor de riesgo en el sujeto. Reniers *et al.* (2014) observan que el conocimiento, las creencias y la actitud tienen influencia en la percepción del riesgo: Si el riesgo percibido es alto, el sujeto emprenderá acciones para reducirlo, pero si el riesgo percibido es bajo, entonces no se tomarán precauciones adicionales. Por otra parte, Nano y Rota (2007) apuntan la influencia de la conciencia sobre la percepción misma, afirmando que existe una tendencia del sujeto a subestimar un riesgo si nunca se ha materializado en daño, así como una tendencia a sobreestimarlos si ha conocido casos de accidentes. Sea cual sea el nivel de aceptación del riesgo del individuo, se puede trabajar en reducir el riesgo de una actividad. El individuo aceptará el riesgo resultante de la reducción, denominado residual, si le compensa asumirlo por los beneficios de la actividad (Ayora Hirsch, 2011).

Un concepto que aparece comúnmente ligado al de seguridad en el ámbito laboral es el de higiene. Aunque habitualmente se asocia esta palabra a la idea de limpieza personal, la RAE la define como “Parte de la medicina que tiene por objeto la conservación de la salud y la prevención de enfermedades” (Real Academia Española, 2001), mientras que el INSHT (2001) desvincula su ámbito de aplicación del estrictamente médico. Nano y Rota (2007) efectúan una muy conveniente distinción entre seguridad e higiene que permite distinguir y contextualizar ambos conceptos:

La seguridad se ocupa de la reducción de los riesgos con potenciales intensidades altas, tiempos de exposición breves y efectos inmediatos (agudos).

La higiene se ocupa de la reducción de los riesgos de baja intensidad, con alta exposición y efectos a largo plazo (crónicos).

Como se desarrollará con posterioridad, en el ámbito del estudio, el laboratorio docente de Bachillerato, los riesgos de efectos crónicos son muy poco relevantes respecto de los riesgos de efectos agudos, luego en este análisis debe prevalecer el estudio de la seguridad sobre el de la higiene.

En lo que respecta a la seguridad en el ámbito de aplicación de este Trabajo,

cabe señalar que la inexperiencia del alumnado tiene dos vertientes clave sobre las que se debe trabajar: Su desconocimiento procedimental inicial y sus limitados conocimientos en riesgos y medidas de seguridad, que les conducen a una subjetividad distorsionada por la carencia de herramientas. Según la clasificación expuesta por Ayora Hirsch (2011), se encontrarían, sobre todo al principio del curso, en la etapa de “incompetencia inconsciente”, donde no son conscientes de lo que ignoran. El objetivo es que pasen a la etapa de “incompetencia consciente”, donde comienzan a darse cuenta de sus necesidades mediante la metacognición, y que aspiren a alcanzar la competencia. La tarea del docente de la asignatura de Técnicas de Laboratorio, en lo que respecta a la seguridad de sus alumnos, debe seguir los dos ejes siguientes:

- ***Ser permanentemente el gestor principal de la seguridad en el laboratorio.*** Esto incluye la propuesta de actividades con un riesgo aceptable bajo sus propios criterios, a ser posible de dificultad y riesgo progresivos; la vigilancia diligente y constante de la labor de su alumnado, y el continuado asesoramiento del mismo. Inicialmente debe asumir que es el gestor único de la seguridad y el riesgo.

- ***Habilitar progresivamente a sus alumnos como gestores de la seguridad propia y la de sus compañeros.*** Esta vertiente incluye la enseñanza de las normas y procedimientos que reduzcan los riesgos, y en general el continuo entrenamiento de la subjetividad, entendida como conciencia y percepción, para conseguir que el alumno se responsabilice y contribuya a una actividad segura. Cabe destacar que un curso de laboratorio preuniversitario no puede aspirar a convertir a los alumnos en expertos gestores de riesgos.

De esta doble vía se desprende que es responsabilidad del docente prever y reducir los riesgos, programando actividades con reducido tiempo de exposición al peligro, disponiendo de adecuadas medidas de prevención, escogiendo las actividades cuya magnitud del riesgo sea menor, e incluso descartando actividades cuyo riesgo sea, a su criterio, inaceptable. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que el alumnado no sólo no posee un criterio de aceptación del riesgo bien formado en este ámbito, sino que las actividades le vienen impuestas como parte de sus estudios. Resulta obvio, dados los dos factores, que la responsabilidad del docente es alta, y que sólo se puede ejercer desde una subjetividad formada. Esto conduce a la

conclusión de que al docente de esta asignatura se le debe exigir conocimiento (teórico y aplicado) y experiencia suficientes.

Accidentes y responsabilidad docente

El objetivo de la educación en seguridad es el de dotar al alumno de herramientas para la reducción de riesgos en su labor presente y futura. Esto se encuentra en la línea de la finalidad de la seguridad, que es el de tratar de evitar que ningún peligro se materialice en un daño agudo (sobre todo personal). El daño agudo se relaciona fundamentalmente con el accidente, que la RAE denomina “suceso eventual o acción que involuntariamente resulta daño para las personas o cosas” (Real Academia Española, 2001). Se puede puntualizar además un estadio inferior, el incidente, en el que el suceso no causa daño pero ha puesto de manifiesto errores que podían haber causado un accidente (Ayora Hirsch, 2011). Por coherencia con el contexto, donde la seguridad primordial es la del alumnado, en lo sucesivo se definen:

Accidente es el suceso aleatorio o involuntario en el que un peligro se ha materializado en un daño personal (agudo).

Incidente es el suceso aleatorio o involuntario de efectos indeseados sin daños personales.

El matiz introducido limita el concepto de accidente, haciendo primar la seguridad personal, y engloba en el incidente los daños materiales que no deriven en daños personales. De cualquier manera, esto no afecta al tratamiento formal de estos eventos.

Según Ayora Hirsch (2011), aunque el incidente es más frecuente que el accidente, detrás de cualquiera de ellos aparecen siempre, individualmente o en conjunción, unas causas indirectas, que desembocan en unas causas directas. Estas causas, que figuran desglosadas en la Tabla 2, pueden darse siempre en el contexto del laboratorio docente, y deben ser objeto de estudio para la reducción del riesgo y la prevención de la repetición de accidentes/incidentes.

En particular, las causas directas más frecuentes son las relacionadas con el error humano. Ayora Hirsch (2011) insiste en que el error humano, aunque controlable, es inevitable y más aún durante el aprendizaje, y lo clasifica según

provenza de la falta de destreza (típico del inexperto), de la falta de atención (más típico de alguien más experto) o de percepción (que puede llevar a decisiones erróneas). En todo caso, para este autor el error humano es siempre por omisión o por acción inadecuada.

Tabla 2 – Clasificación de las causas de accidentes e incidentes

<u>Causas indirectas, básicas o latentes</u>	Organizativas:	Planificación inadecuada, liderazgo ineficiente, normativa inadecuada, mal mantenimiento, etc.
	Individuales:	Desmotivación, desconocimiento, inexperiencia, etc.
<u>Causas directas o inmediatas</u>	Objetivas:	Peligros objetivos presentes en el medio
	Subjetivas:	Conciencia, percepción, distorsiones de éstas, etc.
	Técnicas:	Fallo material Error humano

Fuente: Reelaboración a partir de Ayora Hirsch (2011)

Tratados los principios de accidente e incidente como resultado posible de una actividad de riesgo, y discutido ya el papel del docente en la asignatura de Técnicas de Laboratorio, cabe cuestionarse el grado de responsabilidad de éste en caso de accidente. En efecto, como se ha apuntado con anterioridad, esta inquietud es una de las motivaciones del profesorado para una mayor preparación propia en seguridad e higiene (Senkbeil, 1991).

Dado que el accidente es un hecho fortuito y no intencional, por lo general las personas o instituciones a cargo del alumnado no incurren en responsabilidad penal, salvo en casos particulares de negligencia muy grave, con consecuencias muy dañinas. Por otro lado, si el daño se ha producido por una conducta imprudente, entra en juego la responsabilidad civil (Ayora Hirsch, 2011; Nasarre Sarmiento, 2013). Nasarre Sarmiento (2013) explica, además, que para que aparezca la responsabilidad civil deben concurrir (Código Civil, art.1902):

- **Un ilícito dañoso**, o sea una acción u omisión que haya desembocado en daño, en la línea con lo visto para el error humano.
- **Un daño**, que en el contexto de este trabajo será personal y físico.
- **Un nexo causal**.
- **Culpa o negligencia**, que el Código Civil español recoge como “omisión de aquella diligencia que exija la naturaleza de la obligación y corresponda a las circunstancias de las personas, del tiempo y del lugar” (art. 1104), o en otras palabras, una conducta voluntaria no encaminada al daño, de quien no prevé el daño cuando le era exigible haberlo previsto.

El ámbito de aplicación de esta concepción de responsabilidad civil se comprende mejor en conjunción con la responsabilidad exigida respecto de otra persona o grupo que se tutela:

“La obligación de reparar el daño causado es exigible no sólo por los actos u omisiones propios, sino también por los de aquellas personas de quienes se debe responder.” (Código Civil, art. 1902)

De manera que la diligencia debida del responsable ya no es sólo respecto de sus propias acciones sino también respecto de las personas a su cargo. Esta cuestión se concreta aún más en el caso particular del centro docente:

“Las personas o entidades que sean titulares de un Centro Docente de enseñanza no superior responderán por los daños y perjuicios que causen sus alumnos menores de edad durante los periodos de tiempo en que los mismos se hallen bajo el control o vigilancia del profesorado del Centro, desarrollando actividades escolares o extraescolares y complementarias” (Código Civil, art. 1903; Ley 1/1991)

“Cuando se trate de centros docentes de enseñanza no superior sus titulares podrán exigir de los profesores las cantidades satisfechas, si hubiesen incurrido en dolo o culpa grave en el ejercicio de sus funciones que fuesen causa del daño.” (Código Civil, art. 1904; Ley 1/1991)

Este marco normativo fija, de una manera clara, la irresponsabilidad jurídica del menor (perfil al que responde el alumnado de Bachillerato), que la responsabilidad civil será en todo caso aplicable a la entidad titular del centro, y que el docente será responsable civil subsidiario si, y sólo si, la negligencia queda calificada como grave y la culpa es exclusivamente atribuible a él. Cabe recordar por otra parte que el docente está siempre sujeto a un Reglamento de Régimen Interno del centro y responde ante él como su dador de empleo.

Las responsabilidades exigibles a un centro docente en materia de seguridad vienen recogidas en la LPRL (Ley 31/1995), y se resumen como sigue (nótese que la LPRL denomina de manera general “prevención de riesgos” al concepto que en este Trabajo se denomina “reducción de riesgos”):

- La entidad titular debe aplicar medidas para prevenir, evaluar y combatir los riesgos, planificar la prevención, anteponer la colectividad a la individualidad, considerar las capacidades de cada trabajador, garantizar la formación adecuada del trabajador, mantenerse al día ante la evolución de la técnica, prever los riesgos derivados de distracciones e imprudencias no temerarias, entre otras (Ley 31/1995, Art. 15).
- La entidad titular debe adoptar las medidas necesarias para que los equipos sean adecuados y garantizar elementos de protección individual (EPI) (Ley 31/1995, art. 17).
- La entidad titular debe garantizar la formación del personal en horario laboral (Ley 31/1995, art. 19).
- Cada trabajador debe velar por su seguridad y salud y las de las otras personas involucradas en su actividad según sus posibilidades (Ley 31/1995, art. 29).

Aunque la LPRL no hace mención explícita a los menores bajo relación no laboral, en su texto queda suficientemente claro que todas las medidas organizativas del centro son responsabilidad de la entidad titular, incluida la formación del docente adecuada al cargo, mientras que el docente debe cumplir con las medidas de seguridad y hacerlas cumplir a las personas a su cargo.

A partir de los conceptos desarrollados en este epígrafe, y en relación con los principios de la seguridad y la higiene tratados en el anterior, puede concluirse que las manifestaciones del daño potencial en personas se denominan accidentes, que éstos siempre tienen causas analizables, entre las que destacan las relativas al error humano que, por su parte, es reducible mediante al aprendizaje. Por su parte, los accidentes en el ámbito docente debidos al error humano implican siempre la responsabilidad civil de la titularidad del centro (por la exigencia de una tutela diligente), y sólo en caso de negligencia grave exclusiva del docente, éste puede ser declarado responsable subsidiario. Por último, las obligaciones de la entidad titular del centro para con los docentes y los alumnos, así como las de los docentes para con los alumnos a su cargo, exigen una labor de actualización y mejora continuadas en materia de seguridad. Las ideas aquí desarrolladas son, por lo tanto, coherentes con los objetivos de este Trabajo.

Gestión de riesgos aplicada al laboratorio químico

Los riesgos que pueden estar presentes en un cierto entorno dependen de la naturaleza de las actividades que se desempeñan y los materiales que se emplean en el mismo. Una posible clasificación de los riesgos presentes en el laboratorio químico puede ser en riesgos de tipo mecánico, riesgos de tipo físico no mecánicos y riesgos de tipo químico. Los riesgos de cada uno de estos tipos son enumerados y analizados brevemente en la Tabla 3 (p.19), en la Tabla 4 (p.20) y en la Tabla 5 (p.21), respectivamente. Puede verse que en este ámbito de trabajo existen factores de riesgo físicos particulares, como los derivados del empleo de gases a presión, y de fuentes térmicas y criogénicas. Sin embargo, la tipología de riesgos más característica de este contexto es el de origen químico, derivado de las distintas reactividades de las sustancias manipuladas en el laboratorio (INSHT, 2003d).

Obviando las recomendaciones de buen uso y mantenimiento de los materiales, es destacable que la reducción de la gran mayoría de riesgos presentes en el laboratorio pasa por el adecuado empleo de los EPI, y que en los casos de riesgos más graves se contempla la norma de la manipulación de materiales sólo por personal autorizado. Respecto de la eliminación de riesgos, la vía típica es la supresión radical de la fuente de peligro. Resulta lógico pensar que cada supresión es en la práctica una limitación del campo de trabajo, y que por ejemplo si se suprime radicalmente el uso de reactivos químicos no puede existir la experimentación en química. Sin embargo, el riesgo químico tiene una particularidad: existe frecuentemente la posibilidad de buscar un producto químico alternativo que carezca del peligro a eliminar, y que cumpla razonablemente bien con la función deseada. Este remplazo es uno de los principios de la Química Sostenible, tal y como los describieron Anastas y Warner (1998).

Tabla 3 – Riesgos de tipo mecánico posiblemente presentes en el laboratorio químico

<u>Fuente de peligro</u>	<u>Naturaleza de los riesgos</u>	<u>Métodos de reducción</u>	<u>Métodos de eliminación</u>	(Fuentes)
Material afilado o punzante	Cortes, pinchazos, hemorragias	Buen mantenimiento y uso del material, precaución en tratamiento del material roto, empleo de EPI	No trabajar con material punzante o cortante, no manipular el material roto	(SPRL-UPV, 2004; SPRL-UPV, 2001b; INSHT, 2003c)
Gases a presión	Explosión, percusión, proyección de fragmentos, emisión de gases peligrosos	Buen mantenimiento y uso del material, empleo en ambientes bien ventilados, manipulación por personal autorizado, fijación de las botellas, colocación de válvulas, empleo de EPI	No trabajar con gases a presión	(SPRL-UPV, 2003a; SPRL-UPV, 2003b)
Las que deriven en caídas al mismo nivel	Contusiones, heridas, derrame, contacto con sustancias peligrosas, rotura de material frágil	Precaución en los movimientos, orden y limpieza, despeje de vías de paso, calzado adecuado, empleo de EPI	No existen	(INSHT, 2000a; SPRL-UPV, 2001a)
Operaciones con vacío	Implosión, proyección de fragmentos, formación de mezclas indeseadas	Buen mantenimiento y uso del material, empleo de material específico, empleo de EPI	No trabajar con sistemas de vacío	(INSHT, 2008c)
Operaciones de trasvase	Derrames, contacto con sustancias peligrosas, reacciones indeseadas, emisión de gases peligrosos	Buen mantenimiento y uso del material, correcto etiquetado de los recipientes, información sobre identidad y reactividad de las sustancias, medidas de contención, empleo de EPI	No efectuar operaciones de trasvase	(INSHT, 2008c; INSHT, 2000d)

Fuente: Reelaboración a partir de las citadas en la tabla

Tabla 4 – Riesgos de tipo físico no mecánico posiblemente presentes en el laboratorio químico

<u>Fuente de peligro</u>	<u>Naturaleza de los riesgos</u>	<u>Métodos de reducción</u>	<u>Métodos de eliminación</u>	(Fuentes)
Atmósferas suboxigenadas	Asfixia	Buen mantenimiento y uso del material, ventilación adecuada, trabajo bajo extracción de aire	No trabajar con gases comprimidos inertes	(SPRL-UPV, 2003f; INSHT, 2008e)
Fuentes de ignición	Quemaduras, incendios incluyendo los de sustancias químicas peligrosas	Buen mantenimiento y uso del material, separación de fuentes y materiales inflamables, dispositivos de extinción de incendios. empleo de EPI	No trabajar con fuentes de ignición, sustituirlas por otros sistemas de calefacción	(INSHT, 2008a; INSHT, 2008d)
Fuentes térmicas	“	“	No trabajar con fuentes térmicas	(INSHT, 2008a; INSHT, 2013c)
Sustancias criogénicas	Quemaduras, congelación, derrames, emisión de gases inertes (suboxigenación atmosférica)	Buen mantenimiento y uso del material, manipulación por personal autorizado, medidas de contención, empleo de material específico, confinamiento, empleo de EPI	No trabajar con material criogénico	(SPRL-UPV, 2003f; INSHT, 2008f)
Equipos eléctricos	Electrocución, quemaduras, incendios incluyendo los de sustancias químicas peligrosas, daños a equipos	Buen mantenimiento y uso del material, separación de equipos de líquidos y materiales inflamables, no manipular internamente los equipos, empleo de EPI	No emplear equipos eléctricos	(SPRL-UPV, 2004; INSHT, 2000c; INSHT, 2008b)
Partículas, aerosoles o fragmentos	Lesión ocular, daños por inhalación, incluyendo efectos crónicos	Prevención de la formación de aerosoles, ventilación adecuada, trabajo bajo extracción de aire, empleo de EPI	No emplear sustancias en polvo o granuladas, no trabajar con materiales frágiles	(SPRL-UPV, 2010b; SPRL-UPV, 2010c; INSHT, 2013f)

Fuente: Reelaboración a partir de las citadas en la tabla

Tabla 5 – Riesgos de tipo químico posiblemente presentes en el laboratorio químico

<u>Fuente de peligro</u>	<u>Naturaleza de los riesgos</u>	<u>Métodos de reducción</u>	<u>Métodos de eliminación</u>	(Fuentes)
Sustancias de toxicidad aguda	Daño agudo por contacto respiratorio, oral, ocular, y/o cutáneo	Identificación y buen uso de las sustancias, ventilación adecuada, trabajo bajo extracción de aire, empleo de EPI	No emplear sustancias de toxicidad aguda, sustituir por sustancias no tóxicas	(SPRL-UPV, 2011d; SPRL-UPV, 2014; INSHT, 2013b)
Sustancias de toxicidad crónica	Carcinogénesis, mutagénesis, daños sobre la reproducción, teratogénesis, y/u otros daños crónicos por contacto respiratorio, oral, ocular, y/o cutáneo	Identificación y buen uso de las sustancias, limitación temporal de la exposición, manipulación sólo por personal autorizado, ventilación adecuada, trabajo bajo extracción de aire, empleo de EPI	No emplear sustancias de toxicidad crónica, sustituir por sustancias no tóxicas	(INSHT, 2013a; SPRL-UPV, 2011a; SPRL-UPV, 2011c; SPRL-UPV, 2011e)
Sustancias irritantes y/o corrosivas	Irritación, quemaduras, y/o reacción alérgica por contacto respiratorio, oral, ocular, y/o cutáneo, daños materiales	Identificación y buen uso de las sustancias, ventilación adecuada, empleo de EPI	No emplear sustancias irritantes y/o corrosivas, sustituir por otras no irritantes y/o corrosivas	(SPRL-UPV, 2011b; SPRL-UPV, 2010a; SPRL-UPV, 2003e)
Sustancias reactivas	Reacciones espontáneas, incendios, explosiones, daños derivados de todo tipo	Identificación y buen uso de las sustancias, separación de sustancias incompatibles, empleo de EPI	No emplear reactivos químicos, sustituir una combinación de reactivos por otra compatible	(INSHT, 2008c; INSHT, 2013d; INSHT, 2000b)
Sustancias inflamables	Incendios incluyendo los de otras sustancias químicas peligrosas, quemaduras derivadas	Identificación y buen uso de las sustancias, separación de fuentes térmicas, dispositivos de extinción de incendios, empleo de EPI	No emplear sustancias inflamables, sustituir por otras no inflamables	(SPRL-UPV, 2003c; SPRL-UPV, 2003d; INSHT. 2008a)
Sustancias explosivas	Explosiones, incendios, proyección de fragmentos, daños derivados de todo tipo	Identificación y buen uso de las sustancias, separación de sustancias incompatibles, manipulación sólo por personal autorizado, empleo de EPI	No emplear sustancias explosivas, sustituir por sustancias no explosivas	(INSHT, 2013e; Nano y Rota, 2007)

Fuente: Reelaboración a partir de las citadas en la tabla

Ayora Hirsch (2011) adapta los principios de la prevención (Directiva 89/391/CEE) y propone la siguiente secuencia en la minimización de riesgos desde el punto de vista del gestor principal de la seguridad (quien, como se ha dicho anteriormente, es el profesor en el caso del laboratorio docente):

- ***Impedir la materialización del peligro. (...)***
- ***Adaptar la actividad a las personas (...)***
- ***Tener en cuenta la evolución de la técnica.***
- ***Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro. (...) No aceptar riesgos innecesarios.***
- ***Dar prioridad a las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.***
- ***Dar prioridad a las medidas de control pasivo. (...)***
- ***Dar las debidas instrucciones al personal expuesto. (p.168)***

Recae por lo tanto sobre el profesor la responsabilidad de la toma de decisiones a nivel organizativo en el aula (laboratorio), teniendo en cuenta los riesgos, las herramientas disponibles para su reducción y eliminación, y la normativa vigente.

