

# El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España

---

PILAR TÁRRAGA POVEDA

*IES. Julián Andujar de Santomera (Murcia)*

HARRY BECHTOLD

*Hans Purrmann Gymnasium. Speyer (Rheinland – Pfalz)*

ANTONIO DE PRO BUENO

*Universidad de Murcia*

## **Resumen:**

El trabajo forma parte del proyecto “Hacia la Convergencia Europea: una oportunidad para mejorar la docencia en el Área de Ciencias”, un estudio comparativo de la enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria en Alemania y España. Para ello, hemos indagado en los puntos de vista de cuatro colectivos: equipos directivos, profesorado, alumnado y familias. En el presente trabajo, nos centraremos en los resultados relativos al uso de las prácticas de laboratorio en estas materias.

## **Palabras clave:**

Educación comparada, Educación Secundaria, Clases de ciencias, Laboratorio.

## **Abstract:**

This article forms part of the project “Towards an integrated Europe: an opportunity of improving education in the field of Natural Sciences”, a comparative study of the teaching of Physics and Chemistry in Germany and Spain. Concerning these viewpoints our research has concentrated on four groups: school management staff, teachers, pupils and families. We have limited this article on results related to the use of practical laboratory work in the mentioned subjects.

## **Keywords:**

Comparison of educational systems, Secondary education, Teaching of Natural Sciences, Laboratory.

## **Résumé:**

Le travail fait partie du projet “Vers la Convergence Européenne : une occasion pour améliorer la pratique enseignante des Sciences”, une étude comparative de l’enseignement de la Physique et de la Chimie dans l’éducation secondaire en Allemagne et en Espagne. Pour cela, nous avons recherché les points de vue de quatre groupes : personnel de direction, professeurs, élèves et familles. Dans ce travail-ci, nous nous centrerons sur les résultats concernant l’usage des travaux pratiques de laboratoire dans ces matières.

## **Mots clés:**

Éducation comparée. Éducation Secondaire. Cours de Sciences. Laboratoire

Fecha de recepción: 21-03-07

Fecha de aceptación: 19-04-07

## 1. Justificación e interrogante central de este trabajo

Como sabemos, la Unión Europea tiene como objetivo la convergencia de los estudios de Educación Superior en 2010. Esta circunstancia exige contactos entre instituciones y universidades de los países implicados para un mejor conocimiento mutuo, un análisis profundo de la situación de partida, la definición de un marco organizativo y estructural que sea asumido por todos, la puesta en práctica de planes de formación para adaptarse a la nueva realidad... y, por supuesto, la introducción de cambios profundos en el estatus existente.

Sin embargo, parece que todos los esfuerzos para la convergencia se han centrado en el ámbito universitario. Da la impresión que no existe tanta preocupación por las anteriores etapas educativas, lo que resulta preocupante ya que hay medidas que afectan directamente al profesorado de secundaria (Parlamento Europeo, 2002) y, sobre todo, porque -más pronto que tarde- las repercusiones afectarán a todo los niveles de la enseñanza. Sólo la inquietud personal o de colectivos muy localizados y la existencia de algunos programas institucionales (Bachillerato Internacional, Proyecto Comenius...) parecen ser la respuesta a esta "otra convergencia", lo que, desde nuestra perspectiva, resulta bastante insuficiente. Dentro de estas iniciativas particulares podríamos situar nuestro trabajo "*Hacia la Convergencia Europea: una oportunidad para mejorar la docencia en el Área de Ciencias*".