Desde el punto de vista de los objetivos de este trabajo, el análisis de riesgos del laboratorio y la reflexión sobre cómo se han ido gestionando tales riesgos pueden resultar herramientas didácticas útiles. Adicionalmente, como se desprende del análisis preliminar efectuado, la enseñanza de las buenas prácticas en el laboratorio resulta crucial en la minimización de riesgos.

Normativa aplicable

El establecimiento del marco normativo vigente en seguridad laboral comenzó a nivel europeo en 1989 (Directiva 89/391/CEE; Directiva 89/654/CEE). Esta normativa se aplicó en España a partir de 1995 con la LPRL (Ley 31/1995), y con el RD486/1997, donde se señala, entre otras disposiciones, la obligación del empresario de disponer salidas de emergencia en los lugares de trabajo, de responsabilizarse del mantenimiento de instalaciones y equipos, de equipar el lugar de trabajo con elementos para la lucha contra incendios, de señalizar las zonas de peligro, y trabajar continuamente por la minimización de los riesgos. A raíz de lo dispuesto en la LPRL se regularon también los servicios de prevención, internos o externos a cada empresa, y los principios de su auditoría en riesgos (Real Decreto

39/1997). Además se recomendó expresamente emplear el material del INSHT en materia de prevención donde no existiera normativa aplicable (Real Decreto 39/1997, art. 5).

El desarrollo legislativo posterior ha ido abarcando progresivamente la gestión de la mayor parte de los riesgos señalados en el epígrafe anterior. De esta forma, por ejemplo, se ha normalizado la gestión del riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001), supeditada en este caso al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).

Como se ha mencionado, una tipología de riesgos propia del contexto de estudio es la de aquellos de origen químico. La seguridad del trabajador expuesto a agentes químicos se ha abordado legalmente desde la perspectiva de la prevención a nivel organizativo, incluyendo minimización y vigilancia de la exposición, la formación e información del trabajador, el uso intensivo de EPI, y la tutela efectiva de la salud en prevención (revisiones médicas) y atenuación (primeros auxilios, atención médica) (Directiva 98/24/CE; Real Decreto 374/2001). Los riesgos de carcinogénesis y mutagénesis han tenido un tratamiento especial, y ante estos riesgos los principios de sustitución, limitación de la exposición y vigilancia han adquirido rango legal (Real Decreto 665/1997; Directiva 2004/37/CE). En lo que respecta a la exposición de menores a los agentes químicos, la manipulación de plomo, arsénico, mercurio, acetona, compuestos aromáticos y explosivos por menores fue prohibida ya en 1957 (Decreto de 26 de julio de 1957). Actualmente está prohibida su exposición laboral a sustancias tóxicas, corrosivas, o explosivas, además de a sustancias irritantes o nocivas bajo ciertas condiciones (Directiva 94/33/CE).

Se ha tratado con anterioridad la importancia de los elementos de protección individual o EPI como medios para la reducción de riesgos basada en la prevención. La ley española regula la normalización de los EPI (Real Decreto 1407/1992), insiste en la obligación del empresario de facilitarlos al trabajador y la del trabajador a usarlos (Real Decreto 773/1997, art. 3 y 10), y los enumera de manera no exhaustiva, así como los riesgos y actividades a los que se puede asociar su empleo (Real Decreto 773/1997, anexos I, III y IV). Los EPI de utilidad en el trabajo en el laboratorio químico se recogen en la Tabla 6.

Los productos químicos son objeto de regulación estricta debido a su naturaleza (Real Decreto 1406/1989; Ley 8/2010). El elemento clave para la

Tabla 6 – Elementos de protección individual de utilidad en el laboratorio químico

<u>3. Protección de los ojos y la cara</u>	Gafas Pantallas faciales
<u>4. Protección de las vías respiratorias</u>	Equipos filtrantes de partículas Equipos filtrantes de gases y vapores Equipos filtrantes mixtos
<u>5. Protección de manos y brazos</u>	Guantes contra agresiones mecánicas Guantes contra agresiones químicas Guantes contra agresiones eléctricas Guantes contra agresiones térmicas
<u>6. Protección de pies y piernas</u>	Calzado de seguridad
<u>8. Protección del tronco y el abdomen</u>	Chalecos, chaquetas y mandiles de protección
<u>9. Protección total del cuerpo</u>	Ropa de protección contra las agresiones químicas

Fuente: Real Decreto 773/1997, anexo I

evaluación del riesgo químico es la correcta y completa identificación de los compuestos involucrados en un contexto dado, y por este motivo se han sucedido las distintas normas de clasificación, envasado y etiquetado de productos químicos. En el recipiente de almacenaje y/o transporte de un producto químico deben figurar, bien visibles, sus etiquetas identificativas, normalizadas a nivel internacional. En ellas se recogen, de forma clara, el nombre y al menos un identificador del compuesto, una palabra de advertencia si procede, pictogramas de fácil interpretación acerca de sus peligros principales, y una lista normalizada de los peligros y recomendaciones de seguridad en el uso y almacenaje del compuesto (INSHT, 2012). Debido a que la normativa de etiquetaje anteriormente en vigor en España (Real Decreto 363/1995; Directiva 67/548/CEE) se ha modificado entre 2008 y 2012 para ceñirse a la nueva normativa europea, denominada CLP y obligatoria desde diciembre de 2012 (Reglamento CE 1907/2006; Real Decreto 1802/2008; Reglamento CE 1272/2008), es natural encontrar en un laboratorio recipientes etiquetados bajo ambas normativas. A nivel comercial, el nuevo reglamento dicta que el etiquetado de mezclas según CLP será obligatorio en 2015. Existen herramientas para la elaboración automatizada de etiquetas de acuerdo a la ley, como RiskQuim 5.0 (INSHT, 2013g) En la Figura 1 aparece una etiqueta conforme a la Directiva 67/548/CEE, mientras que en la Tabla 7 se desglosan sus contenidos más relevantes. Por su parte, en la Figura 2 aparece una etiqueta conforme al Reglamento CE 1272/2008, desglosada en la Tabla 8.

La normativa europea también regula la obligación por parte del proveedor de un producto químico de ofrecer hojas de datos de seguridad (Material safety data

sheet, MSDS) (Reglamento CE 1907/2006). Éstas son documentos normalizados a nivel internacional y con información suficiente sobre riesgos y precauciones.

La necesidad de almacenaje de productos químicos ha dado lugar a la regulación de la misma para evitar riesgos por incompatibilidades (reactividad de ácidos con bases, inflamables con comburentes, etc), entre otros (Real Decreto 379/2001). Además, la ley exige la señalización de los lugares de trabajo donde estén presentes riesgos específicos (Directiva 92/58/CEE; Real Decreto 485/1997). En la Tabla 9 se recogen ejemplos de tales señales, aplicables al laboratorio químico.

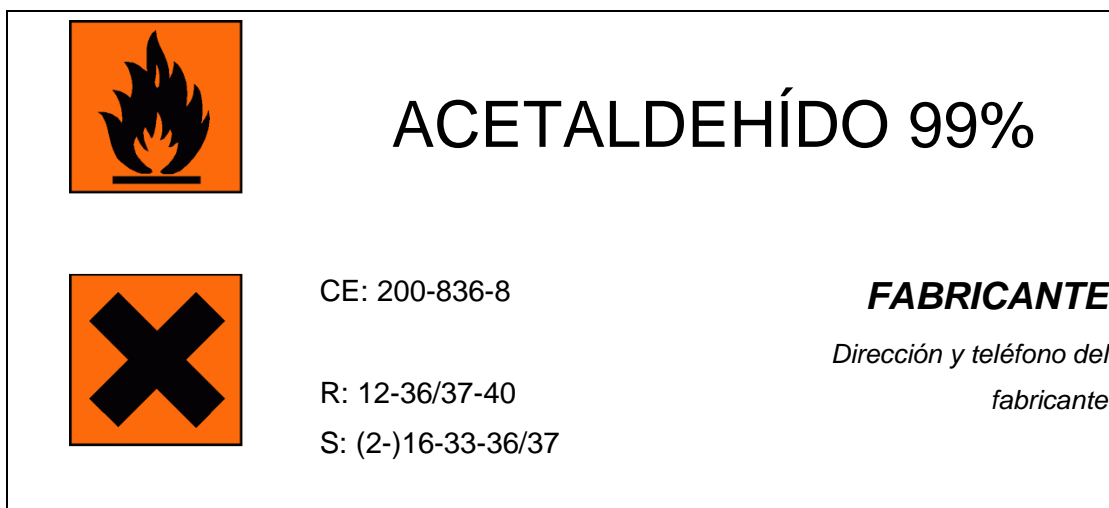


Figura 1. Etiqueta de un recipiente de acetaldehído con la información mínima de acuerdo a la Directiva 67/548/CEE. (Fuente: Elaboración propia a partir de una ficha MSDS (INSHT, 2003a))

Tabla 7 – Identificación de los elementos mínimos de una etiqueta de acuerdo a la Directiva 67/548/CEE

	Explosivo		Corrosivo
E		C	
	Fácilmente inflamable		Extremadamente inflamable
F		F+	
	Tóxico		Muy tóxico
T		T+	
	Peligroso para el medio ambiente		Oxidante / comburente
N		O	
	Nocivo		Irritante
Xn		Xi	

CE: Código identificador

Frases R: Relativas a los riesgos

Frases S: Consejos de seguridad

EJEMPLOS (Ver Anexo C):

R12: Extremadamente Inflamable

S16: Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar

Fuente: INSHT (2003b)

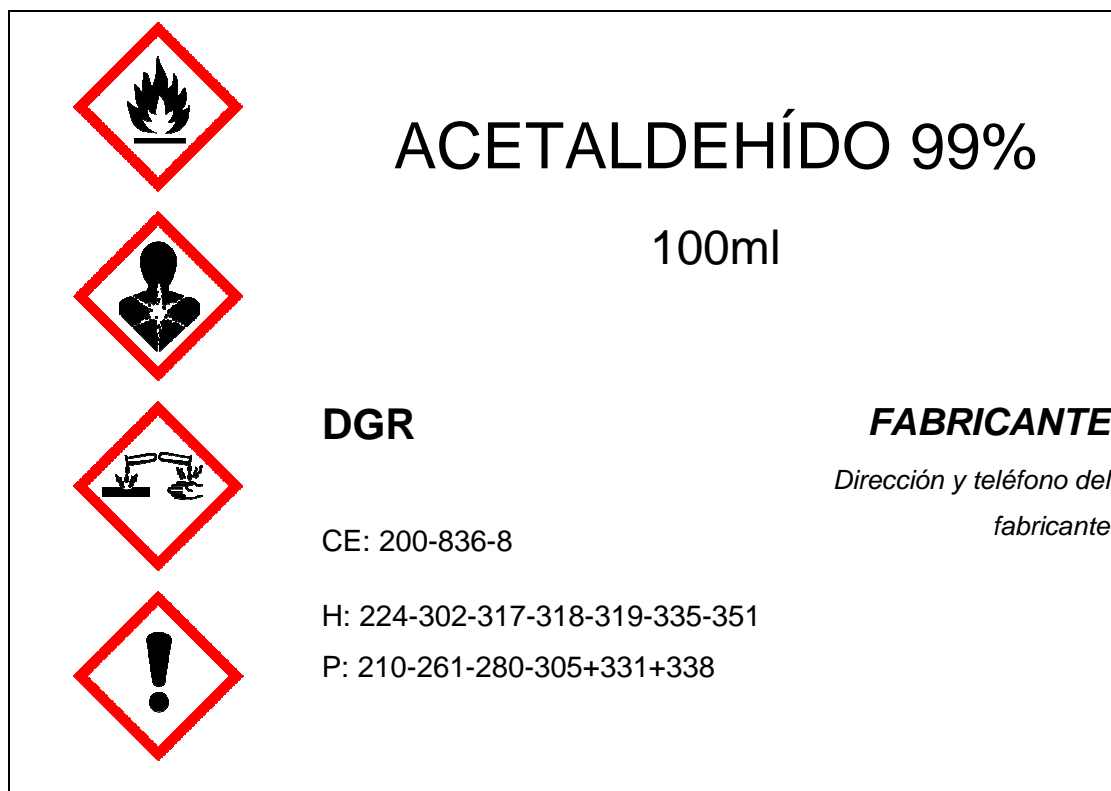


Figura 2. Etiqueta de un recipiente de acetaldehído con la información mínima de acuerdo al Reglamento CE 1272/2008. (Fuente: Elaboración propia a partir de una ficha MSDS (Guidechem, sin fecha))

Tabla 8 - Identificación de los elementos mínimos de una etiqueta de acuerdo al Reglamento CE 1272/2008

	Peligro		Corrosivo		Peligro para la salud
	Inflamable		Gas a presión		Comburente
	Explosivo		Tóxico		Peligro para el medio ambiente

DGR (Danger, peligro), o **WNG** (Warning, atención): Palabras de advertencia

CE: Código identificador






Frases H: Relativas a los peligros
Frases P: Consejos de prudencia

EJEMPLOS (Ver Anexo D):

H224: Líquido y vapores extremadamente inflamables
P210: Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes (El fabricante o proveedor especificarán las fuentes de ignición aplicables). No fumar

Fuente: INSHT (2012)

Tabla 9 – Identificación de los pictogramas de señalización de riesgos de acuerdo a la Directiva 92/58/CEE

	Materias inflamables		Materias explosivas
	Materias tóxicas		Materias comburentes
	Materias corrosivas		Riesgo eléctrico
	Peligro en general		Riesgo de tropezar

Fuente: Reelaboración a partir de Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (sin fecha)

Como puede verse, la normativa en seguridad aplicable al laboratorio químico es extensa y va en aumento. Sin embargo, toda ella está referida al ámbito laboral, y no al docente. Dada la responsabilidad de la entidad titular de un centro docente recogida en el Código Civil y en la LPRL, puede deducirse que toda la legislación en seguridad laboral es de aplicación al ámbito docente, siempre en sus interpretaciones más restrictivas y teniendo en cuenta que se trabaja con menores de edad. En este aspecto en particular, la investigación bibliográfica ha puesto de manifiesto que los menores no deben en ningún caso ser expuestos a las sustancias de riesgo mayor, como las explosivas, las corrosivas y especialmente las tóxicas. Del análisis de riesgos efectuado con anterioridad puede entonces inferirse que si se cumple la normativa vigente, tales fuentes de peligro se eliminan de forma radical, luego los menores no están expuestos a daños por toxicidad aguda o crónica.

Propuestas didácticas en el laboratorio químico

En este epígrafe se trata de establecer un marco conceptual que abarque desde el estudio práctico de la química para estudiantes preuniversitarios, temática general de la asignatura, hasta la didáctica de la seguridad en el laboratorio, objeto concreto de este Trabajo.

Se ha defendido históricamente que la significatividad de las prácticas de laboratorio para los alumnos es baja, y que no logran identificar experimentación con investigación (Stake y Easley, 1978; Tobin y Gallagher, 1987). Merino y Herrero (2007) culpabilizan a las posibles diferencias de percepción entre profesores y al alumnos, y al hecho de que en los currículos actuales el laboratorio tenga un protagonismo marginal. Estos autores defienden el incremento de la significatividad como vía para el aprendizaje, en la línea del constructivismo de Ausubel (1976), e insisten en que el protagonismo del alumno en las prácticas de laboratorio gire en torno a un sistema cíclico de planificación, observación y reflexión.

Cabe destacar que el alumno se encuentra en un entorno novedoso para él y que ofrece la observación directa de la naturaleza, pero que se trata de un entorno originalmente diseñado para la investigación. En esta línea, De Vos y Verdonk (1986) matizan que “un experimento más que imitar a cómo trabajan los científicos debe ser un diálogo entre el observador y el mundo natural alrededor del observador” (p.974). A pesar del protagonismo que se debe dar al alumno, Martín Sánchez y Martín Sánchez (2002) insisten en que el trabajo experimental no es significativo si el docente no guía a éste para efectuar las observaciones y reflexiones adecuadas.

Merino y Herrero (2007) abordan las prácticas de laboratorio de química de Bachillerato en un formato semejante al del caso de estudio, determinando que el agrupamiento óptimo en el laboratorio es de 6 equipos de 3 personas, y argumentando que 6 es el máximo de equipos que puede gestionar un único docente. Estos autores, además, defienden que la labor de los alumnos sea rellenar fichas con campos vacíos, mientras que Martín Sánchez y Martín Sánchez discuten radicalmente esta propuesta, afirmando que la mejor opción es el cuaderno de laboratorio, donde los alumnos recogen sus propias observaciones y responden cuestiones que orientan su reflexión.

Dong, Liu y Yang (2011) afirman que “la condición necesaria para el éxito de la enseñanza experimental es el cultivo de la conciencia en seguridad de los alumnos”

(p.269). El estudio de la seguridad en el laboratorio para no especialistas se aborda comúnmente como una serie de normas dogmáticas a aprender de manera puntual, al inicio del trabajo práctico, con un grado de reflexión muy bajo, y con urgencia por pasar a otras tareas. Zaidman (1992) defiende que la enseñanza de la seguridad en el laboratorio debe integrar la vertiente teórica y la práctica, y relaciona esta faceta práctica con el verdadero objetivo de la educación en seguridad: el desempeño seguro de las actividades. La mayor parte de los autores con interés en el campo de la seguridad en el laboratorio coinciden con Zaidman en sugerir una enseñanza activa de la seguridad (Backus *et al.*, 2012; Gibson *et al.*, 2014; Senkbeil y Crisp, 2004). Reniers *et al.* (2014), en particular, han demostrado recientemente que los conocimientos, las percepciones y las actitudes en seguridad son influenciados a corto plazo por las intervenciones didácticas, pero asimismo señalan que los comportamientos y sus consecuencias se derivan de los anteriores pero no pueden ser influenciados a corto plazo sino que requieren de una intervención continuada y profunda. El modelo en que se basan, denominado KPABC, se muestra en la Figura 3.

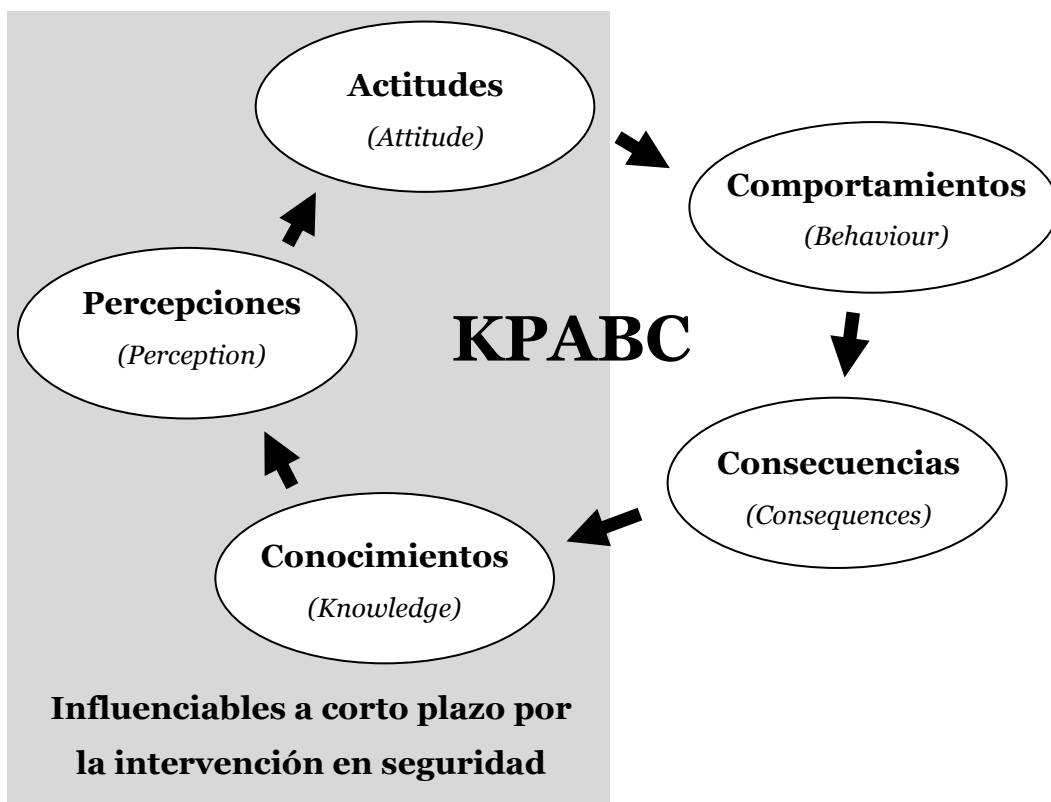


Figura 3. Etapas del modelo KPABC influenciados a corto plazo por la intervención en seguridad. (Fuente: Reelaboración a partir de Reniers *et al.* (2014))

Las propuestas para la didáctica de la seguridad en el laboratorio giran mayoritariamente en torno a la reflexión sobre los riesgos a partir de teoría y práctica, y a la observación crítica de la normativa vigente en seguridad e higiene. Las cuestiones más relevantes que se proponen en la literatura son:

- Impartir lecciones teóricas sobre seguridad, riesgos y normas (Bradley, 2011; Crockett, 2011; Miller, Heideman y Greenbowe, 2000; Senkbeil, 2004)
- Facilitación de material de seguridad, incluyendo material normativo como normas de etiquetado o fichas MSDS (Bradley, 2011; Crockett, 2011; Miller *et al.*, 2000; Senkbeil, 2004)
- Integrar la seguridad en las operaciones de los estudiantes (Dong *et al.*, 2011; Crockett, 2011)
- Verificar la seguridad en el diseño de experimentos (Dong *et al.*, 2011)
- Establecer de protocolos de seguridad, incluyendo normas de actuación ante accidentes (Dong *et al.*, 2011)
- Empleo de temáticas propias de la investigación (Dong *et al.*, 2011)
- Conexiones con la Química Sostenible (Bradley, 2011)
- Reflexiones sobre el entorno del laboratorio, incluyendo análisis de riesgos (Bradley, 2011; Crockett, 2011; Senkbeil, 2004)
- Demostraciones prácticas de la peligrosidad (Senkbeil y Crisp, 2004)
- Establecimiento de castigos ante las infracciones (Crockett, 2011)

Ante estas propuestas, cabe analizar, en el estudio de campo, cuáles se están llevando a cabo actualmente en la asignatura objeto de análisis, y cuáles representan oportunidades potenciales de mejora.