Como puede inferirse de su título, el objetivo central del proyecto no es sólo realizar un trabajo de educación comparada. Estamos convencidos de que el conocimiento de otras realidades educativas y el contraste con la que tenemos puede ser una buena herramienta para mejorar la docencia en nuestras propias clases de ciencias. En un momento delicado, como el que atraviesan las materias de Física y Química en nuestro sistema educativo (Pro y Ezquerro, 2004), pensamos que "no nos sobra" conocer cómo está planteada la enseñanza de estas asignaturas en otros contextos, qué contenidos se imparten en las mismas, qué "cosas" parecen funcionarles a otros profesionales en sus aulas, cómo incorporan (si lo hacen) los nuevos enfoques de la investigación o de la innovación, cómo valoran sus resultados y qué problemas tienen resueltos... Con o sin convergencia, creemos que la falta de conocimientos sobre realidades diferentes a la nuestra es un lastre importante para salir de una situación tan encasquillada como la que tenemos.

Por circunstancias personales y profesionales, nuestro proyecto hay que situarlo en la enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria en Alemania y España, dos países miembros de la Unión Europea con características culturales, educativas y sociales diferentes. Queremos identificar y analizar la situación actual de ambos sistemas educativos teniendo en cuenta los puntos de vista de cuatro sectores de las comunidades escolares: los equipos directivos de los centros, el profesorado, el alumnado (escolares de quince años) y las familias.

No hemos querido entrar en el diagnóstico y la valoración de la adquisición de aprendizajes concretos, algo de lo que se han ocupado más exhaustivamente otras investigaciones -como los informes PISA (OCDE 2000, 2001, 2004a, 2004b, 2004c) o los del TIMMS (Mullis y col., 2002)- y que han sido comentados a su vez en otros trabajos (Domenech, 2003; Rubio, 2003; Marchesi, 2005; Gil y Vilches, 2005; Pro, 2005). Nosotros queremos estudiar "la malla que envuelve" la adquisición de estos conocimientos, y hacerlo a dos niveles distintos y complementarios: dentro y fuera de la escuela.

En una comunicación anterior (Tárraga y Pro, 2006) hemos dado a conocer algunos resultados. En primer lugar, destacábamos las diferencias en cuanto a la respuesta social e institucional ante los resultados adversos obtenidos por ambos países en la primera versión del proyecto PISA. Pero, más allá de las reacciones, indagamos en las semejanzas y diferencias en cuanto a la opinión del profesorado sobre aspectos que inciden directamente en la enseñanza formal o la definen (experiencia docente, estabilidad profesional en los centros, relación con los compañeros, valoración del nivel de exigencia en las asignaturas de ciencias, equipamiento y tipo de recursos de que dispone, utilización de los mismos en sus aulas, estructura de sus unidades didácticas...); y también en otros elementos que definen la educación no-formal y la informal y que, desde nuestra perspectiva, favorecen o condicionan las características del alumnado al que va dirigida nuestra enseñanza (museos, uso de Internet, libros, revistas, videos o DVD, programas de televisión... a los que pueden acceder o acceden los estudiantes). No repetiremos aquí los resultados pero, desde luego, detectamos contextos muy diferentes -hay que reconocer que no tanto como inicialmente preveíamos- que pueden justificar algunas situaciones.

Si entonces nos centramos en las percepciones del profesorado sobre el contexto educativo en el que desarrollaba su labor, en éste vamos a

ocuparnos de uno de los elementos en que hemos encontrado más diferencias entre ambos sistemas:

*¿Cómo son vistas las prácticas de laboratorio en las clases de Física y Química por el profesorado, los equipos directivos, el alumnado y los padres?*

## **2. Contexto de la investigación: los sistemas educativos**

Para comprender mejor algunos de los resultados que posteriormente mostraremos es preciso, aunque sea brevemente, ver algunas de las diferencias estructurales y organizativas de ambos sistemas educativos. Puesto que el español (Eurydice, 2005a) nos resulta sobradamente conocido, sólo vamos a señalar brevemente algunas características del alemán (Eurydice, 2005b); todas han sido resumidas en el Cuadro 1.