4

METODOLOGÍA

El presente capítulo sirve como descripción del marco espacio-temporal de realización de este Trabajo, además de la metodología empleada para la consecución de cada uno de los objetivos planteados.

Contextualización

Este Trabajo se presenta a la Facultad de Educación de la UNIR como parte de la candidatura al título de Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, especialidad en Física y Química, y corresponde a los 6 últimos créditos de la titulación previstos por la normativa vigente (Real Decreto 1834/2008; Resolución de 6 de marzo de 2014 de la Universidad Internacional de La Rioja).

El estudio de campo descrito en este Trabajo se ha realizado durante el Prácticum del candidato correspondiente a dicho Máster. Las prácticas se han efectuado en el Colegio San José de Calasanz, centro concertado de la ciudad de Valencia, entre los meses de abril y junio de 2014. En este centro se ha impartido, durante el curso 2013/2014, la asignatura de Técnicas de Laboratorio de 2º de Bachillerato, en una adaptación a las áreas de biología y de química (Colegio San José de Calasanz, 2013; González y Mezquida, 2012). La programación de la asignatura contempla el reparto de las 4 horas semanales en 2 horas semanales para cada área, de manera alternada. El candidato ha observado e intervenido en el laboratorio de química de 2 de los grupos, sumando un total de 34 alumnos, bajo la supervisión de la responsable de la asignatura, Dra. M^a Amparo González García.

La investigación bibliográfica según lo expuesto en el apartado de “Justificación de la Bibliografía”, la elaboración del marco teórico, el análisis y discusión de resultados, y la redacción del presente volumen se han realizado

durante los meses de junio y julio de 2014. El marco normativo es el vigente a día 1 de julio de 2014, por lo que se considera que los resultados de este Trabajo podrán ser de aplicación al menos durante el curso 2014/2015.

Materiales y Métodos

Para la elaboración del presente Trabajo se ha tenido a disposición todo el material presente en el laboratorio de química del Colegio San José de Calasanz de Valencia durante la duración del Prácticum del candidato. Asimismo se ha requerido el empleo de un ordenador personal con herramientas de proceso de texto, edición de imagen, hoja de cálculo y acceso a internet, propiedad del candidato. A través de dicho ordenador se ha dispuesto de acceso a la literatura científica de acuerdo a lo descrito en el epígrafe de “Justificación de la Bibliografía”.

La metodología empleada ha incluido la observación global de la asignatura de Técnicas de Laboratorio, incluyendo el laboratorio, el currículo y el desempeño del alumnado, con recopilación de datos acerca de sus conocimientos, destrezas y actitudes, y especial énfasis en las carencias que puedan tener incidencia en su seguridad. En el ámbito de la observación se han recopilado también datos a partir de conversaciones informales y una entrevista estructurada con la profesora responsable de la asignatura (Ver Anexo B). Por último, se ha efectuado una encuesta cuantitativa tanto a los alumnos como a la profesora de la asignatura, encaminada a conocer las percepciones generales en cuanto a los riesgos y al desempeño del grupo en materia de seguridad (Ver Anexo A). Los encuestados han debido valorar una serie de ítems del 1 al 5. Para la elaboración y el análisis se han empleado métodos estadísticos de muestreo (muestra de 29 alumnos sobre 34 totales) e inferencia (intervalos del 95% de confianza para la media poblacional).

En lo que respecta a la intervención en el aula, es destacable que ésta tuvo lugar antes de la elaboración del presente Trabajo, pero de manera simultánea a la observación de la problemática en estudio. En este período se trató de insistir al alumnado para mejorar su alerta de los riesgos, se le propusieron razonadamente buenas prácticas de laboratorio y se le fue progresivamente exigiendo una mayor observancia de las medidas de seguridad. El trabajo realizado durante la intervención en el laboratorio ha servido de orientación sobre las propuestas que son mejor asumidas y seguidas por el alumnado, de cara a la propuesta de intervención sobre los contenidos.

El núcleo central del presente trabajo es dicha propuesta de intervención curricular. Ésta se ha elaborado a partir de los resultados del estudio de campo y sobre todo a partir de una investigación bibliográfica formal, cuyos resultados se han expuesto en el capítulo de “FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA”.

5

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO

En este capítulo se presentan los datos recopilados durante el trabajo del candidato en su Prácticum. Los distintos análisis efectuados son útiles no sólo como evaluación de la gestión de riesgos ya realizada, sino también, y de manera particular, para conocer las necesidades y las potencialidades explotadas y por explotar en la didáctica de la seguridad. Tras exponerse los resultados de los distintos análisis efectuados, se muestran las conclusiones extraídas del estudio de campo.

Análisis del laboratorio químico

El laboratorio químico del Colegio San José de Calasanz cuenta con los equipamientos siguientes:

- 5 bancos de trabajo en grupo, con capacidad para unas 8 personas por banco, con banquetas de asiento redondo, 4-5 por banco, reduciendo su capacidad efectiva (Ver Figura 4, a). Son las posiciones más habituales de los alumnos, donde se realizan la mayor parte de las operaciones y se trabaja en el cuaderno. Las banquetas pueden resultar obstáculos al paso y provocar golpes, caídas y vertidos.
- 4 fregaderos con un grifo de agua corriente cada uno, encimeras, 2 soportes de secado, trapos y botellas de jabón (Ver Figura 4, b). Es la zona de limpieza del material y tiene un riesgo particular de rotura del mismo.
- 1 botiquín de primeros auxilios, con agua oxigenada, alcohol, povidona yodada, pomada desinfectante, tiritas, gasas, vendas, y algodón, gestionado por un servicio de prevención externo.

- 1 armario empotrado en 6 secciones, de las que se usan 2 totalmente y 1 parcialmente para reactivos, separados de acuerdo a la normativa (Ver Figura 4, c), y el resto para otros materiales. Contiene, en recipientes de 20ml a 3L, una amplia variedad de reactivos inorgánicos irritantes, inflamables, ácidos y bases diluidos y concentrados, y varios oxidantes, pero no contiene tóxicos ni explosivos. Contiene cajas de guantes de nitrilo. No cuenta con señalización de riesgos.
- 1 banco, igual que los 5 anteriores, reservado para el material de uso común previsto para cada actividad, incluyendo los reactivos químicos (se intenta evitar la manipulación del armario de reactivos por el alumno), y las balanzas (Ver Figura 5). Se ha observado que en el laboratorio existen reactivos etiquetados según las dos normativas estudiadas, y otros donde el recipiente (provisional) sólo contiene su nombre.
- 1 estantería metálica con herramientas y cajas con material.
- 2 mecheros fijos de gas en cada banco de trabajo en grupo (Ver Figura 6).
- Soportes para rejilla y soportes verticales para montajes.
- Material variado de contención y medida de volúmenes, en vidrio (resistente térmicamente pero frágil) y en menor medida en plástico (resistente mecánica pero no térmicamente), además de material de porcelana (Ver Figura 7).
- Material auxiliar de laboratorio, en papel, plástico, madera y metal.
- Herramientas comunes de trabajo manual, incluyendo tijeras, y pelacables.
- 1 pizarra convencional.
- 1 proyector portátil y una pantalla plegable.
- 4 ventanas al exterior y 2 puertas al pasillo, ambas con cerradura y sin manija exterior, de modo que se impide la entrada de personal no autorizado.
- 1 póster con la tabla periódica de los elementos, en la pared sobre los fregaderos.

Por otra parte, es destacable que en el laboratorio químico observado no existen:

- Estufas ni elementos calefactores distintos de los mecheros fijos.
- Vitrina con extracción, ni equipos de ventilación forzada.
- Lavaojos ni elementos de protección ocular.
- Recipientes a presión.
- Reactivos químicos en cámara frigorífica.
- Material criogénico.
- Mantas ignífugas (han sido encargadas recientemente). Extintor.



Figura 4. Laboratorio químico del colegio San José de Calasanz. a) Vista general. b) Grifos, pilas, soportes de secado, botiquín. c) Detalle del armario de productos químicos. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 5. a) Botellas con productos químicos: 1.- Comercial, etiquetada según el Reglamento CE 1272/2008. 2.- Comercial, etiquetada según la Directiva 67/548/CEE. 3. Provisional, no etiquetada a norma. b) Balanza. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 6. Mecheros fijos en el laboratorio químico del colegio San José de Calasanz. a) Instalación de gas en el laboratorio. b) Detalle de la llave de paso del mechero. c) Mechero con soporte y rejilla. (Fuente: Elaboración propia)

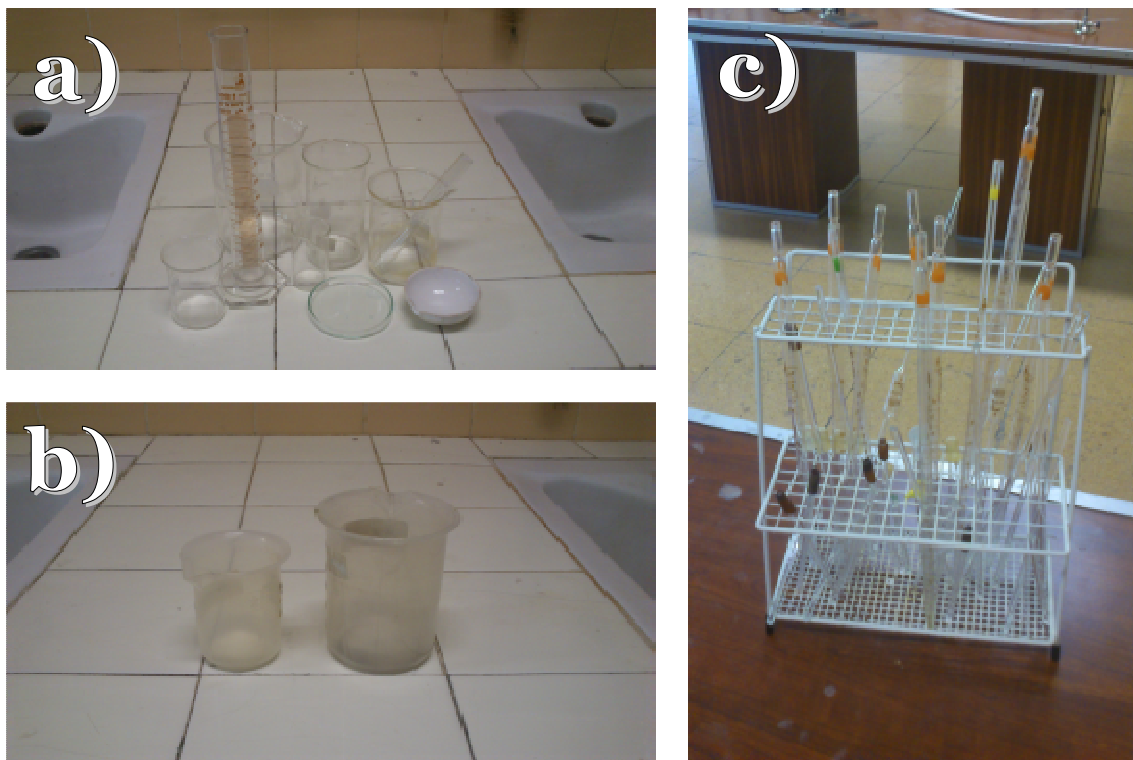


Figura 7. Material de contención y medida de volúmenes. a) Material frágil, de vidrio y porcelana. b) Material mecánicamente resistente, de plástico. c) Gradilla con pipetas graduadas de vidrio. (Fuente: Elaboración propia)

Análisis del contenido curricular

Los contenidos de la asignatura se han analizado a partir de la programación de la misma (Colegio San José de Calasanz, 2013) y del cuaderno de laboratorio que sirve como libro de texto (González y Mezquida, 2012).

Las observaciones más significativas han sido las siguientes:

- El currículo de la asignatura está planteado para desarrollarse en paralelo al de la asignatura de Química de 2º de Bachillerato y servir de refuerzo a la misma.
- A lo largo de la asignatura tienen lugar experimentos que involucran compuestos químicos peligrosos como soluciones diluidas de ácidos, bases y/o oxidantes, un oxidante concentrado (H_2O_2), o gas hidrógeno como producto. Además en varios se calientan mezclas con llama viva usando los mecheros fijos.

- Como se desprendía del análisis del laboratorio, en la asignatura no se emplean nunca sustancias tóxicas, criogénicas, o explosivas, ni gases a presión. El empleo de sustancias inflamables es muy limitado y en ningún caso se propone calentarlas.
- Los ácidos y bases se emplean en la asignatura en estado diluido en agua, de tal forma que según el Reglamento CE 1272/2008 no son sustancias corrosivas sino irritantes. Está previsto que el alumnado nunca manipule los envases con sustancias corrosivas.
- Las destrezas en operaciones básicas se enseñan transversalmente, como contenido de las actividades prácticas.
- La primera unidad didáctica se dedica a las normas de seguridad en el laboratorio, cuyos contenidos incluyen dichas normas, la descripción detallada del etiquetado de reactivos según la Directiva 67/548/CEE (información incompleta por obsolescencia de tal Directiva), y unas actividades de reflexión sobre riesgos y materiales. Esta unidad didáctica está programada para las dos primeras sesiones del curso.
- Las normas de seguridad se recogen expresamente en el cuaderno de laboratorio y se resumen en (González y Mezquida, 2012):
 - ***Llevar puesta la bata en el laboratorio***
 - ***No usar lentes de contacto***
 - ***Llevar el pelo largo recogido***
 - ***No inhalar vapores ni oler de forma directa***
 - ***No abandonar el puesto de trabajo durante una reacción***
 - ***No fumar, comer, beber, llevarse nada a la boca ni bromear con el material***
 - ***En ausencia de información todo compuesto es tóxico y todo orgánico es inflamable***
 - ***Apuntar lejos de las personas al calentar tubos de ensayo y hacerlo en movimiento suave y continuo***
 - ***Conocer los riesgos de todas las sustancias antes de su empleo***
 - ***La limpieza y recogida inmediata de vertidos es obligatoria***

- Tras cada sesión de prácticas tiene lugar otra de puesta en común de resultados para la elaboración personal de un informe de prácticas. Entre las cuestiones planteadas al alumno tras cada sesión de prácticas, aparece recurrentemente el análisis de las posibles fuentes de error aparecidas en cada experimento.
- Se plantean dos sesiones en el curso donde los alumnos de la asignatura asisten en experimentos conocidos por ellos a alumnos menores (de 4º de ESO primero, y más tarde de 2º de Primaria).
- Entre los criterios de evaluación figuran la realización de los informes de prácticas (60%), y las destrezas adquiridas, la participación y planificación de actividades y el respeto al material de laboratorio (40%).

Análisis del alumnado de la asignatura

A continuación se muestran las observaciones más importantes efectuadas durante el trabajo de laboratorio con los alumnos en el Prácticum. Se pretende ir de lo general a lo particular, con exhaustividad, para que el análisis se convierta en una herramienta de mejora.

En primer lugar cabe señalar que la actitud general del alumnado ante la asignatura es muy buena y que éste ha manifestado gusto por la asignatura e incluso que la volvería a escoger como optativa dado el caso. Sin embargo, se ha detectado un cierto distendimiento entre los alumnos, probablemente por no tratarse de una asignatura de aula ordinaria. El distendimiento es patente durante las explicaciones, que no son seguidas convenientemente por algunos alumnos, y tiene como consecuencia la necesidad de reiteración de explicaciones y normas. Las actividades se realizan en grupos de 2 ó 3 personas, y se ha observado que los grupos de 2 personas son más eficientes en el reparto de tareas que los de 3, además de que se distraen menos.

En el desarrollo habitual de las sesiones, cabe señalar que la falta de destreza general es evidente, como lo son los distintos ritmos de aprendizaje. En particular, existen alumnos que se esfuerzan por compensar su falta de destreza aplicando bien los conocimientos adquiridos. El alumnado en general muestra y declara tener una tendencia consciente a la mejora y una actitud favorable al aprendizaje, aunque las actitudes de esfuerzo son dispares.

En lo que respecta a la seguridad, y aunque los resultados también son dispares, se ha observado en los alumnos un bajo grado de reflexividad acerca de las operaciones y los riesgos, y una escasa planificación del trabajo práctico. En consecuencia, en ocasiones tardan en conseguir un reparto efectivo de las tareas. Además, aparece en una parte importante de los alumnos una actitud de prisa, y una tendencia a emplear el mínimo esfuerzo en cada operación, fruto sin duda de la irreflexividad, que les lleva a olvidos en la aplicación de las normas de seguridad y a despistes en el análisis de las situaciones de riesgo. Es común que, al afrontar una determinada operación en el laboratorio, se fijen sólo en el objetivo particular y pretendan ejecutarla en el mínimo tiempo, y con la máxima comodidad, sin analizar alternativas y en muchas ocasiones con una evidente falta de precaución. Aunque cabe señalar que los comportamientos no son nunca deliberadamente temerarios, en muchas ocasiones la actitud de los alumnos aumenta considerablemente los riesgos que asumen.

Entre las conductas de riesgo observadas al menos en una ocasión en el laboratorio se cuentan:

- Falta de cuidado y excesiva celeridad en la realización de un experimento, dando como consecuencia un resultado negativo y la obligada repetición del mismo.
- Trasvase de líquidos sin apoyar el recipiente de destino en la mesa, y/o sin embudo, con resultado frecuente de derrame.
- Abandono de material en posición de equilibrio inestable con riesgo evidente de caída, derrame y/o rotura, como por ejemplo pipetas de 30cm de longitud sobresaliendo de vasos de precipitados de 12cm de alto.
- Abandono de un mechero fijo encendido.
- Vertidos de reactivos no recogidos inmediatamente, incluyendo ensuciamiento de las balanzas.
- Cierre deficiente de recipientes de reactivos.
- Mordisqueo de bolígrafos.
- Intento de pelar un cable con la boca.

- Cercanía excesiva del cuaderno de laboratorio al montaje del experimento o al lugar de operación, resultando en manchado del cuaderno ante la eventualidad de un derrame.
- No empleo de guantes (disponibles) ni gafas (no disponibles).
- Calentamiento de tubos de ensayo en mechero fijo de forma continua.
- Falta de precaución al dirigir el tubo de ensayo que se calentaba hacia otras personas.
- Cerrado deficiente de la bata de laboratorio.
- No recogido del pelo largo.
- Trasvase de sólidos con la mano.
- Operaciones de precisión como medida de volúmenes estando de pie.

Es destacable que no ha habido que lamentar accidente alguno, y que las trasgresiones a las normas de seguridad han sido, en la mayoría de los casos, leves. Sin embargo, la frecuencia de las conductas de riesgo relacionadas con la prisa o la comodidad ha sido alta, dando lugar a numerosos incidentes, fundamentalmente derrames, que en muchos casos eran evitables.

Durante la intervención del candidato en el Prácticum, éste ha desempeñado labores de asistente, ha asistido a los alumnos en el aprendizaje de buenas prácticas de laboratorio, y ha insistido en señalarles los riesgos. Las directrices que ha habido que repetir con mayor énfasis han sido las relacionadas con los trasvases en riesgo de derrame, y con el calentamiento de tubos de ensayo bajo llama.

Se ha observado que con el avance del curso el grado de reflexividad alcanzado por los alumnos ha sido algo mayor, pero esto es atribuible sobre todo a que la insistencia ejercida ha hecho que los alumnos asocien al candidato con la figura del vigilante en seguridad, más que a la propia iniciativa. En las actividades de final de curso con los niños de 2º de Primaria, se ha observado que, como en este caso los alumnos debían de ser los facilitadores para los niños, y tenían un cierto grado de responsabilidad, el nivel de prisa se ha reducido y el grado de vigilancia ha sido mucho mayor. A este respecto se les ha podido dar una gran libertad, excepto a la hora de establecer perímetros de seguridad especiales para el trabajo con el mechero fijo. Es destacable, por último, que las sesiones con los niños fueron exitosas.

Análisis de la responsable de la asignatura

Los datos más relevantes adquiridos en la interacción con la profesora responsable, Dra. González, incluyendo la entrevista estructurada realizada, han sido los siguientes:

- Dña. M^a Amparo González es Doctora en Químicas por la Universidad de Valencia, luego su formación se adapta perfectamente a la docencia de la asignatura, y su experiencia en el laboratorio previa a la docencia era amplia y suficiente.
- No ha recibido formación específica antes de impartir la asignatura. Ha elaborado parte de los contenidos a partir de cursos que ha seguido a título personal, por su propio interés.
- Opina que los fundamentos motivadores para que el centro imparta la asignatura son el más realista acercamiento a la química, la mayor significatividad y la mayor motivación para el alumno.
- Señala que tanto el centro como ella asumen los riesgos derivados porque saben que el enriquecimiento que aporta la asignatura compensa el riesgo residual. Subraya, además, que por comodidad no se impartiría la asignatura, y en esta línea reconoce que sin un cierto grado de tolerancia al riesgo residual sería imposible impartirla.
- Su visión es que el profesor es quien enseña, muestra técnicas, gestiona la apertura y otorga libertades al alumno. Es consciente, además, de que debe ser quien dé unas pautas de trabajo claras y suficientes, puesto que durante la actividad no puede ser vigilante de todos los alumnos a la vez, y que debe reiterar incansablemente las instrucciones de seguridad que sean transgredidas.
- Asume que la total responsabilidad de lo que pueda suceder en el laboratorio recae sobre el docente aunque haya mostrado gran diligencia. Admite desconocer la figura de la responsabilidad civil en el ámbito docente (se procedió a la explicación).
- Opina que la marcha general de las sesiones de la asignatura es buena, que los alumnos muestran gusto por la asignatura, y que la seguridad se mantiene razonablemente bien.

- Señala la tendencia del alumnado a saltarse las normas de seguridad y lo achaca a una cierta relajación impremeditada, y a su percepción de que el riesgo de accidentes es siempre bajo.
- Afirma que los incidentes en el laboratorio son frecuentes de manera inevitable, pero que el accidente es una situación poco habitual, sobre todo porque los alumnos se detienen totalmente ante un incidente y piden ayuda, lo que ayuda a prevenir los accidentes derivados.
- Relaciona los accidentes ocurridos en el pasado con derrames o salpicaduras de ácido. En particular, el accidente más grave ocurrido fue una salpicadura fortuita sobre el brazo desnudo de un alumno, que le causó una quemadura leve pero que requirió atención médica.
- Opina que el peor accidente que puede suceder en el laboratorio es un incendio por mal funcionamiento de los mecheros. En previsión de ello se han cambiado los mecheros este curso, y se han solicitado mantas ignífugas. Ante tal accidente la profesora procedería, por este orden, cerrando la llave de paso del gas, evacuando el laboratorio y atendiendo a las víctimas.
- Opina que la formación específica con respecto a la seguridad es conveniente, y señala que los docentes reciben cursillos del servicio de prevención externo.
- Se muestra dispuesta a recibir más información sobre seguridad e higiene.
- Se muestra favorable a recibir una propuesta de intervención para la mejora curricular de la naturaleza de la que se pretende realizar en este Trabajo.

Análisis de las percepciones

Como se ha introducido en el epígrafe de “Metodología”, este análisis se ha efectuado mediante una encuesta a alumnos y profesora, cuyos resultados se discuten a continuación.

La valoración de las percepciones de los procesos de enseñanza/aprendizaje se muestra en la Figura 8. Tanto profesora como alumnos opinan que la enseñanza en seguridad ha sido muy buena, aunque el aprendizaje percibido del grupo ha sido significativamente menor para todos, y el grado de reflexividad alcanzado ha sido intermedio. Es destacable que la percepción personal de los alumnos sobre su propio aprendizaje es significativamente superior a la que tienen sobre el de sus compañeros, y también a la reflexividad ante los riesgos que reconocen. Estos pueden ser signos de inconsciencia ante lo que desconocen.

Apuntan en esta dirección también varios resultados sobre las percepciones acerca de la adquisición de contenidos en seguridad, mostrados en la Figura 9.

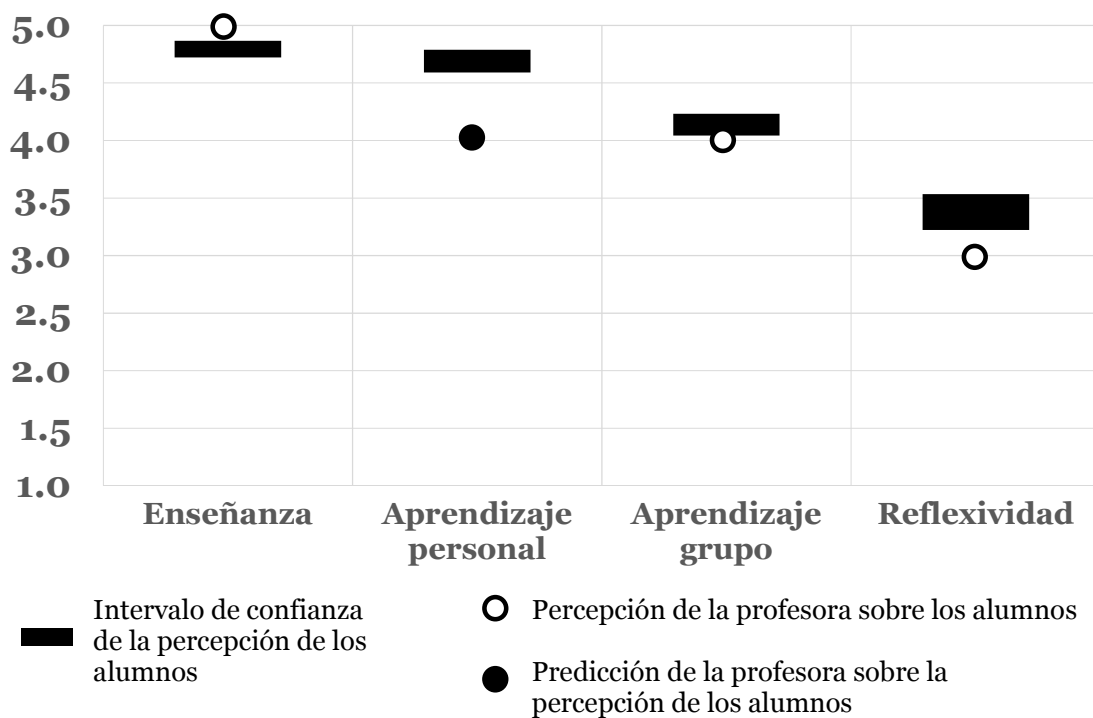


Figura 8. Percepciones sobre los procesos de enseñanza/aprendizaje (Fuente: Elaboración propia)

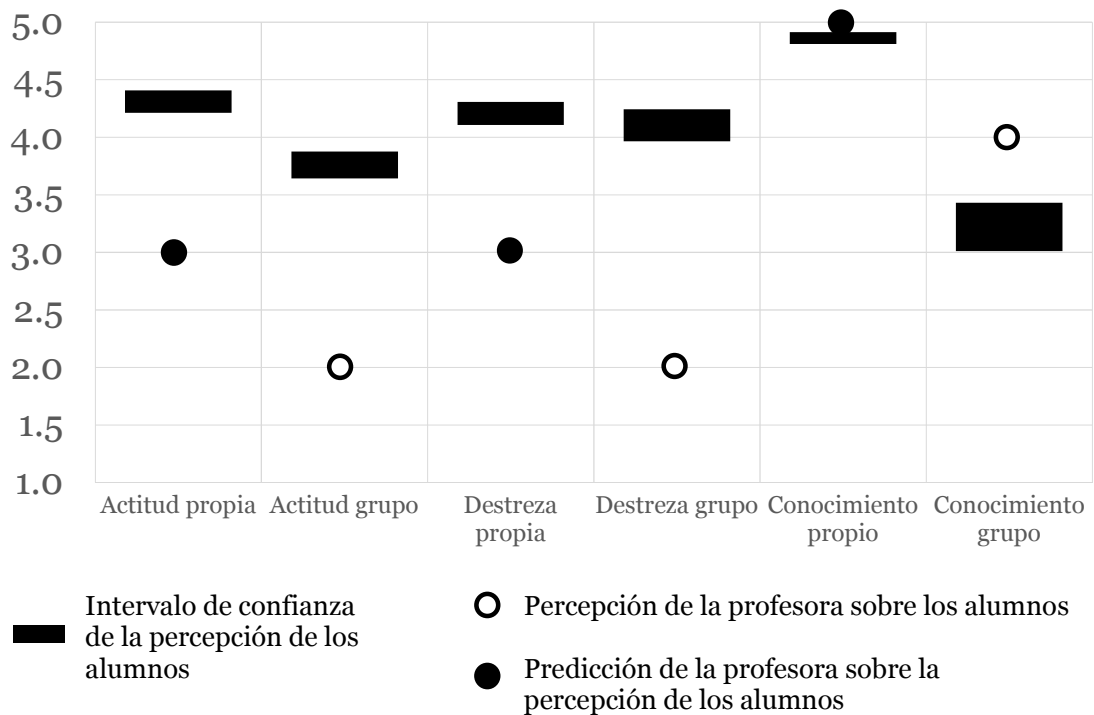


Figura 9. Percepciones sobre el nivel de adquisición de los contenidos en seguridad (Fuente: Elaboración propia)

Es destacable que los alumnos opinan tener muy buenos conocimientos (cosa que la profesora espera) y actitudes en seguridad, significativamente superiores que sus compañeros. Otros resultados relevantes son que la profesora espera que el alumno se declare más competente de lo que es en todo tipo de contenidos, y que opina que las actitudes y destrezas en seguridad de los alumnos son malas en general, mientras que los alumnos las ven buenas.

Los resultados en el nivel de tutela percibida se muestran en la Figura 10. En este caso, mientras que la profesora señala un nivel muy alto de llamadas de atención en seguridad a los alumnos, y espera que éstos hayan percibido tal nivel, los alumnos afirman haberlo notado en general pero de una manera significativamente menor en sí mismos. El nivel de capacidad de los alumnos para tutelarse entre ellos mismos es intermedio, en opinión de todos los agentes, y significativamente menor que la capacidad de la profesora que se deduce de los resultados anteriores. Esto puede ser indicativo de un cierto nivel de dependencia, lo que estaría en concordancia con lo observado en el laboratorio y con la reiteración necesaria en las instrucciones de seguridad declarada por la profesora.

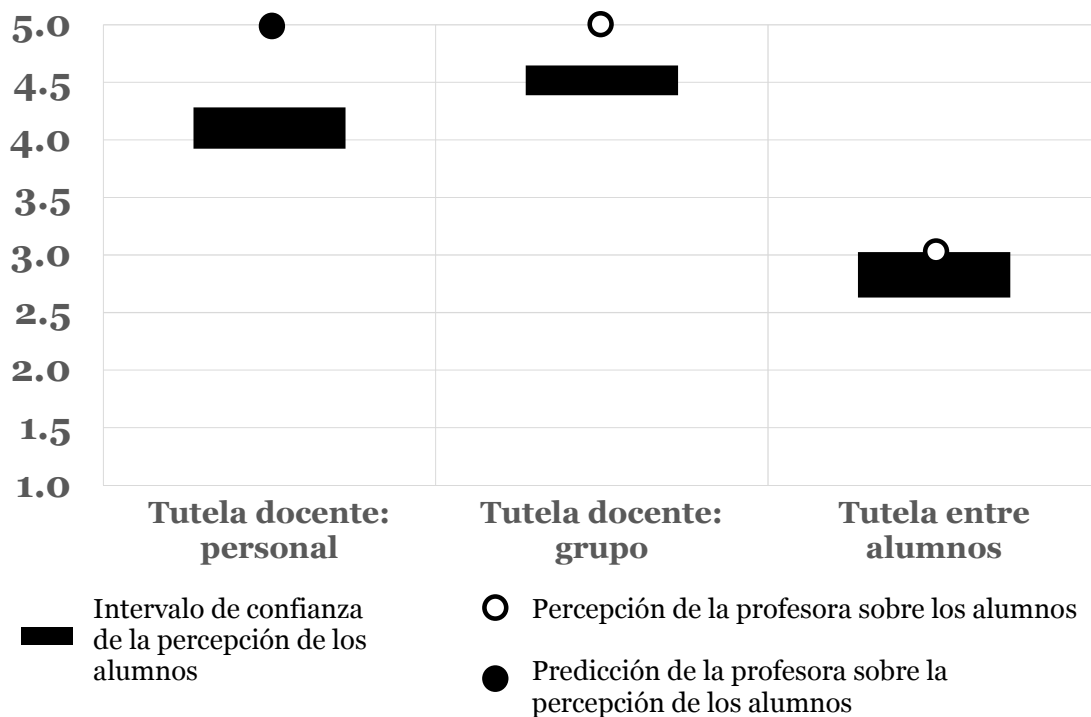


Figura 10. Percepciones sobre el nivel de tutela en seguridad (Fuente: Elaboración propia)

Una parte importante del análisis es la referida al nivel de riesgo percibido a partir de la peligrosidad de los materiales presentes en el laboratorio. Estos resultados se presentan en la Figura 11. Es reseñable que las tendencias generales se han seguido sólo parcialmente, con alumnos y profesora coincidiendo en los materiales poco peligrosos y algunos de los más peligrosos, pero con la percepción de la profesora por encima de la de los alumnos en general. Esta puede ser una señal más de un cierto grado de desconocimiento en los alumnos, y debe relacionarse con la mayor asunción de riesgos de éstos. De una forma particular deben señalarse otras observaciones importantes:

- Los alumnos asignan a los mecheros fijos un nivel de riesgo intermedio, mientras que la profesora los considera el elemento más peligroso, sea en la encuesta como en la entrevista personal.
- La profesora identifica por omisión los líquidos orgánicos como combustibles, como se recoge en las normas de seguridad del curso, y les asigna el máximo nivel de riesgo. Los alumnos piensan que el riesgo de los líquidos orgánicos es sólo intermedio y fallan en la identificación (Ver Figura 11, barras verdes).

- Tanto profesora como alumnos señalan como significativamente más peligrosas las soluciones ácidas que las básicas (Ver Figura 11, barras rojas). La interpretación depende del criterio: si bien es probable que una solución ácida sea efectivamente más dañina, lo cierto es que ambas causan un daño de una naturaleza semejante y deben guardarse el mismo tipo de precauciones.
- Los alumnos otorgan una valoración a los riesgos de los reactivos sólidos significativamente menor que la profesora, y todos ellos dan la misma valoración a los sólidos en general y a los sólidos en polvo (Ver Figura 11, barras amarillas). Puede argumentarse que el riesgo del sólido en polvo es mayor debido al peligro existente de inhalación (SPRL-UPV, 2010c).
- A pesar de que todos los identifican como materiales poco peligrosos, los alumnos perciben el agua destilada como más peligrosa que el agua del grifo de una manera estadísticamente significativa (Ver Figura 11, barras azules).

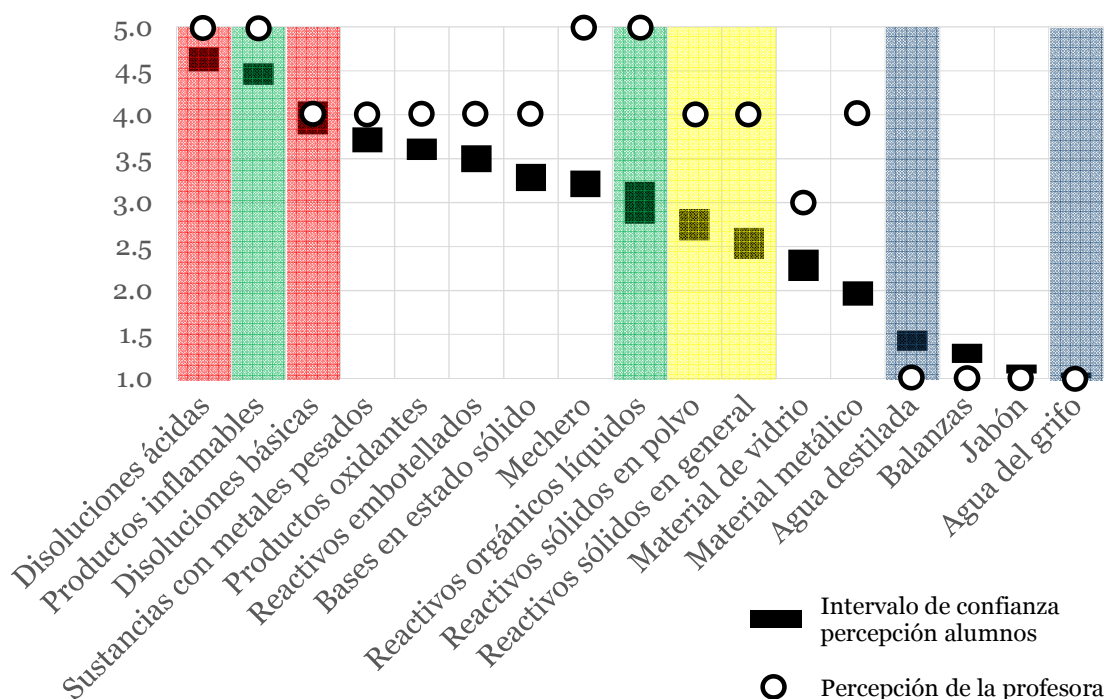


Figura 11. Percepciones sobre el nivel de riesgo de distintos materiales (Fuente: Elaboración propia)

Conclusiones del estudio de campo

Las conclusiones más relevantes de este estudio, y las que deben ser el punto de partida para la realización de una propuesta de intervención realista, son las relacionadas directamente con el alumnado de la asignatura.

En la observación directa se han hecho patentes la relajación de las normas de seguridad menos significativas para los alumnos y la prisa en la ejecución de las distintas técnicas. Estos son los puntos clave a mejorar en el contenido actitudinal en seguridad, y su corrección pasa por el aumento de la reflexividad en los alumnos y la potenciación de la planificación de tareas y técnicas.

Por otra parte, se ha probado que la percepción de riesgos de los alumnos es generalmente menor que la de la profesora, y que la percepción de los alumnos sobre su propio desempeño no sólo es superior a la de la profesora, sino también superior a la percepción que tienen de la competencia de sus compañeros respecto a la seguridad. Con el análisis de las percepciones realizado se ha logrado, por lo tanto, verificar la primera hipótesis de este Trabajo. Las percepciones de los alumnos revelan cierta inconsciencia sobre los riesgos, probablemente por desconocimiento, y una evidente falta de autocrítica. En estos aspectos cabe también tratar de hacer al alumno más reflexivo, no sólo en cuanto a los riesgos en sí sino sobre sus propias aptitudes.

La evaluación de la percepción de riesgos ha puesto de manifiesto también un problema en la identificación de dos de los factores de riesgo más importantes presentes en el laboratorio: el mechero fijo, que es una fuente de ignición y por lo tanto intrínsecamente peligroso, y los reactivos líquidos orgánicos, que no han sido valorados como tan peligrosos como los productos inflamables, cuando se había enseñado a los alumnos que todos los líquidos orgánicos son por omisión inflamables. Ambos problemas, y en menor medida las otras discordancias encontradas, deben ser abordadas mediante un refuerzo efectivo a nivel conceptual.

En la programación del curso existen actividades donde los alumnos se convierten en facilitadores para otros estudiantes menores. Este hecho representa una enorme oportunidad para la puesta en práctica de todo lo aprendido durante el curso, y sobre todo en materia de seguridad. Esto se debe a que:

- Se ha observado que en estas sesiones los alumnos mejoran espontáneamente su grado de reflexividad, planificación y atención al estar

tutelando y enseñando técnicas a otros. Este motivo sugiere el probable interés que tendría aumentar el número de actividades en las que los alumnos se dirigen y vigilan mutuamente, lo que potenciaría también el punto débil observado al respecto de la pobre capacidad de auto-gestión de los alumnos.

- Los protocolos de seguridad aumentan su importancia en estas actividades. Sería interesante que los alumnos estudiaran cuáles protocolos o técnicas de seguridad de entre los que conocen son útiles y/o deben ser intensificados en estas sesiones con estudiantes menores, y que tal estudio quedase recogido en una memoria de prácticas.

Para la verificación de la segunda hipótesis de la investigación cabe recapitular sobre los resultados mostrados en el resto de epígrafes de este capítulo. En primer lugar, el laboratorio químico es un entorno docente particular que constituye un recurso didáctico en sí mismo al favorecer situaciones de aprendizaje. Las posibilidades que ofrece un laboratorio para la docencia en seguridad están fuertemente relacionadas con los equipamientos y materiales disponibles, sobre todo aquellos previstos expresamente para la reducción de riesgos, y aquellos que puedan invitar a la reflexión sobre el tema.

En el laboratorio químico analizado se han encontrado elementos favorables a la seguridad y su aprendizaje como el espacio de trabajo suficiente, una amplia variedad de reactivos químicos almacenados convenientemente, la inexistencia de reactivos prohibidos a menores a excepción de corrosivos, la presencia de un espacio reservado a reactivos de uso frecuente/inmediato para que los alumnos no manipulen los armarios de reactivos y la existencia de botiquín, fregaderos, cajas de guantes, amplias ventanas y puertas sin manilla externa.

Por otra parte, se han encontrado en el laboratorio numerosos ejemplos de fuentes de riesgos a gestionar que pueden ser objeto de reflexión en la asignatura, como las banquetas, el material frágil y/o punzante, la peligrosidad de ciertas herramientas y de los reactivos en general, y de un modo particular los mecheros fijos. También es destacable la inexistencia de ciertos peligros típicos, como compuestos tóxicos o explosivos, material a presión o criogénico y estufas, que suponen la eliminación radical de sus riesgos asociados. Sin embargo, tal inexistencia elimina su potencial didáctico.

Es del todo subrayable la inexistencia de ciertos elementos de protección individual y colectiva en el laboratorio, como ventilación forzada, vitrina con extracción, EPI de protección ocular, lavaojos y extintor. Aunque tales carencias exigen intervención por el centro docente para el ajuste a la normativa vigente, los pormenores de la intervención en protección colectiva exceden los objetivos del presente Trabajo.

El laboratorio presenta además otras importantes oportunidades de intervención para la mejora de la seguridad y su didáctica, en este caso al alcance del docente. Tales oportunidades ponen de manifiesto que el laboratorio puede ser una fuente de ideas para la elaboración de recursos didácticos:

- Señalización de los riesgos de los espacios de acuerdo a la Directiva 92/58/CEE y el Real Decreto 485/1997 (ver Tabla 9, en la p.28).
- Correcto etiquetado, de acuerdo al Reglamento CE 1272/2008 (ver Tabla 8, p.27), de todos los envases de reactivos sin etiquetar del laboratorio.
- Elaboración de un dossier con las MSDS (Reglamento CE 1907/2006) de todos los reactivos, que quede a disposición de todo el personal en el laboratorio.
- Puesta a disposición de todo el personal de las listas de frases R y S (Directiva 67/548/CEE) y de frases H y P (Reglamento CE 1272/2008).

En lo que respecta al contenido de la asignatura, se ha observado el paralelismo con el temario de la de Química, lo que introduce una variedad de contenidos, y sobre todo de compuestos químicos involucrados, que permite el análisis de distintos riesgos químicos a lo largo del curso, si se invita a los alumnos a tal análisis. Por otra parte se consideran aciertos en el planteamiento de la asignatura la no exposición del alumnado a sustancias prohibidas por la ley (tóxicas, explosivas, corrosivas), la eliminación radical de determinados tipos de riesgo (gases a presión, estufas) y el trabajo en grupos pequeños, preferiblemente parejas.

En el caso observado debe valorarse también muy positivamente que existan contenidos en seguridad, y estén recogidos en una unidad didáctica. Ésta ya supone, por sí misma, una mejora respecto del contenido curricular oficial. Resulta destacable la existencia de una lista expresa de normas de seguridad, cuyo contenido es adecuado y funcional, y hace hincapié en los mayores riesgos detectados en el estudio de campo, luego se nota que es en parte fruto de la experiencia docente. En

este sentido debe animarse a que la lista siga siendo objeto de continua revisión y ampliación, y se recomienda incluir normas sencillas y generales de actuación en caso de accidentes, sobre todo los más frecuentes y los más graves posibles. Además el contenido de la lista corre el riesgo de quedar como meramente conceptual (sin ser siquiera objeto de evaluación) y se ha observado que tanto la significancia como el grado de asunción de cada norma para el alumnado son muy dispares. Debería en este sentido implementarse alguna herramienta para asegurar que tales normas se aprenden de manera efectiva por todos los alumnos.