En primer lugar, hay que decir que es más adecuado hablar de “sistemas educativos” alemanes, en plural. En un estado federal como Alemania, cada Comunidad Autónoma (cada Bundesland) tiene su propio sistema educativo, existiendo un organismo interfederal, la Conferencia de Ministros de Cultura (Kultusministerkonferenz, 2005) que trata de alcanzar algunos acuerdos con rango nacional. Debido a estas particularidades, el sistema educativo que veremos aquí es uno de ellos, el de Renania-Palatinado (Rheinland-Pfalz), región situada al suroeste de Alemania, en la frontera con Francia.

Los alumnos comienzan su educación obligatoria con seis años cumplidos y están cuatro años en una escuela de primaria (Grundschule) (clases 1-4). Al concluir esta etapa entran en la educación secundaria obligatoria, que dura 5-6 años, en función del tipo de centro donde se curse. Se divide en dos etapas: Orientierungsstufe (2 años, clases 5-6) y Mittelstufe o Sekundarstufe I (3-4 años, clases 7-9/10). Tras esto los alumnos pueden optar por cursar una secundaria postobligatoria (Oberstufe o Sekundarstufe II) o una formación profesional.

Mientras que en la Región de Murcia existe un único tipo de centro escolar donde cursar la Secundaria Obligatoria, en Rheinland-Pfalz (al igual que en el resto de Alemania) existen tres tipos diferentes de escuelas: Hauptschule (HS), Realschule (RS) y Gymnasium (GY). Los estudiantes van a uno de ellos cuando acaban su educación primaria, teniendo en cuenta su rendimiento académico y la decisión de sus padres (hace



### 3. Ciencias y enseñanza obligatoria

Dadas las características de nuestro proyecto, nos parece necesario incidir de una forma especial en la presencia de las materias científicas en la etapa 12-16. Teniendo en cuenta los planes de estudio de Murcia (CARM 2002a, 2002b, 2003, 2004) y de Rheinland-Pfalz (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung 1997), hemos resumido las horas lectivas semanales en la Tabla 1.

Curso-Klasse	I.E.S.	Hauptschule	Realschule	Gymnasium	
1º ESO - 7	Ciencias de la Naturaleza = 3	Biología= 2 Física y Química= 2	Biología= 2 Física= 2	Biología= 2	
2º ESO - 8	Ciencias de la Naturaleza= 3	Biología= 1 Física y Química= 2	Química= 2	Biología= 1 Física= 2 Química= 1	
3º ESO - 9	Biología y Geología= 2 Física y Química= 2	Biología= 2 Física y Química= 2	Biología= 2 Física= 1 Química= 1	Física= 2 Química= 2	
4º ESO - 10	( <i>Optativas</i> ) Biología y Geología= 3 Física y Química= 3	Biología, Física y Química= 4	Biología= 1 Física= 2 Química= 2	GY con Latín: Biología= 2 Física= 2 Química= 1	GY sin Latín: Biología= 2 Física= 2 Química= 2
Total Ciencias	10-16	15	15	15	16
Total Física y Química	5-8	8	10	10	11

Tabla 1. Horas lectivas de las asignaturas de ciencias en ambos sistemas educativos

Al comparar los datos correspondientes a ambas regiones encontramos diferencias en cuanto a:

- el número de disciplinas que componen el Área de Ciencias de la Naturaleza: en Murcia el área la integran cuatro disciplinas, en Rheinland-Pfalz sólo tres (no se incluye la Geología).

- la agrupación de las disciplinas / separación por asignaturas: las cua-

tro disciplinas no se cursan separadas en ningún curso obligatorio en Murcia, mientras que en Rheinland-Pfalz sólo se cursan como disciplinas agrupadas en la Hauptschule.

- la obligatoriedad de los estudios: en España las asignaturas científicas son optativas en 4º, en Alemania son siempre obligatorias.
- el cómputo global de horas de Ciencias: al acabar la etapa, los alumnos españoles han cursado entre 10 y 16 horas de Ciencias; si no eligen las dos optativas (hecho bastante frecuente), se obtiene una formación menor que los estudiantes alemanes en este ámbito del conocimiento.
- el número de horas de Física y Química: el panorama se torna más sombrío todavía ya que, en el mejor de los “casos murcianos”, estaremos en las mismas condiciones que el “peor” de los casos palatinos: ocho horas de clase.