El otro contenido importante es el normativo, relacionado con la identificación de los reactivos y sus riesgos mediante el etiquetado. Cabría proponer en este caso la inclusión de contenidos de acuerdo a las regulaciones vigentes, incluyendo la señalización de peligros y las MSDS, para dar significatividad a las propuestas de recursos en el aula.

La actitud en seguridad no figura como criterio de evaluación en la asignatura mientras que el respeto al material sí, lo cual choca con el principio de protección del personal sobre el material, y de manera más importante abre la puerta a que esta actitud en seguridad se incluya como criterio de evaluación. La inclusión de este contenido actitudinal entre los criterios de evaluación debería ser un incentivo para la forja de un sentido crítico ante los riesgos y el fomento del trabajo pausado y reflexivo. Para poder justificar mejor esta inclusión, sería deseable introducir actividades específicas de reflexión ante los riesgos, posiblemente como contenido transversal y de aparición recurrente durante todo el curso. La variedad de contenidos en la asignatura, ya discutida, es una justificación adicional y a la vez una fuente de riqueza para las actividades de estas características.

Se ha visto que la adquisición de destrezas típicas del trabajo de laboratorio es un contenido propio de todas las unidades didácticas, puesto que cada experimento requiere el empleo de técnicas concretas. Ésta es una buena práctica para la racionalización del tiempo lectivo, pero no permite enfatizar el entrenamiento en las operaciones más arriesgadas ni habitúa al alumno al establecimiento de protocolos de seguridad. Cabría proponer, en este caso, la inclusión de alguna actividad específica en la que se tratara con detalle el protocolo más adecuado para las 2-3 operaciones más sensibles, como contenido procedimental de la unidad didáctica dedicada a la seguridad.

Todo el análisis efectuado y la existencia de márgenes de mejora sirven para verificar la segunda hipótesis de la investigación.

Un último aspecto importante es el análisis efectuado de la profesora responsable de la asignatura. Autores como Richards-Babb *et al.* (2010), Senkbeil (1991) o Hill Jr. (2003) apuntan la posibilidad de que ciertos problemas de seguridad se originen en la deficiente formación o predisposición del docente. El análisis realizado ha revelado que ésta es una persona bien cualificada para el puesto que desempeña, consciente de su rol como gestora del riesgo y comprometida con la mejora continua. Éstas son características totalmente necesarias para su efectividad como responsable en el laboratorio y están en consonancia con la adecuación de la asignatura que ha diseñado e imparte. Por otra parte, de lo anteriormente expuesto se desprende no sólo que su visión de la importancia de la asignatura hace que ésta compense los riesgos asumidos, sino que está expresamente abierta a propuestas de mejora. Todos los factores relacionados con la docente establecen un escenario favorable a la realización de la propuesta de intervención que se presenta en el próximo capítulo.

6

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En este capítulo se efectúa la propuesta de intervención para la mejora del contenido en seguridad que da nombre al presente Trabajo. En el primer epígrafe se trata de poner en contexto las conclusiones alcanzadas, sea en la fundamentación teórica como en el estudio de campo, para poder fijar los límites entre los objetivos a los que se debe aspirar y todo aquello que no es exigible. A continuación se realizan las propuestas relativas a los aspectos más relevantes de la didáctica de la seguridad, y finalmente se muestra y discute la propuesta de mejora de la unidad didáctica relativa a la seguridad en el laboratorio. Se ha optado por esta clasificación por existir contenidos transversales, no identificables exclusivamente con la unidad didáctica propuesta.

Objetivos de la propuesta de intervención

En primer lugar cabe destacar, como se ha indicado con anterioridad, que se pretende realizar una propuesta fundamentada en los resultados de la investigación, que sea realista y bien contextualizada. También se pretende que introduzca contenidos en armonía con la programación didáctica analizada de la asignatura de Técnicas de Laboratorio (Colegio San José de Calasanz, 2013), no exija alteraciones de gran calado en la temporalización ni de los medios y criterios de evaluación, y que sea factible implementarla desde el papel del docente de manera inmediata.

El punto de partida es, como anteriormente se ha comentado, el alumnado. Se sabe, como se ha indicado también, que por lo general le gusta la asignatura y su metodología, luego el formato de la asignatura debe mantenerse intacto ya que crea un entorno favorable. De las carencias observadas en los alumnos,

fundamentalmente actitud de relajación, prisas, olvidos y despistes, lagunas conceptuales y falta de pericia, cabe reforzar los tres tipos de contenidos.

Los contenidos conceptuales deben contribuir al crecimiento de la subjetividad en seguridad del alumno, entendida como la combinación de conciencia y percepción adecuadas. El contenido conceptual debe reforzarse, en primer lugar, con la inclusión de más normas de seguridad internas, y la ampliación del material normativo en seguridad, pero esto sólo atiende a la cantidad, no a la calidad. El objetivo no puede ser buscar la memorización por parte del alumno de normativa alguna, interna o legal, y menos si ésta crece progresivamente. En lugar de eso, debe lograrse que la normativa interna sea razonablemente completa y sobre todo que sea asumida totalmente por el alumno mediante su aplicación y estudio reiterados a lo largo del curso. Acerca del contenido normativo legal, debe conocerse su existencia, su significado, saber cómo consultarlo y hacerlo frecuentemente, nunca memorizarse. El verdadero refuerzo se conseguirá cuando el alumnado asimile los conceptos mediante su significatividad, y la vía debe ser el uso de los mismos. Por otra parte, no se requiere que el alumno sea experto en EPI, conozca riesgos que no pueden darse en el laboratorio (incluyendo los que se derivan en efectos crónicos), conozca los riesgos o la reactividad de los productos químicos sin mirar etiquetas y fichas (más allá de las exigencias de la asignatura de Química), o conozca la teoría de la gestión de riesgos.

El contenido procedimental tiene dos vertientes, la unida a la práctica experimental y la relacionada con el análisis de riesgos. Se asume que el alumno es inexperto en el trabajo de laboratorio y no puede exigirse nunca una plena competencia en un curso preuniversitario de 2h semanales. Lo que sí es exigible es que el alumno se adiestre en la forma más correcta de realizar determinadas operaciones básicas de laboratorio, incluyendo las más comunes y las más críticas desde el punto de vista de la seguridad. Por otro lado, el alumno de 2º de Bachillerato tiene la madurez suficiente para describir los riesgos a su alrededor como herramienta para su propia reflexión, y puede comenzar a entrenarse para tutelar y evaluar a otros mientras permanezca bajo la tutela del docente. Sin embargo, no se puede exigir al alumno que adquiera el rol de gestor autónomo de riesgos (ya que le faltarían conocimientos, destrezas y experiencia para proponer medidas y alternativas realistas de forma exhaustiva), ni el rol del facilitador en etapas tempranas del curso.

La mejora del contenido actitudinal pasa por el aumento del grado de reflexividad y planificación de las operaciones en el alumno, para que no se centre en el procedimiento sino que aplique su conocimiento en la ejecución de cada técnica de la manera más segura posible para sí mismo, el resto del personal y el material. Esto puede conseguirse como fruto de la interrelación con los conceptos y destrezas en seguridad, el aumento de la significatividad de las normas, el mayor uso de las mismas y el establecimiento de protocolos sencillos. Tales protocolos deben nacer de los conocimientos aplicados y fundamentarse en los análisis de riesgos de los alumnos. No se espera que los alumnos elaboren los protocolos de seguridad sin orientación, no se aspira a que se vuelvan completamente autónomos, ni se busca infundir alarma entre ellos. En lugar de eso se busca en los alumnos una actitud consciente, y una percepción de los riesgos realista, que dé lugar a una voluntad de mejora personal.

Los objetivos de la propuesta de intervención pueden resumirse como sigue:

- ***La propuesta debe estar fundamentada y contextualizada, y ser realista y factible desde el punto de vista del docente, sin alterar sustancialmente la programación didáctica.***
- ***Las actividades propuestas deben ser coherentes con el conjunto del curso.***
- ***Se debe buscar ampliar los conocimientos en seguridad asumidos por el alumnado mediante su reiterado uso, sin introducir memorización.***
- ***Se deben reforzar especialmente las buenas prácticas en las operaciones más frecuentes y en las más peligrosas.***
- ***El alumno se debe convertir progresivamente en un analista de riesgos, pero no en un gestor de los mismos.***
- ***El grupo debe poder ir progresivamente autorregulándose en seguridad.***
- ***Las actitudes en seguridad del alumno deben ser la reflexión y la planificación.***

No debe olvidarse que el fin último de toda la didáctica en seguridad no está ni en las normas, ni en las destrezas, ni tan siquiera en la mejora de las percepciones sobre los riesgos. La finalidad de la enseñanza de la seguridad es la de dotar al alumno de herramientas para el desempeño seguro (esto es, con un riesgo residual aceptable) de las actividades presentes y futuras.

Propuesta de recursos didácticos

Se propone poner a disposición del alumnado, para su comprensión y uso frecuente, el siguiente material normativo relativo al etiquetado de reactivos y fichas de seguridad:

- La descripción de las etiquetas, pictogramas y frases de indicación de peligro H y consejos de prudencia P, según el Reglamento CE 1272/2008 (ver Tabla 8, p.27), aparecerá en el cuaderno de laboratorio al igual que ya aparecen las mismas para el Directiva 67/548/CEE (ver Tabla 7, p.26). El objetivo es actualizar y completar la información ya existente y ser material de consulta frecuente.
- Las listas de frases R y S, como figuran en el Anexo C, y las frases H y P, como figuran en el Anexo D, aparecerán anexadas al cuaderno de laboratorio preferentemente, o bien formarán parte de algún tipo de material de posible consulta frecuente general. En este sentido, resultaría muy útil la colocación de un póster en el laboratorio, como el de la Figura 12, preparado por la administración para la difusión de las normas, o el de la Figura 13, difundido por un proveedor comercial de productos químicos.
- Las fichas de seguridad MSDS de los reactivos del laboratorio, conformes al Reglamento CE 1907/2006, deben estar presentes en forma de dossier para la frecuente consulta. Los proveedores tienen las MSDS a disposición del público en formato PDF, como lo hace por ejemplo Sigma-Aldrich (2014). La elaboración de este dossier puede ser colaborativa.
- Los riesgos de los diferentes espacios del laboratorio, sobre todo los armarios de reactivos y los mecheros fijos, deben señalizarse de acuerdo a la Directiva 92/58/CEE y el Real Decreto 485/1997 (ver Tabla 9, en la p.28), de manera que puedan servir de ejemplo para el tratamiento de dicha normativa.

SGA Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos

La aproximación europea

PELIGROS FÍSICOS

Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**	Elementos de la etiqueta ANTIGUO
Explosivos • Explosivos inestables • Explosivos divisiones 1.1 a 1.3 Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos A, B Peróxidos orgánicos, tipos A, B	H200 H201, H202, H203 H240, H241 H240, H241	Peligro (R2, R2)
Explosivos, división 1.4	H204	Sin clasificación
Gases inflamables, categoría 1 Aerosoles inflamables, categoría 1 Líquidos inflamables, categoría 1	H220 H222 H223	Peligro (R12) (R12) (R12)
Líquidos inflamables, categoría 2 Sólidos inflamables, categoría 1 Sólidos inflamables, categoría 2	H225 H226 H228	Peligro (R11) (R11)
Aerosoles inflamables, categoría 2 Líquidos inflamables, categoría 3	H222 H223	Sin símbolo (R10) (R10)
Líquidos peroxidizables, categoría 1 Sólidos peroxidizables, categoría 1 Sustancias/mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables, categorías 1, 2 y categoría 3	H250 H251 H252	Peligro (R17) (R17) (R15) (R15)
Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo B Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos C y D y tipos E y F Sustancias/mezclas que experimentan calientamiento espontáneo, categoría 1 y categoría 2	H241 H242 H243	Peligro (R12) (R12)
Peróxidos orgánicos, tipo B Peróxidos orgánicos, tipos C y D Peróxidos orgánicos, tipos E y F	H241 H242 H243	Contiene (R7) (R7)
Gases comburentes, categoría 1 Líquidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3 Sólidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3	H270 H271, H272 H272, H273	Contiene (R8) (R8, R9) (R8, R9)
Gases a presión • Gas comprimido • Gas licuado • Gas licuado refrigerado • Gas disuelto	H280 H281 H280	Sin clasificación
Sustancias/mezclas corrosivas para los metales, categoría 1	H290	Sin clasificación

PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA

Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**	Elementos de la etiqueta ANTIGUO
Toxicidad aguda, categorías 1, 2 • Oral • Cutánea • Inhalación	H300 H301 H330	Peligro R08 R07 R06
Toxicidad aguda, categoría 3 • Oral • Cutánea • Inhalación	H304 H311 H331	Peligro R05 R04 R03
Mutagenicidad en células germinales, categorías 1A, 1B Carcinogenicidad, categorías 1A, 1B Toxicidad para la reproducción, categorías 1A, 1B STOT*** tras exposición única, categoría 1 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 1	H340 H350 H360 H370 H371	Peligro R46 R45, R49 R60, R61 R59 R48
Sensibilización respiratoria, categoría 1 Toxicidad por aspiración, categoría 1	H334 H304	Peligro R42 R65
Mutagenicidad en células germinales, categorías 2 Carcinogenicidad, categoría 2 Toxicidad para la reproducción, categoría 2 STOT*** tras exposición única, categoría 2 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 2	H341 H351 H361 H371 H373	Atención R68 R40 R62, R63 R68 R68 R48
Toxicidad aguda, categoría 4 • Oral • Cutánea • Inhalación	H302 H312 H332	Atención R02 R01 R00
Corrosión cutánea, categorías 1A, 1B, 1C	H314	Corrosivo R34, R35
Lesión ocular grave, categoría 1	H318	Irritante R41
Irritación cutánea, categoría 2 Irritación ocular, categoría 2 Sensibilización cutánea, categoría 1 STOT*** tras exposición única, categoría 3 • Irritación de las vías respiratorias	H315 H319 H335 H336	Atención R09 R08 R43 R37
• Efectos narcóticos	H336	Sin símbolo R07

PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**	Elementos de la etiqueta ANTIGUO
Peligro para el medio ambiente acuático, agudo, categoría 1 Peligro para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 1	H400 H410	Peligro para el medio ambiente acuático R50 R50/53
Peligro para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 2	H411	Peligro para el medio ambiente acuático R51/53

* Basado en el Anexo I del Reglamento (CE) nº 1272/2008 para todas las categorías de peligro con pictogramas del SG. ** Tomando como base la tabla de correspondencias del Anexo VII del Reglamento (CE) nº 1272/2008. *** Toxicidad específica en determinados órganos (STOT: Specific Target Organ Toxicity)

Figura 12. Póster divulgativo sobre el Sistema Globalmente Armonizado, comparando elementos del etiquetado CLP (Reglamento CE 1272/2008) con los de la antigua Directiva 67/548/CEE (Fuente: INSHT (2010))

TODO LO QUE NECESITA SABER SOBRE CLP

Scharlab PHILIPps LABORATORY GROUP **Scharlau** Una vida diferente

PELIGROS FÍSICOS

Simbolo	Clase de Peligro	Categoría de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro
	Explosivos	H200, H201, H202, H203, H240, H241	H200, H201, H202, H203, H240, H241	H200, H201, H202, H203, H240, H241	H200, H201, H202, H203, H240, H241
	Gases inflamables, líquidos inflamables, aerosoles inflamables	H220, H222, H223, H225, H226, H228	H220, H222, H223, H225, H226, H228	H220, H222, H223, H225, H226, H228	H220, H222, H223, H225, H226, H228
	Gases oxidantes, líquidos oxidantes, aerosoles oxidantes	H250, H251, H252	H250, H251, H252	H250, H251, H252	H250, H251, H252
	Gases corrosivos, líquidos corrosivos, aerosoles corrosivos	H314	H314	H314	H314
	Toxicidad aguda, toxicidad crónica, sensibilización, irritación, etc.	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373
	Peligro para el medio ambiente acuático, agudo y crónico	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411

PELIGROS PARA LA SALUD

Simbolo	Clase de Peligro	Categoría de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro
	Toxicidad aguda, toxicidad crónica, sensibilización, irritación, etc.	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373	H300, H301, H302, H304, H311, H312, H314, H315, H318, H330, H331, H332, H334, H335, H340, H350, H360, H370, H371, H373
	Peligro para el medio ambiente acuático, agudo y crónico	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411

PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Simbolo	Clase de Peligro	Categoría de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro	Indicador de Peligro
	Peligro para el medio ambiente acuático, agudo y crónico	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411	H400, H410, H411

Scharlau, S.L. - Calle Pineda, 23, Pol. Ind. Mar del Sur, 08911 Sant Joan de Vilatorrada - www.scharlab.com - scharlab@scharlab.com - Tel.: +34 91 765 64 00 - Fax: +34 91 771 27 05

Scharlau PHILIPps LABORATORY GROUP **Scharlau** Una vida diferente

Multisovent® HPLC
ACE ISO UV-VIS K.F.
Scharlau HPLC, Reagent grade, ACE, ISO
UV-Vis Technology, Karl Fischer Station
Multisovent

Notas:
• Este pictograma de peligro debe utilizarse únicamente para las categorías de peligro 1 y 2.
• Este pictograma de peligro debe utilizarse únicamente para las categorías de peligro 1 y 2.
• Este pictograma de peligro debe utilizarse únicamente para las categorías de peligro 1 y 2.
• Este pictograma de peligro debe utilizarse únicamente para las categorías de peligro 1 y 2.

Figura 13. Póster publicitario sobre el etiquetado CLP de sustancias y mezclas peligrosas (Reglamento CE 1272/2008) (Fuente: Scharlab (2011))

- Aunque son recipientes para uso interno y por lo tanto su etiquetado no es obligatorio, todos aquellos recipientes cerrados de uso provisional para reactivos pueden servir como recurso didáctico para el aprendizaje del etiquetado. Éste se haría según el Reglamento CE 1272/2008 (ver Tabla 8, p.27), en los envases de reactivos sin etiquetar del laboratorio.
- Para reforzar la seguridad del alumnado y poder subrayar la importancia de los EPI como herramienta de reducción de riesgos mediante la prevención, éste debe emplear más los guantes y pasar a emplear gafas de protección o cubregafas. Las normas establecerán las situaciones de empleo obligatorio y otras recomendaciones.

Propuesta de normas de seguridad

A la lista de normas de seguridad recogida en el cuaderno de laboratorio (González y Mezquida, 2012) y analizada en el estudio de campo, se proponen las siguientes adiciones:

- ***Emplear guantes en toda operación de laboratorio que involucre productos químicos, especialmente trasvases, mezclas, y limpieza del material.***
- ***Emplear gafas de protección o cubregafas en toda operación de laboratorio que implique riesgo de salpicadura, especialmente trasvase de líquidos y calentamiento en tubo de ensayo, incluidas las personas que se encuentren en las proximidades.***
- ***Realizar todas las operaciones de trasvase de líquidos sentados.***
- ***No dejar un mechero encendido sin vigilancia.***
- ***Apoyar el material en las mesas sin dejarlo en equilibrio (p.ej.: pipetas).***

A continuación se propone una lista de normas de actuación en caso de accidentes, para complementar la anterior:

- ***En todo caso de accidente avisar a la profesora.***

- ***En caso de incendio controlable, cerrar la llave de paso de gas y extinguir el incendio según las indicaciones de la profesora.***
- ***En caso de incendio incontrolado, cerrar todas las llaves de paso de gas y evacuar el laboratorio, bajando por las escaleras. El punto de encuentro será el patio porticado.***
- ***En caso de quemadura, enfriar la zona afectada con abundante agua del grifo y pedir ayuda. No emplear la boca.***
- ***En caso de corte, lavar la herida con agua del grifo y pedir ayuda. No emplear la boca.***
- ***En caso de salpicadura de ácido, secar la zona bien con papel antes de enfriar con agua si aparece quemadura. No emplear la boca.***
- ***En caso de contacto con cualquier otro reactivo, lavarse bien con agua y jabón. No emplear la boca.***

La propuesta se cierra con una breve lista de recomendaciones, de rango inferior a las normas:

- ***Emplear guantes y gafas de protección durante todo el desarrollo de los experimentos.***
- ***Planificar en equipo las operaciones a realizar y el reparto de tareas.***
- ***Mantener los cuadernos de laboratorio alejados del montaje de los experimentos.***
- ***Consultar las fichas de seguridad (MSDS) de los compuestos que se van a emplear en cada práctica.***
- ***Acostumbrarse a realizar una verificación personal y sobre los compañeros de equipo de que se están cumpliendo todas las normas de seguridad.***
- ***Trabajar sin prisa para evitar errores y posibles accidentes.***

Aunque se ha aumentado considerablemente la lista de normas y recomendaciones, esto no debería suponer un problema puesto que no se trata de material de estudio a memorizar sino de uso común, y además se le pretende dotar de significatividad mediante el empleo frecuente y las interrelaciones.

Propuesta de criterios de evaluación

En consonancia con lo discutido a lo largo de este Trabajo, y para dar relevancia a las normas de seguridad e implicar al alumnado, a los criterios de evaluación recogidos en la programación de la asignatura (Colegio San José de Calasanz, 2013) se propone añadir el siguiente:

- ***Mantener la atención ante los riesgos y respetar las normas de seguridad en el laboratorio.***

De manera que en la fracción (40%) de la nota correspondiente a actitudes y destrezas se incluya expresamente el ajuste a este criterio, con un valor no inferior al 10% sobre la nota final de cada evaluación.

Propuesta de actividades

A continuación se enumera, describe y contextualiza brevemente una serie de actividades para la didáctica de la seguridad aplicables al caso de estudio. Las que deben tomarse como parte de la propuesta son las actividades A-E. Éstas contienen cuestiones derivadas a resolver por el alumno, que se recogen en el Anexo E. El resto de actividades en la lista se muestran como sugerencias de refuerzo, pero no deben considerarse parte de la propuesta.

- **Actividad A:** Basada en la actividad ya existente en la programación y el cuaderno actuales. Consiste en la presentación de las nuevas normas recomendaciones y contenidos normativos en seguridad, y en la reflexión sobre los mismos. Es propia de la unidad didáctica de “Seguridad y normas de laboratorio”.
- **Actividad B:** Consiste en la primera toma de contacto con el material y las operaciones básicas de laboratorio más relevantes. Es propia de la unidad didáctica de “Seguridad y normas de laboratorio”. Se aprovechan los 5 bancos de trabajo disponibles en el laboratorio para colocar 5 grupos de materiales para que los equipos realicen por turnos las siguientes prácticas:
 - o Calentamiento de agua con mechero en un tubo de ensayo: Se practica el protocolo de seguridad, que incluye uso de pinzas, delimitación de un espacio libre de personal por un operador y un

asistente, y direccionamiento del tubo de ensayo hacia dicho espacio libre. Deben compararse los efectos del calentamiento rápido y lento sobre el control de la operación.

- Interpretación de etiquetas y fichas de seguridad: Dado un envase de reactivo etiquetado bajo la Directiva 67/548/CEE, otro bajo el Reglamento CE 1272/2008, y otro sin etiquetar pero del que se dispone de la ficha de seguridad (al menos uno sólido y al menos uno líquido orgánico), describir los tres compuestos, así como las precauciones a tomar ante los riesgos que presentan.
- Trasvase de sólidos: Dados tres reactivos sólidos, al menos uno en polvo y otro granulado, y una variedad de espátulas, efectuar operaciones de pesaje de cantidades dadas, en tubo de ensayo, pliegue de papel y/o vidrio de reloj, y trasvasar a un vaso de precipitados vacío. Reflexionar sobre las mejores técnicas y herramientas en cada caso.
- Trasvase de líquidos: Dado un bote, botella o vaso grande (preferiblemente más de un litro, y de boca ancha) lleno de agua del grifo, una serie de vasos de precipitados (vacíos) de menor volumen, varios matraces Erlenmeyer, varios embudos de distintos tamaños, y una bureta, y un rollo de papel absorbente, intentar llenar la bureta en una sola operación, y luego en dos pasos, y luego en tres pasos. Anotar observaciones.
- Medida de volúmenes: Dado un recipiente grande lleno de agua del grifo, y material de contención y medida incluyendo al menos una pipeta de 5ml/10ml, un matraz aforado de 100ml y tres matraces Erlenmeyer de 250ml, introducir volúmenes de 47, 114 y 228ml en los matraces y explicar cómo se ha hecho.

- **Actividad C:** Es una cuestión en la que se pide señalar los riesgos presentes en cada práctica, de la misma manera que se hace actualmente con las fuentes de error, y debe incluirse en todas las memorias de prácticas. Es la actividad que tiene un mayor potencial de invitar a la reflexividad en seguridad al alumno de una manera transversal en la programación del curso. Al presentarse junto a la cuestión sobre las fuentes de error, la reflexión en ambas se complementa y potencia.

- **Actividad D:** Pertenece a la unidad didáctica de “Seguridad y normas de laboratorio” pero se temporaliza aparte, preferiblemente hacia la mitad del curso, antes de la sesión con los alumnos de 4º de ESO, cuando ya el alumnado ha adquirido cierta destreza y se le presupone un cierto nivel de respeto a las normas. En una práctica cualquiera de otra unidad didáctica, que sea claramente divisible en dos mitades, en la primera mitad un equipo ejecuta una práctica mientras otro se limita a observarle y a anotar los riesgos que corre, y los errores e infracciones que comete, así como valora la planificación de tareas que efectúa. En la segunda mitad se invierten los roles. La observación del otro equipo tiene una breve memoria de prácticas aparte, con sus propias cuestiones, y es objeto de evaluación.

- **Actividad E:** Pertenece a la unidad didáctica de “Seguridad y normas de laboratorio” pero se temporaliza aparte, preferiblemente hacia el final del curso, cuando el nivel alcanzado por los alumnos es máximo, y previamente a la sesión con los niños de 2º de Primaria. Para realizar una práctica de otra unidad didáctica, que sea claramente divisible en dos mitades, cada uno de dos equipos se prepara una mitad y la debe explicar al otro, incluyendo medidas de seguridad. El equipo que ha recibido la explicación ejecuta la práctica mientras el otro le asiste, y después se intercambian los roles. La actividad tiene su propia memoria de prácticas, breve, incluyendo las observaciones efectuadas y cuestiones de reflexión desde el punto de vista de cualquiera de los dos roles.

- **Actividad F:** Se plantea como actividad de refuerzo pero no como parte de la propuesta curricular. Consiste en la realización por parte del alumnado de etiquetas para los envases sin etiquetar a partir de las fichas de datos de seguridad. Puesto que se convierte en un ejercicio repetitivo de copia con un bajo grado de reflexividad, el interés es limitado.

- **Actividad G:** Se plantea como actividad de refuerzo pero no como parte de la propuesta curricular. Consiste en la realización colaborativa del dossier de fichas MSDS del laboratorio. Su interés reside en que se fomenta el empleo de TIC y herramientas de búsqueda, y es una manera rápida y racional de elaborar dicho dossier. Sin embargo, la significatividad es baja y el trabajo repetitivo. Si el dossier incluyese fichas en lengua inglesa, se requeriría anexarle un glosario de términos.

Propuesta de unidad didáctica: Seguridad y normas de laboratorio

Las actividades y recursos propios de la introducción al trabajo y a las normas del laboratorio se han unido a los ya existentes en la asignatura para dar lugar a la unidad didáctica de “Seguridad y normas de laboratorio”, que se propone como remplazo de la unidad didáctica “Normas de seguridad para la estancia en el laboratorio”, actualmente presente en la asignatura (Colegio San José de Calasanz, 2013). Puede verse la programación de la unidad didáctica propuesta en el Anexo F.

Esta unidad didáctica está previsto que se imparta en las dos primeras sesiones del curso, como la unidad didáctica original, para no afectar al resto de la programación. Sin embargo, tiene la particularidad de tener dos actividades extra, temporalizadas fuera de dichas dos sesiones, que deben tener lugar más tarde en el curso, intercaladas con otras. Las aportaciones más relevantes son:

- La presentación de las nuevas normas de seguridad y recomendaciones para el laboratorio.
- La indicación de que la seguridad y el cumplimiento de las normas va a ser objeto de evaluación como se recoge expresamente en la nueva programación.
- La presentación del material normativo en seguridad, incluyendo el etiquetado según la Directiva 67/548/CEE y el Reglamento CE 1272/2008, la señalización de espacios y las MSDS.
- Las actividades A y B, según aparecen en el epígrafe anterior, para tomar el contacto con las normas y operaciones de laboratorio más importantes.
- La actividad D, también descrita anteriormente, que se realiza simultáneamente con alguna de las actividades ordinarias de la primera mitad del curso, y antes de la sesión con los alumnos de 4º de ESO, con el objetivo de que los alumnos se analicen entre sí, en los riesgos que toman y los errores que comenten.
- La actividad E del epígrafe anterior, que se realiza simultáneamente con alguna de las últimas actividades cercanas al final de curso, y antes de la sesión con los alumnos de 2º de Primaria. Esta actividad tiene el objetivo

de practicar y reflexionar sobre el rol del facilitador que se debe desempeñar más tarde en la actividad con los pequeños, una vez se ha adquirido la suficiente destreza.

Como sucedía con el contenido de la anterior, la mayor parte del contenido de la unidad didáctica propuesta no se evalúa directamente, sino de forma indirecta a través de las actitudes adquiridas. Una diferencia notable es por lo tanto que las actitudes en seguridad vayan a ser evaluadas expresamente en toda la asignatura a lo largo del curso.

La mayor diferencia es que la inclusión de actividades novedosas temporalizadas externamente al cuerpo de la unidad didáctica, con el objetivo de fomentar la reflexión del alumno sobre los conocimientos, destrezas y actitudes adquiridos, y como preparación para la importante actividad de final de curso con 2º de Primaria.

En resumen, se han ampliado los contenidos de la unidad didáctica ya existente, incluyendo una actividad de toma de contacto con las técnicas más usuales, y dos actividades más, de reflexión y tutela, repartidas a lo largo del curso.

7

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La limitación fundamental del presente Trabajo reside en el breve tiempo con el que se ha contado para la observación del alumnado y el desarrollo de la asignatura.

En este sentido, hubiera sido interesante seguir la evolución de los grupos de alumnos durante todo el curso escolar, con el objetivo de poder observar las mejoras en su desempeño desde el primer día y posiblemente haber efectuado la encuesta de percepciones al comenzar y al finalizar el curso, y no sólo al final del mismo. Por otra parte, la observación durante todo el curso escolar hubiera permitido conocer de primera mano el desarrollo de toda la programación didáctica de la asignatura, evitar imprecisiones y en particular observar el desarrollo de la primera unidad didáctica en su forma habitual. Resulta indudable, además, que en un periodo de tiempo mayor se hubieran podido detectar más dificultades en los alumnos, y hubiera sido posible comenzar con la implementación de la propuesta para retroalimentar la investigación.

8

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Conclusiones

A lo largo del presente Trabajo de Fin de Máster, se ha conseguido poner en contexto y dar fundamento a una propuesta razonada de mejora para el contenido curricular relativo a la seguridad en la asignatura de 2º de Bachillerato. Tal objetivo principal se ha logrado mediante la consecución de todos los objetivos particulares y tras la verificación de las hipótesis de partida.

Se ha contextualizado el problema observado y se ha procedido a dar una fundamentación teórica suficiente en materia de gestión de riesgos aplicada al laboratorio químico docente. Se han establecido los conceptos clave y se ha fijado el marco legal, además de observarse brevemente las estrategias más relevantes para la didáctica de la seguridad.

Se ha realizado un trabajo de campo de análisis del entorno, de la asignatura, del alumnado y de la docente. Se han observado las carencias en conceptos, actitudes y destrezas de los alumnos, se han establecido los puntos fuertes y débiles en el planteamiento de la asignatura y con todo ello se ha demostrado sea la primera hipótesis, relacionada con las percepciones de riesgos insuficientes en el alumnado, como la segunda, relacionada con el margen de mejora de los contenidos curriculares. Se ha determinado, además, que la docente es muy apta para su empleo y se muestra favorable a la intervención.

Por último, se ha cumplido con el objetivo principal mediante el establecimiento de unos objetivos razonados para la intervención, y mediante el planteamiento de una propuesta basada sea en la fundamentación teórica como en el estudio de campo. Se ha alcanzado una propuesta que abarca contenidos teóricos, recursos, actividades, y el rediseño de la unidad didáctica dedicada a la seguridad.

Perspectivas

La aspiración más clara con la que nace una propuesta de intervención didáctica razonada y contextualizada es la de ser implementada de manera inmediata. De esta forma, entre las perspectivas futuras que se desprenden de este Trabajo, la más directa es la aplicación de la propuesta. Ésta debería servir para verificar su factibilidad a corto plazo, y también para verificar su efectividad a medio-largo plazo. Lógicamente, una vez implementada la propuesta, comenzaría inmediatamente un periodo de evaluación y rediseño de la misma, con el objetivo de continuar el proceso de mejora de manera ininterrumpida.

Por otra parte, y fuera del ámbito estrictamente docente, las carencias detectadas en el laboratorio químico estudiado deberían ser abordadas por un equipo multidisciplinar dirigido por un experto en prevención de riesgos laborales, trabajando a instancias de la entidad titular del centro. Toda mejora introducida en la seguridad del laboratorio a cualquier nivel redundaría, como se ha argumentado, en una mejora de la seguridad y al mismo tiempo en un aumento de las posibilidades para su estudio.

9

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- Anastas, P. y Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Nueva York: Oxford University Press.
- Ausubel, M.P. (1976). *Psicología Educativa*. México, D.F.: Trillas.
- Ayora Hirsch, A. (2011). *Gestión del Riesgo en Montaña y Actividades al Aire Libre*. Madrid: Desnivel.
- Backus, B., Fivizzani, K., Goodwin, T., Finster, D., Austin, E., Doub, W., Wiediger, S.D., y Kinsley, S. (2012). Laboratory Safety culture: Summary of the chemical education research and practice- Safety in chemistry education panel discussion at the 46th Midwest and 39th Great Lakes Joint Regional ACS Meeting, St. Louis, Missouri, on October 21, 2011. *Journal of Chemical Health & Safety*, 19 (4), 20-26.
- Bradley, S. (2011). Integrating safety into the undergraduate chemistry curriculum. *Journal of Chemical Health & Safety*, 18 (4), 4-10.
- Colegio San José de Calasanz. (2013). *Programació didàctica de Tècniques de laboratori de física i química*. Valencia: Material no publicado.
- Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. (sin fecha). *Señales en formato GIF*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/educacion/salud/com/jsp/contenido.jsp?pag=/salud/contenidos/PlanDeAutoproteccion/CD/SenalesGIF&seccion=26>
- Crockett, J.M. (2011). Laboratory safety for undergraduates. *Journal of Chemical Health & Safety*, 18 (4), 16-25.

Decreto 102/2008, de 11 de julio, del Consell, *por el que se establece el currículo del bachillerato en la Comunitat Valenciana*. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 5806, de 15 de julio de 2008, 71303-71547.

Decreto de 26 de julio de 1957, *por el que se regulan los trabajos prohibidos a la mujer y a los menores*. Boletín Oficial del Estado. 26 de agosto de 1957

De Vos, W., y Verdonk, A. H. (1986). A New Road to Reactions. Part 3: Teaching the heat effect of reactions. *Journal of Chemical Education*, 63 (11), 972-974.

Directiva 67/548/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1967, *relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L196, de 16 de agosto de 1967, 1-5.

Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, *relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L183, de 29 de junio de 1989, 1-15.

Directiva 89/654/CEE del Consejo, de 30 de noviembre de 1989, *relativa a las disposiciones mínimas en seguridad y salud en los lugares de trabajo*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L393, de 30 de diciembre de 1989, 1-12.

Directiva 92/58/CEE del Consejo, de 24 de julio de 1992, *relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L245, de 26 de agosto de 1992, 23-45.

Directiva 94/33/CE del Consejo, de 22 de junio de 1994, *relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo*. Diario Oficial de la Unión Europea, L216, de 20 de agosto de 1994, 12-27.

Directiva 98/24/CE del Consejo, de 7 de abril de 1998, *relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*. Diario Oficial de la Unión Europea, L131, de 5 de mayo de 1998, 11-30.

- Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, *relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo*. Diario Oficial de la Unión Europea, L158, de 30 de abril de 2004, 50-76.
- Dong, Y., Liu, L. y Yang, J. (2011). Cultivation of Safety Consciousness in the Teaching of Chemistry. *Asian Social Science*, 7 (3), 269-271.
- Gibson, J., Schröder, I. y Wayne, N. (2014). A research university's rapid response to a fatal chemistry accident: Safety changes and outcomes. *Journal of Chemical Health Safety*, 703, 1-18.
- González, M.A., y Mezquida, M.T. (2012). *Técnicas de Laboratorio de 2º de Bachillerato*. Valencia: Autoeditado.
- Guidechem. (sin fecha). *Acetaldehyde (cas 75-07-0) MSDS*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.guidechem.com/cas-75/75-07-0.htm>
- Hill Jr., R. (2003). Getting safety into the chemistry curriculum. *Journal of Chemical Health & Safety*, 10 (2), 7-9.
- INSHT (2000a). *Caídas al mismo nivel*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_01.pdf
- INSHT (2000b). *Etiquetado de productos químicos peligrosos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_08.pdf
- INSHT (2000c). *Riesgos eléctricos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_06.pdf
- INSHT (2000d). *Trasvase de sustancias químicas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_18.pdf

- INSHT (2001). *Definición de Higiene Industrial*. Recuperado el 3 de julio de 2014, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/GuiasMonitor/HigieneIndustrial/I/Ficheros/hii05.pdf>
- INSHT (2003a). *Acetaldehído*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.insht.es/InshtWeb/contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/0a100/nspn0009.pdf>
- INSHT (2003b). *Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_635.pdf
- INSHT (2003c). *Herramientas manuales*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_36.pdf
- INSHT (2003d). *La manipulación de productos químicos peligrosos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_37.pdf
- INSHT (2008a). *Extintores de incendio portátiles: utilización*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_536.pdf
- INSHT (2008b). *Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_electr.pdf
- INSHT (2008c). *Prevención del riesgo en el laboratorio químico: Operaciones básicas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_464.pdf
- INSHT (2008d). *Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_500.pdf

- INSHT (2008e). *Riesgo de asfixia por suboxigenación en la utilización de gases inertes*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_340.pdf
- INSHT (2008f). *Riesgo en la utilización de gases licuados a baja temperatura*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_383.pdf
- INSHT (2010). Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/postersTecnicos/ficheros/CARTEL%20SGA.pdf>
- INSHT (2012). *Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos*. Recuperado el 10 de julio de 2014, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/878w.pdf>
- INSHT (2013a). *Cancerígenos, mutágenos y teratógenos: manipulación en el laboratorio*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_269.pdf
- INSHT (2013b). *Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_108.pdf
- INSHT (2013c). *Guantes de protección: Requisitos generales*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_747.pdf
- INSHT (2013d). *Prevención del riesgo en el laboratorio químico: Reactividad de los productos químicos (II)*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_479.pdf

- INSHT (2013e). *Productos inflamables: variación de los parámetros de peligrosidad*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_379.pdf
- INSHT (2013f). *Protectores visuales contra impactos y/o salpicaduras: guías para la elección, uso y mantenimiento*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_262.pdf
- INSHT (2013g). *RiskQuim 5.0*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <http://riskquim.insht.es:86/riskquim/CLP/>
- Ley 1/1991, de 7 de enero, *de modificación de los Códigos Civil y Penal en materia de responsabilidad civil del profesorado*. Boletín Oficial del Estado, 7, de 8 de enero de 1991, 549.
- Ley 8/2010, de 31 de marzo, *por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica*. Boletín Oficial del Estado, 79, de 1 de abril de 2010, 30210-30231.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de prevención de Riesgos Laborales*. Boletín Oficial del Estado, 269, de 10 de noviembre de 1995.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, *de Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106 de 4 de mayo de 2006, 17158-17207.
- Martín Sánchez, M., y Martín Sánchez, M.T. (2002). Trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias experimentales en niveles no universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 13 (1), 385-396.
- Merino, J.M., y Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: Una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 630-648.

- Miller, G.J., Heideman, S.A., y Greenbowe, T.J. (2000). Introducing Proper Chemical Hygiene and Safety in the General Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*, 77 (9), 1185-1187.
- Nano, G., y Rota, R. (2007). *Introduzione alla affidabilità e sicurezza nell'industria di processo*. Bolonia: Pitagora.
- Nasarre Sarmiento, J.M. (2013). *Responsabilidad Civil en Deportes de Montaña y Actividades en la Naturaleza*. Madrid: Desnivel.
- Orden de 17 de junio de 2009, de la Consellería de Educación, *por la que regula las materias optativas en el Bachillerato*. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 6051, de 7 de julio de 2009, 26812-26953.
- Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, *por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 146, de 18 de junio de 2008, 27492-27608.
- Pitt, M. (1988). Can Laboratory Safety Be Taught? *Safety in the Chemical Laboratory*, 65(12), 312-313.
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Espasa.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención*. Boletín Oficial del Estado, 27, de 31 de enero de 1997, 3031-3045.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, *por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas*. Boletín Oficial del Estado, Suplemento al 133, de 5 de junio de 1995, 1-581.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, *sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*. Boletín Oficial del Estado, 104, de 1 de mayo de 2001, 15893-15899.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril *por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-*

APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. Boletín Oficial del Estado, 112, de 10 de mayo de 2001

Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado. Boletín Oficial del Estado, 138, de 7 de junio de 2014, 43307-43323.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, *sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*. Boletín Oficial del Estado, 97, de 23 de abril de 1997, 12911-12918.

Real Decreto 558/2010, de 7 de mayo, *por el que se modifica el Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas*. Boletín Oficial del Estado, 113, de 8 de mayo de 2010, 40784-40788.

Real Decreto 577/1982, de 17 de marzo, *por el que se regulan la estructura y competencias del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Boletín Oficial del Estado, 69, de 22 de marzo de 1982.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, *sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*. Boletín Oficial del Estado, 148, de 21 de junio de 2001, 21970-21977.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, *sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo*. Boletín Oficial del Estado, 124, de 24 de mayo de 1997, 16111-16115.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, *sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*. Boletín Oficial del Estado, 140, de 12 de junio de 1997, 18000-18017.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, *por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión*. Boletín Oficial del Estado, 224, de 18 de septiembre de 2002, 33084-33086.

- Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, *por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo*. Boletín Oficial del Estado, 182, de 30 de julio de 2011, 86766-86800.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Boletín Oficial del Estado, 260, de 30 de octubre de 2007, 44037-44048.
- Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, *por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos*. Boletín Oficial del Estado, 278, de 20 de noviembre de 1989, 36363-36365.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, *por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual*. Boletín Oficial del Estado, 311, de 28 de diciembre de 1992, 44120-44131.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007, 45381-45477.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, *por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH)*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 4 de noviembre de 2008, 43712-43714.
- Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, *por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la educación secundaria obligatoria, el bachillerato, la formación profesional y las enseñanzas de régimen especial y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de enseñanza secundaria*. Boletín Oficial del Estado, 287, de 28 de noviembre de 2008, 47586-47591.
- Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, *por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas*. Boletín Oficial del Estado, 283, de 24 de noviembre de 2008.

Real Decreto de 24 de julio de 1889 *por el que se publica el Código Civil*. Gaceta de Madrid, 206, de 25 de julio de 1889.

Reglamento CE 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, *sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006*. Diario Oficial de la Unión Europea, L353, de 31 de diciembre de 2008, 1-1355.

Reglamento CE 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, *relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/69/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión*. Diario Oficial de la Unión Europea, L396, de 30 de diciembre de 2006, 1-852.

Reniers, G., Ponnet, K., y Kempeneers, A. (2014). Higher education chemical lab safety interventions: Efficacious or ineffective. *Journal of Chemical Health & Safety*, 21 (1), 4-8.