Este es el contexto en el que debemos situar la investigación y que posiblemente sea el referente para entender algunos de los resultados encontrados.

#### 4. Metodología de la investigación

Como hemos indicado anteriormente, estamos realizando un proyecto de investigación para conocer la realidad en unas materias (la enseñanza de la Física y de la Química), en un nivel educativo específico (educación secundaria obligatoria o equivalente) y en centros escolares de la región española de Murcia y de la alemana de Rheinland-Pfalz.

El estudio de campo se ha realizado a lo largo del curso 2005/06. En el primer trimestre se realizó el estudio piloto, tanto en España como en Alemania, mientras que en el segundo y tercer trimestre se extendió al resto de centros. En la Tabla 2 hemos recogido los datos de participación.

	Centros escolares	Alumnado	Familias	Profesorado	Equipos Directivos
Alemania	5 HS: 1 RS: 1 GY: 2 GS: 1	215 (9 grupos)	98 46% de la muestra	9 Profesoras: 1 Profesores: 8	5 Directores: 5

España	7 IES	181 (8 grupos)	92 51% de la mues- tra	9 Profesoras: 5 Profesores: 4	7 Directores: 4 J.Estudios: 3
--------	----------	-------------------	---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Tabla 2. Datos de participación en el estudio

Decidimos elegir como referente 3º de ESO, primer curso donde aparece la asignatura Física y Química y el único en que resulta obligatoria en el sistema educativo español; su equivalente alemán era Klasse 9. Pero, además, las diferencias de partida del tratamiento curricular de las materias objeto de nuestro estudio, nos han obligado a tomar alguna precaución añadida. Así, en España, todos los grupos de este nivel tienen una sola asignatura -Física y Química- pero en Alemania, como vimos, aparecen separadas (excepto en Hauptschule). Por ello, se ha procurado que hubiese una presencia equitativa, tomando dos grupos de Klasse 9 por cada centro, uno por asignatura.

Para identificar y contrastar las características más relevantes de cada realidad educativa, pasamos cuestionarios, de forma voluntaria y anónima, al alumnado de las clases de Física y/o Química de 3º de ESO (España) o de Klasse 9 (Alemania), a las familias de dichos alumnos, a sus profesores de Física y/o Química y a un miembro del equipo directivo de los centros seleccionados (siete en Murcia y cinco en Rheinland-Pfalz). A estos dos últimos colectivos, más sensibilizados por nuestro trabajo y con un mayor conocimiento de la información que estamos buscando, los hemos entrevistado para aclarar y profundizar más en la información recogida; en todas las entrevistas hemos encontrado una gran receptividad y espíritu de colaboración que, desde aquí, queremos agradecer.

Aunque nuestro proyecto contempla muchos ámbitos de la enseñanza formal, informal y no-formal –como se puede vislumbrar a la vista de un trabajo anterior (Tárraga y Pro, 2006)- en éste sólo nos ocuparemos de las prácticas de laboratorio. Desde nuestra perspectiva, no son unas “actividades más” ni se trata de un recurso impuesto por una “moda efímera” en la enseñanza de estas materias. Con todos los matices que comentamos sobre el desarrollo de las mismas en las aulas (Pro, 2001), creemos que deberían ocupar un lugar importante y destacado en la docencia de la Física y la Química en estas etapas.

En la Tabla 3 vienen sintetizadas algunas de las cuestiones planteadas, la unidad de análisis que usaremos en la descripción de los resultados y

a los colectivos que se les planteó (PR: profesorado; ED: equipo directivo; AL: alumnado; FA: familia). Hemos de decir que hubo aportaciones en respuestas dadas a otras preguntas que hemos incorporado en los resultados.