Resolución de 6 de marzo de 2014 de la Universidad Internacional de La Rioja, *por la que se publica la modificación del plan de estudios del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*. Boletín Oficial del Estado, 65, de 17 de marzo de 2014, 23604-23606.

Richards-Babb, M., Bishoff, J., Carver, J., Fisher, K. y Robertson-Honecker, J. (2010). Keeping it safe: Chemical safety in the high school laboratory. *Journal of Chemical Health & Safety*, 17 (1), 6-14.

Senkbeil, E.G. (1991). High School Chemistry Safety Survey. *Journal of Chemical Education*, 68 (5), 410-412.

Senkbeil, E.G. (2004). Merits of a safety course in the chemistry curriculum. *Journal of Chemical Health & Safety*, 11 (1), 17-20.

- Senkbeil, E.G. y Crisp, P. (2004). Demonstrations for teaching laboratory safety. *Journal of Chemical Education*, 81 (4), 17-24.
- Sigma-Aldrich (2014). *MSDS Search and Product Safety Center*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <http://www.sigmaaldrich.com/safety-center.html>
- SPRL-UPV (2001a). *Orden y limpieza de los locales y zonas de trabajo*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_39.htm
- SPRL-UPV (2001b). *Seguridad en las herramientas de mano*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_PM_34.pdf
- SPRL-UPV (2003a). *Botellas de Gas: Riesgos genéricos en su utilización*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de https://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_PM_26.pdf
- SPRL-UPV (2003b). *Gases comprimidos. Instalaciones específicas: Hidrógeno, gases inertes y acetileno*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de www.sprl.upv.es/pdf/IOP_PM_30.pdf
- SPRL-UPV (2003c). *Manejo de combustibles inflamables líquidos y sus residuos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de https://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_SQ_30.pdf
- SPRL-UPV (2003d). *Manejo de disolventes orgánicos no halogenados y sus residuos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de https://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_SQ_23.pdf
- SPRL-UPV (2003e). *Manejo de productos cáusticos y corrosivos y sus residuos*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_SQ_25.pdf
- SPRL-UPV (2003f). *Riesgos en la utilización de gases licuados a baja temperatura*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_PM_27.pdf
- SPRL-UPV (2004). *Manual de seguridad y salud en operaciones con herramientas manuales comunes, maquinaria de taller y soldadura*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de <http://www.sprl.upv.es/pdf/manualherramientas.pdf>

- SPRL-UPV (2010a). *La protección de la piel durante la manipulación de sustancias químicas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_SQ_16c.pdf
- SPRL-UPV (2010b). *La protección de los ojos durante la manipulación de sustancias químicas (e.p.i.)*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/IOP_SQ_15%28b%29.htm
- SPRL-UPV (2010c). *La protección frente a la exposición por inhalación de sustancias químicas: Equipos de protección colectiva*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de https://www.sprl.upv.es/pdf/IOP_SQ_17a.pdf
- SPRL-UPV (2011a). *Anexo I: Cómo identificar sustancias químicas: Carcinogénicas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20SQ%2002%20_b_%20ANEXO%20I%20identif%20CARCINOGEN.pdf
- SPRL-UPV (2011b). *Anexo II: Cómo identificar sustancias químicas: Irritantes y corrosivas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20SQ%2002%20_b_%20ANEXO%20II%20identif%20IRRITANTES.pdf
- SPRL-UPV (2011c). *Anexo III: Cómo identificar sustancias químicas: Mutagénicas*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20SQ%2002%20_b_%20ANEXO%20III%20identif%20MUTAG%20NICAS.pdf
- SPRL-UPV (2011d). *Anexo V: Cómo identificar sustancias químicas: Tóxicas (diferentes niveles de toxicidad)*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20SQ%2002%20_b_%20ANEXO%20V%20identif%20T%20XICAS.pdf
- SPRL-UPV (2011e). *Anexo VI: Cómo identificar sustancias químicas: Tóxicas para la reproducción / Perjudiciales para el lactante*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20SQ%2002%20_c_%20ANEXO%20VI%20identif%20REPRODUCCI%20N.pdf
- SPRL-UPV (2014). *Anexo IX: Listado indicativo, no exhaustivo, de sustancias de elevada toxicidad aguda (Univ. Princeton)*. Recuperado el 9 de julio de 2014, de <http://www.sprl.upv.es/pdf/IOP%20>

SQ%2002%20(b)%20ANEXO%20IX%20App%20C%20140521%20identif%
20PRINCETON.pdf

Stake, R.E., y Easley, J. (1978). *Case studies in science education*. Urbana: Universidad de Illinois.

Tobin, K., y Gallagher, J. (1987). What happens in high school science classrooms?. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549-560.

Zaidman, B. (1992). High School Chemistry Safety Survey. *Journal of Chemical Education*, 69 (12), 1016-1019.

Bibliografía Complementaria

Alfonso Navarro, I., (2012). *Estudio y propuesta de mejora en materia de prevención de riesgos laborales del Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales de la Universidad Politécnica de Valencia*. (Trabajo de Fin de Carrera) Universidad Politécnica de Valencia.

Barolli, E., Laburú, C.E., y Guridi, V.M., (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 88-110.

Burgos García, A. (2010). La integración de la seguridad y la salud en los centros escolares: una visión práctica desde el profesorado. *Revista de Investigación Educativa*, 28 (1), 79-98.

Cámara Pérez, J.C., (2012). *Percepción del riesgo y accidentalidad en la clase de educación física en alumnado de educación secundaria: Una propuesta de intervención didáctica (Tesis Doctoral) Universidad de Jaén*.

Camero Rodríguez, E. (2002). *La seguridad y salud laboral en el marco de la Educación Secundaria Obligatoria*. *Mapfre Seguridad*, 88, 3-11.

Foster, B.L. (2003). Principles of laboratory safety management in academia. *Journal of Chemical Health & Safety*, 11 (2), 13-16.

Guldenmund, F.W., (2003). The nature of safety culture: a review of theory and research. *Safety Science*, 34, 215-257.

- INSHT (2010). *Manual para el profesor de seguridad y salud*. Recuperado el 21 de junio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Noticias/Noticias_INSHT/2010/Ficheros/FP%20EMPLEO.pdf
- INSHT (2014). *Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2014*. Recuperado el 21 de junio de 2014, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2014/FINAL%20-%20Web%20v5%20-%20LEP%202014%20-%2029-01-2014.pdf
- Jiménez Valverde, G., Llobera Jiménez, R., y Llitjós Viza, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 59-70.
- Laird, Z., (2012). Safety Culture in Industry and Academia. *Organic Process Research & Development*, 17, 951.
- Luckenbaugh, R.W. (1996). Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Safety. *Journal of Chemical Education*, 73 (11), 1083.
- McGarry, K.A., Hurley, K.R., Volp, K.A., Hill, I.M., Merritt, B.A., Peterson, K.L., Rudd, P.A., Erickson, N.C., Seiler, L.A., Gupta, P., Bates, F.S., y Tolman, W.B., (2013). Student Involvement in Improving the Culture of Safety in Academic Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 90, 1414-1417.
- Menargues, S. y Gómez-Siurana, A. (2013). Estrategias didácticas para la promoción de la química en la enseñanza secundaria y bachillerato. *Anales de Química*, 109 (3), 218-223.
- Niño Escalante, J., (2013). El error humano y el control de las causas de los accidentes. *Mapfre Seguridad*, 94, 13-23.
- Özdilek, Z. y Calis, S., (2010). The effect of pre-service science teachers' prior experiences on their interests about chemistry experiments. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2, 4863-4867.
- Purcalla Bonilla, M.A., (1997). *Heterotutela y autotutela de la seguridad e higiene en el trabajo*. (Tesis Doctoral) Universitat Rovira i Virgili.

- Real Decreto 1070/2012, de 13 de julio, *por el que se aprueba el Plan estatal de protección civil ante el riesgo químico*. Boletín Oficial del Estado, 190, de 9 de agosto de 2012, 56891-56914
- Revilla Guzmán, M. (2003). Fuentes de información legislativa, normativa y estadística de seguridad. *Mapfre Seguridad*, 89, 27-37.
- Rodrigo Vega, M. (1994). Aproximación al pensamiento del profesor de ciencias de enseñanza secundaria obligatoria. *Revista Complutense de Educación*, 5 (2), 271-288.
- Romero García, R.E., (2010). La seguridad basada en el comportamiento. *Técnica Industrial*, 285, 58-64.
- Sedghpour, B.S., Sabbaghan, M., y Sataei, F.M. (2013). A Survey On The Pre Service Chemistry Teachers' Lab Safety Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 90, 57-62.
- Stacy, G.W. (Ed.), (1979). ACS Tenth Biennial Education Conference: Safety and health in the academic laboratory. Recommendations by the participants. *Journal of Chemical Education*, 56 (2), 90-92.
- Velázquez Narváez, Y. y Medellín Moreno, J., (2013). La percepción de riesgos como factor causal de accidentes laborales. *Seguridad y Salud en el Trabajo*, 71, 19-24.

Anexo A: Encuestas sobre percepciones

Encuesta a los alumnos

ENCUESTA SOBRE SEGURIDAD TÉCNICAS DE LABORATORIO (QUÍMICA)

Una vez finalizada la asignatura de técnicas de laboratorio, quisiera pedirte unos minutos de tu tiempo y tu atención para echarme una mano con mi Trabajo de Fin de Máster y contestar una encuesta acerca de tus percepciones respecto a la seguridad en el laboratorio.

Es importante que respondas sinceramente si estás más o menos de acuerdo con las afirmaciones siguientes. Como siempre, la encuesta será anónima, y como siempre, no tendrá nada que ver con la evaluación de la asignatura, pero sí mucho que ver con la mejora de la misma de cara al futuro.

*Muchas gracias,
JM*

	-				+				
<i>En la asignatura se me ha tratado de transmitir la importancia de la seguridad en el trabajo de laboratorio.</i>									
<i>He comprendido la importancia de la seguridad durante mi estancia en el laboratorio.</i>									
<i>Mis compañeros han comprendido la importancia de la seguridad en el trabajo de laboratorio.</i>									
<i>He trabajado siempre tratando cumplir las normas de seguridad del laboratorio.</i>									
<i>Mis compañeros han trabajado siempre tratando de cumplir las normas de seguridad.</i>									
<i>He tomado siempre las debidas precauciones para no ponerme en riesgo ni a mí ni a los demás.</i>									
<i>En general, en la clase todos han tomado siempre las debidas precauciones para minimizar los riesgos.</i>									
<i>La persona responsable ha debido llamarme la atención acerca de conductas que comprometían mi seguridad.</i>									

	-				+
<i>He visto como la persona responsable llamaba la atención a alguno de mis compañeros.</i>					
<i>Me mantengo consciente de los peligros que están presentes en el laboratorio, y vigilante ante los riesgos</i>					
<i>Mis compañeros son conscientes de los peligros, y vigilante ante los riesgos.</i>					
<i>Reflexiono siempre sobre la manera más segura de trabajar en el laboratorio.</i>					
<i>He debido avisar a un compañero por no estar cumpliendo las normas de seguridad.</i>					

¿Cómo de peligrosos calificarías los siguientes materiales, presentes en el laboratorio de química?

	-				+
<i>Reactivos sólidos en general</i>					
<i>Reactivos sólidos en polvo</i>					
<i>Agua del grifo</i>					
<i>Reactivos orgánicos líquidos</i>					
<i>Material de vidrio</i>					
<i>Agua destilada</i>					
<i>Productos inflamables</i>					
<i>Disoluciones ácidas</i>					
<i>Balanzas</i>					
<i>Productos oxidantes</i>					
<i>Mechero</i>					
<i>Disoluciones básicas</i>					
<i>Material metálico</i>					
<i>Reactivos embotellados</i>					
<i>Jabón</i>					
<i>Bases en estado sólido</i>					
<i>Sustancias con metales pesados</i>					

Encuesta a la profesora

ENCUESTA SOBRE SEGURIDAD TÉCNICAS DE LABORATORIO (QUÍMICA)

Una vez finalizada la asignatura de técnicas de laboratorio, quisiera pedirte unos minutos de tu tiempo y tu atención para echarme una mano con mi Trabajo de Fin de Máster y contestar una encuesta acerca de tus percepciones respecto a la seguridad en el laboratorio.

Es importante que respondas sinceramente si estás más o menos de acuerdo con las afirmaciones siguientes. Desde tu rol de persona responsable de la asignatura, tu visión servirá como contraste con las percepciones de los alumnos.

*Muchas gracias,
JM*

	-				+				
<i>En la asignatura se ha tratado de transmitir la importancia de la seguridad en el trabajo de laboratorio.</i>									
<i>Los alumnos han comprendido bien la importancia de la seguridad durante su estancia en el laboratorio.</i>									
<i>Los alumnos consideran haber comprendido bien la importancia de la seguridad en el trabajo de laboratorio.</i>									
<i>Los alumnos han trabajado siempre tratando cumplir las normas de seguridad del laboratorio.</i>									
<i>Los alumnos consideran que han trabajado siempre tratando de cumplir las normas de seguridad.</i>									
<i>Los alumnos han tomado siempre las debidas precauciones para no ponerse en riesgo ni a sí mismos ni a los demás.</i>									
<i>Los alumnos consideran que han tomado siempre las debidas precauciones para no ponerse en riesgo ni a sí mismos ni a los demás.</i>									
<i>Ha debido llamarse la atención a los alumnos acerca de conductas que comprometían su seguridad.</i>									
<i>Los alumnos consideran que se les ha debido llamar la atención acerca de conductas que comprometían su seguridad.</i>									
<i>Los alumnos se mantienen conscientes de los peligros que están presentes en el laboratorio, y vigilantes ante los riesgos</i>									
<i>Los alumnos consideran que se mantienen conscientes de los peligros que están presentes en el laboratorio, y vigilantes ante los riesgos</i>									
<i>Los alumnos reflexionan siempre sobre la manera más segura de trabajar en el laboratorio.</i>									
<i>Los alumnos son capaces de vigilarse mutuamente respecto a su propia seguridad.</i>									

¿Cómo de peligrosos calificarías los siguientes materiales, presentes en el laboratorio de química?

	-		+		
<i>Reactivos sólidos en general</i>					
<i>Reactivos sólidos en polvo</i>					
<i>Agua del grifo</i>					
<i>Reactivos orgánicos líquidos</i>					
<i>Material de vidrio</i>					
<i>Agua destilada</i>					
<i>Productos inflamables</i>					
<i>Disoluciones ácidas</i>					
<i>Balanzas</i>					
<i>Productos oxidantes</i>					
<i>Mechero</i>					
<i>Disoluciones básicas</i>					
<i>Material metálico</i>					
<i>Reactivos embotellados</i>					
<i>Jabón</i>					
<i>Bases en estado sólido</i>					
<i>Sustancias con metales pesados</i>					

Anexo B: Entrevista con la profesora

Entrevista estructurada a la Dra. M^a Amparo González García

Fecha: 30/06/2014

Contenido de la entrevista

- ¿Cuál es el rol que considera que debe adoptar el profesor de la asignatura de Técnicas de Laboratorio?
- En su opinión, ¿cómo es de importante la figura del profesor como garante de la seguridad en las sesiones de laboratorio?
- ¿Cómo es de relevante en esta asignatura el papel del profesor como transmisor de la idea de la importancia de la seguridad?
- ¿Cuál es su opinión acerca de la responsabilidad del profesor de la asignatura respecto al desempeño de sus alumnos, y todo lo que pueda suceder en el laboratorio?
- ¿Está informada de la responsabilidad civil en la que puede incurrir un profesor, a raíz de los accidentes ocurridos en el laboratorio?
- ¿Cuáles son en su opinión los fundamentos motivadores que llevan al centro y a sus profesores a impartir la asignatura de Técnicas de Laboratorio?
- ¿Y cuáles son los motivos por los que centro y profesores asumen los riesgos derivados de tal actividad?
- ¿Cuál es su visión general de la marcha de la asignatura en lo que respecta a seguridad y gestión del riesgo?

- ¿Considera que en el trabajo cotidiano son frecuentes los incidentes? ¿Y los accidentes?
- ¿Cuál es el peor accidente que ha ocurrido en sus años de docencia en la asignatura de Técnicas de Laboratorio?
- ¿Cuál es el peor accidente que podría suceder en el laboratorio durante la asignatura?
- ¿Cómo se está previniendo el peor accidente posible?
- ¿Cómo está previsto actuar en el caso de que suceda el peor accidente posible?
- ¿Cuál es su experiencia previa en el trabajo de laboratorio?
- ¿Ha recibido formación específica antes de impartir la asignatura?
- ¿Cree que sería conveniente que se pusiera a su disposición alguna clase de formación específica respecto a la seguridad, por parte del centro, la administración, etc.?
- ¿Estaría dispuesta a saber más respecto a seguridad e higiene, incluyendo normativa de aplicación?
- ¿Estaría dispuesta a recibir una propuesta de intervención para la mejora del contenido relativo a la seguridad y la higiene en la asignatura de Técnicas de Laboratorio?

Anexo C: Listas de Frases R y S

Las Frases R y S son frases estandarizadas a nivel internacional que indican la “naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos” y los “consejos de prudencia relativos a las sustancias y preparados peligrosos” (Directiva 67/548/CEE), respectivamente. Han debido estar presentes en las etiquetas de los envases de los productos químicos comerciales hasta su sustitución obligatoria, a partir de 2010, por el etiquetado CLP del Reglamento CE 1272/2008. El interés de tales frases, aunque hayan quedado obsoletas, reside en que en 2014 aún es probable encontrar en los laboratorios envases etiquetados bajo la Directiva 67/548/CEE.

En las listas que sigue se reproduce las Frases R y S en la forma en la que se recogen en el Real Decreto 363/1995.

Frases R

R1 - Explosivo en estado seco.

R2 - Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.

R3 - Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.

R4 - Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.

R5 - Peligro de explosión en caso de calentamiento.

R6 - Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.

R7 - Puede provocar incendios.

R8 - Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.

R9 - Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.

R10 - Inflamable.

R11 - Fácilmente inflamable.

R12 - Extremadamente inflamable.

R14 - Reacciona violentamente con el agua.

R15 - Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.

R16 - Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.

R17 - Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.

R18 - Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables.

R19 - Puede formar peróxidos explosivos.

R20 - Nocivo por inhalación.

R21 - Nocivo en contacto con la piel.

R22 - Nocivo por ingestión.

R23 - Tóxico por inhalación.

R24 - Tóxico en contacto con la piel.

R25 - Tóxico por ingestión.

R26 - Muy tóxico por inhalación.

R27 - Muy tóxico en contacto con la piel.

R28 - Muy tóxico por ingestión.

R29 - En contacto con agua libera gases tóxicos.

R30 - Puede inflamarse fácilmente al usarlo.

R31 - En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

R32 - En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

R33 - Peligro de efectos acumulativos.

R34 - Provoca quemaduras.

R35 - Provoca quemaduras graves.

R36 - Irrita los ojos.

R37 - Irrita las vías respiratorias.

R38 - Irrita la piel.

R39 - Peligro de efectos irreversibles muy graves.

R40 - Posibilidad de efectos irreversibles.

R41 - Riesgo de lesiones oculares graves.

- R42 - Posibilidad de sensibilización por inhalación.
- R43 - Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
- R44 - Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
- R45 - Puede causar cáncer.
- R46 - Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
- R48 - Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
- R49 - Puede causar cáncer por inhalación.
- R50 - Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- R51 - Tóxico para los organismos acuáticos.
- R52 - Nocivo para los organismos acuáticos.
- R53 - Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
- R54 - Tóxico para la flora.
- R55 - Tóxico para la fauna.
- R56 - Tóxico para los organismos del suelo.
- R57 - Tóxico para las abejas.
- R58 - Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
- R59 - Peligroso para la capa de ozono.
- R60 - Puede perjudicar la fertilidad.
- R61 - Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R62 - Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
- R63 - Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
- R64 - Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.

Combinación de frases R

R14/15 - Reacciona violentamente con el agua, liberando gases extremadamente inflamables.

R15/29 - En contacto con el agua, libera gases tóxicos y extremadamente inflamables.

R20/21 - Nocivo por inhalación y en contacto con la piel.

R20/22 - Nocivo por inhalación y por ingestión.

R20/21/22 - Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R21/22 - Nocivo en contacto con la piel y por ingestión.

R23/24 - Tóxico por inhalación y en contacto con la piel.

R23/25 - Tóxico por inhalación y por ingestión.

R23/24/25 - Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R24/25 - Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

R26/27 - Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel.

R26/28 - Muy tóxico por inhalación y por ingestión.

R26/27/28 - Muy tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R27/28 - Muy tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

R36/37 - Irrita los ojos y las vías respiratorias.

R36/38 - Irrita los ojos y la piel.

R36/37/38 - Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

R37/38 - Irrita las vías respiratorias y la piel

R39/23 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

R39/24 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

R39/25 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

R39/23/24 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

R39/23/25 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves per inhalación e ingestión.

R39/24/25 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

R39/23/24/25 - Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R39/26 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación.

R39/27 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel.

R39/28 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por ingestión.

R39/26/27 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación y contacto con la piel.

R39/26/28 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves per inhalación e ingestión.

R39/27/28 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por contacto con la piel e ingestión.

R39/26/27/28 – Muy tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R40/20 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación.

R40/21 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel.

R40/22 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por ingestión.

R40/20/21 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación y contacto con la piel.

R40/20/22 - Nocivo: Posibilidad de efectos irreversibles por inhalación e ingestión.

R40/21/22 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles en contacto con la piel e ingestión.

R40/20/21/22 - Nocivo: posibilidad de efectos irreversibles por inhalación, contacto con la piel e ingestión.

R42/43 - Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

R48/20 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R48/21 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

R48/22 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión

R48/20/21 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y por contacto con la piel.

R48/20/22 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y por ingestión.

R48/21/22 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel y por ingestión.

R48/20/21/22 - Nocivo: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, por contacto con la piel y por ingestión.

R48/23 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R48/24 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel.

R48/25 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por ingestión

R48/23/24 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y por contacto con la piel.

R48/23/25 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación y por ingestión.

R48/24/25 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por contacto con la piel y por ingestión.

R48/23/24/25 - Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación, por contacto con la piel y por ingestión.

R50/53 - Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R51/53 - Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R52/53 - Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Frases S

S1 - Consérvese bajo llave.

S2 - Manténgase fuera del alcance de los niños.

S3 - Consérvese en lugar fresco.

S4 - Manténgase lejos de locales habitados.

S5 - Consérvese en ... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).

S6 - Consérvese en ... (gas inerte a especificar por el fabricante).

S7 - Manténgase el recipiente bien cerrado.

S8 - Manténgase el recipiente en lugar seco.

S9 - Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.

S12 - No cerrar el recipiente herméticamente.

S13 - Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

S14 - Consérvese lejos de ... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).

- S15 - Conservar alejado del calor.
- S16 - Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar.
- S17 - Manténgase lejos de materiales combustibles.
- S18 - Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.
- S20 - No comer ni beber durante su utilización.
- S21 - No fumar durante su utilización.
- S22 - No respirar el polvo.
- S23 - No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles (denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante).
- S24 - Evítese el contacto con la piel.
- S25 - Evítese el contacto con los ojos.
- S26 - En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S27 - Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S28 - En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ... (productos a especificar por el fabricante).
- S29 - No tirar los residuos por el desagüe.
- S30 - No echar jamás agua a este producto.
- S33 - Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S35 - Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
- S36 - Úsese indumentaria protectora adecuada.
- S37 - Úsense guantes adecuados.
- S38 - En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.
- S39 - Úsese protección para los ojos/la cara.
- S40 - Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ... (a especificar por el fabricante).
- S41 - En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos.
- S42 - Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado (Denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante).
- S43 - En caso de incendio, utilizar ... (los medios de extinción los debe especificar el fabricante) (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua").

S45 - En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta).

S46 - En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.

S47 - Consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

S48 - Consérvese húmedo con ... (medio apropiado a especificar por el fabricante).

S49 - Consérvese únicamente en el recipiente de origen.

S50 - No mezclar con ... (a especificar por el fabricante).

S51 - Úsese únicamente en lugares bien ventilados.

S52 - No usar sobre grandes superficies en locales habitados.

S53 - Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso.

S56 - Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.

S57 - Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

S59 - Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.

S60 - Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos.

S61 - Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

S62 - En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.

Combinación de frases S

S1/2 - Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.

S3/7 - Consérvese el recipiente bien cerrado y en lugar fresco.

S3/9/14 - Consérvese en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/14/49 - Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S3/9/49 - Consérvese únicamente en el recipiente de origen, en lugar fresco y bien ventilado.

S3/14 - Consérvese en lugar fresco y lejos de ... (materiales incompatibles, a especificar por el fabricante).

S7/8 - Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar seco.

S7/9 - Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado.

S7/47 - Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese a una temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

S20/21 - No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.

S24/25 - Evítese el contacto con los ojos y la piel.

S29/56 - No tirar los residuos por el desagüe.

S36/37 - Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.

S36/37/39 - Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S36/39 - Úsense indumentaria adecuada y protección para los ojos/la cara.

S37/39 - Úsense guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S47/49 - Consérvese únicamente en el recipiente de origen y a temperatura no superior a ... °C (a especificar por el fabricante).

Anexo D: Listas de Frases H y P

Las frases H y P son enunciados combinables, estandarizados a nivel internacional, que en este caso se refieren a: “indicaciones de peligro”, y a “consejos de prudencia” (Reglamento CE 1272/2006), respectivamente.

El etiquetado de sustancias peligrosas incluyendo las frases H y P es obligatorio desde 2010, según el Reglamento CE 1272/2006.

Frases H: Indicaciones de peligros físicos

H200 - Explosivo inestable.

H201 - Explosivo, peligro de explosión en masa.

H202 - Explosivos; grave peligro de proyección.

H203 - Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección.

H204 - Peligro de incendio o de proyección.

H220 - Gas extremadamente inflamable.

H222 - Aerosol extremadamente inflamable.

H223 - Aerosol inflamable.

H224 - Líquido y vapores extremadamente inflamables.

H225 - Líquido y vapores muy inflamables.

H226 - Líquidos y vapores inflamables.

H228 - Sólido inflamable.

H240 - Peligro de explosión en caso de calentamiento.

H241 - Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento.

H242 - Peligro de incendio en caso de calentamiento.

- H250 - Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
- H251 - Se calienta espontáneamente, puede inflamarse.
- H252 - Se calienta espontáneamente en grandes cantidades, puede inflamarse.
- H260 - En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente.
- H261 - En contacto con el agua desprende gases inflamables.
- H270 - Puede provocar o agravar un incendio; comburente.
- H271 - Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
- H272 - Puede agravar un incendio; comburente.
- H280 - Peligro de explosión en caso de calentamiento.
- H281 - Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
- H290 - Puede ser corrosivo para los metales.

Frases H: Indicaciones de peligro para la salud humana

- H300 - Mortal en caso de ingestión.
- H301 - Tóxico en caso de ingestión.
- H302 - Nocivo en caso de ingestión.
- H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
- H310 - Mortal en contacto con la piel.
- H311 - Tóxico en contacto con la piel.
- H312 - Nocivo en contacto con la piel.
- H314 - Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- H318 - Provoca lesiones oculares graves.
- H315 - Provoca irritación cutánea.
- H317 - Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
- H319 - Provoca irritación ocular grave.
- H330 - Mortal en caso de inhalación.
- H331 - Tóxico en caso de inhalación.

H332 - Nocivo en caso de inhalación.

H334 - Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.

H335 - Puede irritar las vías respiratorias.

H336 - Puede provocar somnolencia o vértigo.

H340 - Puede provocar defectos genéticos.

H341 - Se sospecha que provoca defectos genéticos.

H350 - Puede provocar cáncer.

H351 - Se sospecha que provoca cáncer.

H360 - Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.

H361 - Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto.

H370 - Provoca daños en los órganos.

H371 - Puede provocar daños en los órganos.

H372 - Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

H373 - Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

Frases H: Indicaciones de peligro para el medio ambiente

H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos.

H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

H411 - Tóxico para los organismos acuáticos; con efectos nocivos duraderos.

H412 - Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

H413 - Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Frases P: Consejos de prudencia – Carácter general

P101 - Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta.

P102 - Mantener fuera del alcance de los niños.

P103 - Leer la etiqueta antes del uso.

Frases P: Consejos de prudencia – Prevención

P201 - Pedir instrucciones especiales antes del uso.

P202 - No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.

P210 - Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes - No fumar.

P211 - No pulverizar sobre una llama abierta u otra fuente de ignición.

P220 - Mantener o almacenar alejado de la ropa /.../ materiales combustibles.

P221 - Tomar todas las precauciones necesarias para no mezclar con materias combustibles...

P222 - No dejar que entre en contacto con el aire.

P223 - Mantener alejado de cualquier posible contacto con el agua, pues reacciona violentamente y puede provocar una llamarada.

P230 - Mantener humedecido con...

P231 - Manipular en gas inerte.

P232 - Proteger de la humedad.

P233 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.

P234 - Conservar únicamente en el recipiente original.

P235 - Mantener en lugar fresco.

P240 - Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.

P241 - Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación /.../ antideflagrante.

P242 - Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas.

P243 - Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas.

P244 - Mantener las válvulas de reducción limpias de grasa y aceite.

P250 - Evitar la abrasión/el choque /.../ la fricción.

P251 - Recipiente a presión - no perforar, ni quemar, aun después del uso.

P260 - No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P262 - Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa.

P263 - Evitar el contacto durante el embarazo/la lactancia.

- P264 - Lavarse ..concienzudamente tras la manipulación.
- P270 - No comer, beber ni fumar durante su utilización.
- P271 - Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.
- P272 - Las prendas de trabajo contaminadas no podrán sacarse del lugar de trabajo.
- P273 - Evitar su liberación al medio ambiente.
- P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
- P281 - Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.
- P282 - Llevar guantes que aíslen del frío/gafas/máscara.
- P283 - Llevar prendas ignífugas/resistentes al fuego/resistentes a las llamas.
- P284 - Llevar equipo de protección respiratoria.
- P285 - En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria.

Frases P: Consejos de prudencia – Respuesta

- P301 - EN CASO DE INGESTIÓN:
- P302 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL:
- P303 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo):
- P304 - EN CASO DE INHALACIÓN:
- P305 - EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:
- P306 - EN CASO DE CONTACTO CON LA ROPA:
- P307 - EN CASO DE exposición:
- P308 - EN CASO DE exposición manifiesta o presunta:
- P309 - EN CASO DE exposición o malestar:
- P310 - Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.
- P311 - Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.
- P312 - Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico en caso de malestar.
- P313 - Consultar a un médico.
- P314 - Consultar a un médico en caso de malestar.
- P315 - Consultar a un médico inmediatamente.

- P320 - Se necesita urgentemente un tratamiento específico. Ver en esta etiqueta.
- P321 - Se necesita un tratamiento específico. Ver ... en esta etiqueta.
- P322 - Se necesitan medidas específicas. Ver ... en esta etiqueta.
- P330 - Enjuagarse la boca.
- P331 - NO provocar el vómito.
- P332 - En caso de irritación cutánea:
- P333 - En caso de irritación o erupción cutánea:
- P334 - Sumergir en agua fresca/aplicar compresas húmedas.
- P335 - Sacudir las partículas que se hayan depositado en la piel.
- P336 - Descongelar las partes heladas con agua tibia. No frotar la zona afectada.
- P337 - Si persiste la irritación ocular:
- P338 - Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.
- P340 - Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
- P341 - Si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo o en una posición confortable para respirar.
- P342 - En caso de síntomas respiratorios:
- P350 - Lavar suavemente con agua y jabón abundantes.
- P351 - Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos.
- P352 - Lavar con agua y jabón abundantes.
- P353 - Aclararse la piel con agua/ ducharse.
- P360 - Aclarar inmediatamente con agua abundante las prendas y la piel contaminadas antes de quitarse la ropa.
- P361 - Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas.
- P362 - Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas.
- P363 - Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.
- P370 - En caso de incendio:
- P371 - En caso de incendio importante y en grandes cantidades:
- P372 - Riesgo de explosión en caso de incendio.
- P373 - NO luchar contra el incendio cuando el fuego llega a los explosivos.

P374 - Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales.

P375 - Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión.

P376 - Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo.

P377 - Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.

P378 - Utilizar ... para apagarlo.

P380 - Evacuar la zona.

P381 - Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.

P390 - Absorber el vertido para que no dañe otros materiales.

P391 - Recoger el vertido.

Frases P: Consejos de prudencia – Almacenamiento

P401 - Almacenar...

P402 - Almacenar en un lugar seco.

P403 - Almacenar en un lugar bien ventilado.

P404 - Almacenar en un recipiente cerrado.

P405 - Guardar bajo llave.

P406 - Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión / ... con revestimiento interior resistente.

P407 - Dejar una separación entre los bloques/los palés de carga.

P410 - Proteger de la luz del sol.

P411 - Almacenar a temperaturas no superiores a ... ° C/ ... ° F.

P412 - No exponer a temperaturas superiores a 50°C/122°F.

P413 - Almacenar las cantidades a granel superiores a ... kg/ ... lbs a temperaturas no superiores a ... ° C/ ... ° F.

P420 - Almacenar alejado de otros materiales.

P422 - Almacenar el contenido en...

Frases P: Consejos de prudencia – Eliminación

P501 - Eliminar el contenido/el recipiente en...

Anexo E: Cuestiones propuestas

Actividad A

- Explica las diferencias que encuentras, entre la normativa antigua de etiquetado y la nueva, en los pictogramas y su significado.
- Explica qué utilidad pueden tener los apartados de una ficha de seguridad (MSDS) que no se recogen en la etiqueta del reactivo.
- ¿Cómo harías para determinar si un reactivo puede provocar daños en la piel? ¿Existen distintos niveles entre dichos daños? Descríbelos.
- En tu opinión, ¿qué sentido tiene la clasificación de los reactivos en los armarios del laboratorio?

Actividad B

- Enumera los riesgos presentes en la actividad.
- Anota las diferencias que encuentras entre el calentamiento rápido y el calentamiento lento del agua con la llama.
- ¿Qué utilidad tiene delimitar un espacio libre vigilado durante el uso del mechero?
- Describe los tres compuestos identificados, así como las precauciones a tomar ante los riesgos que presentan.
- Describe cuál ha sido la mejor técnica que has encontrado para realizar el pesado y trasvase de sólidos, y enumera las dificultades encontradas.

- Anota cómo has conseguido llenar la bureta en 1, 2 y 3 pasos, y las observaciones realizadas.
- ¿Qué método de trasvase de líquidos recomendarías?
- Explica cómo has efectuado la medida de 47, 114 y 228ml de agua y las dificultades encontradas.

Actividad C

- Enumera los riesgos presentes en la actividad.

Actividad D

- Enumera los riesgos presentes en la actividad.
- Describe las infracciones en las normas que ha cometido el equipo que has observado.
- ¿Has debido avisar al equipo observado de un riesgo grave que estaba corriendo? ¿Cuál?
- ¿Cómo valorarías el grado de planificación del equipo observado?
- ¿En qué recomendarías mejorar al equipo observado?
- ¿En qué piensas que puedes mejorar a raíz de lo observado?

Actividad E

- Explica los puntos que te han parecido más importantes a la hora de describir la práctica a tus compañeros, y por qué.
- Describe las dificultades encontradas al tutelar a tus compañeros.
- Describe las dificultades encontradas al realizar la práctica siguiendo las instrucciones de tus compañeros.

- ¿Cuáles son, en tu opinión, los puntos clave que te han servido para entender la actividad y poder llevarla a cabo correctamente?
- ¿En qué crees que se parecería tutelar a un grupo de niños de 2º de Primaria, y en qué no?
- ¿Qué puntos cabría reforzar para trabajar con niños de 7 años?

Anexo F: Programación de la unidad didáctica: Seguridad y normas de laboratorio

Justificación

El currículo oficial de la asignatura Técnicas de Laboratorio Físico-Químicas de 2º de Bachillerato no contempla contenidos relativos a la seguridad en el ámbito del laboratorio de ciencias (Orden de 17 de junio de 2009, de la Consellería de Educación). El laboratorio de química es un entorno intrínsecamente peligroso, de manera que los principios de la gestión de la seguridad dictan que los riesgos deben minimizarse a través del conocimiento aplicado y mediante el establecimiento de una serie de normas básicas. En esta unidad didáctica se toma contacto por primera vez con los elementos y las técnicas propias del laboratorio químico además de hacerse una aproximación fundamental a la gestión del riesgo en el laboratorio químico. Teniendo en cuenta que el objetivo último de las enseñanzas de esta unidad didáctica es el aumento de la seguridad del alumnado en el resto del curso, así como en sus futuros estudios, la unidad didáctica se desarrolla en torno a tres ejes:

- **Marco normativo**, donde se dan a conocer razonadamente las normas de seguridad del laboratorio, y se muestran los métodos reglamentarios de identificación de riesgos de las sustancias peligrosas y de las distintas zonas del laboratorio.
- **Presentación de materiales y técnicas**, donde se presenta el instrumental típico del laboratorio químico y se emplea éste por primera vez para realizar el primer entrenamiento en las técnicas más comunes y se reflexiona acerca de ellas.
- **Actividades de tutela y reflexión**, donde, una vez que el alumnado ha adquirido las destrezas suficientes, pasa a asumir los roles del evaluador en

seguridad y del facilitador de actividades, de cara a una autoevaluación y como herramienta para la reflexión sobre las aportaciones de los diferentes roles.

Por la naturaleza de los contenidos de esta unidad, de uso recurrente a lo largo del curso, se espera que éstos sean adquiridos mediante el establecimiento progresivo de buenos hábitos en el laboratorio.

Destinatarios y prerequisites

El alumnado destinatario es el de Técnicas de Laboratorio Físico-Químicas de 2º de Bachillerato. Todos estos estudiantes se encuentran al final de su formación preuniversitaria, y su nivel de competencia científica y madurez son los suficientes para que les sean impartidos los contenidos de esta unidad. En la gran mayoría de los casos, además, la asignatura es la primera de su historial académico desarrollada en el laboratorio de química. Por otra parte, los intereses de los alumnos van a dirigirles a partir del curso próximo a estudios de Grado que contemplan trabajo de laboratorio, en ocasiones intensivo, luego el contenido de la unidad no sólo es adecuado sino que se antoja necesario.

Los prerequisites de la unidad didáctica son contenidos de la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato, en particular:

- Formulación química orgánica
- Formulación química inorgánica

Objetivos y Competencias

Los objetivos de la presente unidad didáctica son los siguientes:

- Conocer las normas y recomendaciones de seguridad en el laboratorio químico.
- Saber la importancia de la identificación de sustancias peligrosas.
- Conocer la coexistencia de dos normativas de etiquetado de productos químicos, y la información disponible en las distintas etiquetas.

- Conocer la existencia y los contenidos más relevantes de las fichas internacionales de seguridad química (MSDS),
- Identificar los riesgos y las precauciones a tomar ante una sustancia peligrosa a partir de la información en su etiqueta o en su MSDS.
- Saber la utilidad de la señalización de riesgos en el laboratorio químico.
- Conocer el material típico del laboratorio químico y su utilidad.
- Evaluar críticamente las distintas alternativas de ejecución de las técnicas más comunes en el curso.
- Interiorizar el modo más seguro de ejecución de las técnicas de laboratorio más comunes.
- Realizar el análisis de los riesgos presentes en una práctica de laboratorio determinada.
- Criticar razonadamente el desempeño de los compañeros en planificación y seguridad.
- Explicar a compañeros una práctica de laboratorio y tutelarles en su ejecución.
- Observar las necesidades del alumno tutelado.
- Alcanzar conclusiones sobre la tutela extrapolables a actividades con alumnos de 2º de Primaria.

Las competencias no son un elemento del currículo de Bachillerato (Real Decreto 1467/2007).

Contenidos

- **Normativa interna:**
 - o Normas y recomendaciones de seguridad en el laboratorio
- **Normativa legal:**
 - o Etiquetado normalizado de sustancias peligrosas

- Fichas internacionales de seguridad química
- Señalización de seguridad

- **Materiales y técnicas de laboratorio:**

- Identificación de materiales
- Evaluación de técnicas

- **Evaluación y crítica en seguridad y planificación:**

- Rol del crítico y reflexión

- **Tutela en seguridad y planificación:**

- Rol del facilitador y reflexión
- Rol del alumno y reflexión

Metodología

Los contenidos conceptuales de la unidad didáctica acordes deben ser presentados según una metodología expositiva y discutidos de forma participativa, fomentando las interrelaciones y la significatividad, así como señalando convenientemente su importancia para el desarrollo del resto de la asignatura.

Los contenidos procedimentales y actitudinales se trabajan a partir de una metodología de aprendizaje por descubrimiento, típico de la asignatura, en el que el alumno toma el rol activo en el desarrollo de las actividades y observa de manera crítica y reflexiva los distintos resultados conducentes a su aprendizaje.

Actividades y Temporalización

La unidad didáctica se programa para su desarrollo en dos sesiones, pero tiene la particularidad de incluir dos actividades finales que se deben integrar con otras, propias de diferentes unidades didácticas, en momentos concretos del curso

- **1ª sesión**

- Presentación de la asignatura.
- Presentación de las normas y recomendaciones internas.
- Presentación de las normativas de etiquetado.

- Presentación de las fichas internacionales de seguridad química.
- Presentación de la normativa de señalización de riesgos.
- Presentación del material de laboratorio.
- Resolución de cuestiones de reflexión.

- 2ª sesión

- Actividades de ensayo de técnicas y evaluación de procedimientos.
- Resolución de cuestiones de reflexión.

- 1ª sesión externa: hacia la mitad del curso

- Actividad de evaluación crítica en planificación y seguridad, integrada con una actividad ordinaria.
- Resolución de cuestiones de reflexión.

- 2ª sesión externa: hacia final de curso

- Actividad de tutela en planificación y seguridad, integrada con una actividad ordinaria.
- Resolución de cuestiones de reflexión.

Recursos

Todas las actividades se llevarán a cabo en el laboratorio de química del centro. El laboratorio de química es un entorno particular en el que están presentes los materiales típicos del trabajo en química, además de numerosos riesgos que serán objeto de análisis.

El instrumental que se requiere incluye, pero no se limita a: vasos de precipitados, matraces Erlenmeyer, embudos, pipetas, buretas, tubos de ensayo, vidrios de reloj, mecheros fijos, y balanza. Además se hará uso de varios reactivos de laboratorio, sólidos y líquidos, etiquetados a norma o no, así como agua del grifo, y fichas de seguridad MSDS. Para explicaciones y puesta en común se hará uso de la pizarra convencional del laboratorio, y el libro de texto de apoyo será el cuaderno de laboratorio habitual.

Evaluación

Criterios de evaluación:

- Asumir las normas y recomendaciones de estancia en el laboratorio.
- Identificar correctamente los riesgos presentes en las actividades de laboratorio, incluyendo los derivados de los productos químicos, y actuar de manera consecuente a dichos riesgos.
- Emplear los procedimientos más seguros para la ejecución de las técnicas más comunes del laboratorio químico.
- Efectuar un análisis crítico al desempeño observado de un compañero o grupo de compañeros.
- Ejercer una tutela efectiva sobre un grupo de compañeros y reflexionar sobre los roles del facilitador y el alumno.

Método de evaluación:

Las cuestiones de reflexión se recogerán en memorias de prácticas, las cuales son de entrega obligatoria y suman un 60% de la evaluación global, según lo establecido en la programación del curso.

Las actitudes y destrezas adquiridas se evaluarán a lo largo de todo el curso, sumando un 40% de la evaluación global. Las actitudes de fomento de la seguridad y el empleo de técnicas seguras valdrán un 10% de la evaluación global, incluido en dicho 40%.

Bibliografía

El texto principal de apoyo a la docencia es el cuaderno de laboratorio (NOTA: tal texto no existe actualmente en la forma descrita en esta propuesta). Los contenidos de la unidad didáctica se basan parcialmente en el material de prevención de riesgos del INSHT y del SPRL-UPV, y en los textos legales siguientes: Real Decreto 363/1995, Directiva 67/548/CEE, Reglamento CE 1907/2006, Real Decreto 1802/2008, Reglamento CE 1272/2008, Real Decreto 379/2001, Directiva 92/58/CEE, y Real Decreto 485/1997.