Unidad de análisis	Pregunta o cuestión planteada	Colectivo
Dotación cantidad	¿Cómo valoraría la dotación del laboratorio en cuanto a su amplitud, la cantidad de materiales que contiene, la existencia de piletas, fuentes de luz...?	PR ED FA
Dotación calidad	¿Cómo valoraría la dotación del laboratorio en cuanto a la calidad de los materiales que contiene, a su utilidad didáctica...?	PR ED
Organización	¿Cómo se organizan en su centro? ¿Existen dobles de grupos, profesores de apoyo, ayudantes de laboratorio...?	PR ED
Utilidad	¿Crees que son necesarias para la enseñanza y el aprendizaje? ¿Para qué las utiliza?	PR ED
Tipo	¿Qué tipo de prácticas se realizan? ¿Cómo son los guiones? ¿Son de elaboración propia o quién los ha elaborado?	PR
Frecuencia	¿Con qué frecuencia se realizan las actividades de laboratorio?	PR AL
Preferencia	¿Cómo responde el alumnado en estas actividades? ¿Les parece interesantes? ¿Les gustaría tener más actividades de este tipo?	PR AL
Visión desde fuera	¿Cómo valora la presencia de la asignatura de Física y Química en los programas escolares? ¿Por qué se han obtenido los resultados de la evaluación PISA?	PR FA AL
Buenas prácticas	¿Cómo deberían ser las prácticas que se realizan en estos niveles educativos? Dime dos prácticas que te funcionen bien y que favorezcan el aprendizaje de tu alumnado	PR

Tabla 3. Cuestiones centrales para identificar las realidades educativas

La información obtenida en cada unidad de análisis proviene de un cuestionario con preguntas abiertas y de opción múltiple, y de la entrevista realizada a algunos de los colectivos ya señalados.

## 5. Resultados

Para facilitar la descripción de los resultados, vamos a mantener la división por unidades de análisis; sólo haremos dos excepciones: agrupamiento de las dos primeras y desdoblamiento de la última. En los casos en que hagamos una alusión a respuestas concretas, utilizaremos una nomenclatura propia. Los autores tendrán hasta siete caracteres: dos en función de su pertenencia a los cuatro colectivos señalados (PR: profesorado; ED: equipo directivo; AL: alumnado; FA: familia); otros dos al estado (ES: España; DE: Alemania); y hasta tres numéricos, que indican el número de encuesta y/o entrevista asignado para el tratamiento informático interno.

### A) Dotación: cantidad y calidad

En Rheinland-Pfalz, el currículum describe los contenidos conceptuales, relacionándolos con la vida cotidiana y señalando ejemplos concretos de experimentos que se pueden realizar. Probablemente por ello, cada aula de ciencias es al mismo tiempo un laboratorio: las mesas tienen espacio para guardar material, cuentan con al menos una pila y un grifo, cableado eléctrico, disponen de armarios y de una sala anexa donde realizar preparaciones, etc. En estas condiciones, los equipos directivos de los centros alemanes visitados consideran suficiente (80%) o abundante (20%) la dotación del laboratorio, porcentajes que son algo menores en el caso del profesorado (56 y 11%, respectivamente). Por otro lado, la calidad del mismo o su utilidad didáctica es valorada como buena por todos los colectivos.

En los institutos españoles consultados, excepto en un caso, esta dependencia no coincide con el aula habitual donde se imparte Física y Química. Y en cuanto a su dotación, las opiniones de algunos de los profesores y equipos directivos consultados hablan por sí solas:

*“El equipamiento es ya antiguo, el mobiliario debería adaptarse a la normativa de Seguridad e Higiene en cuanto a iluminación, tratamiento de productos... debería hacerse como con los equipos informáticos, renovarlos” (EDES01)*

*“Hemos pedido material, se está haciendo viejo... se puede usar, pero la apariencia del material es importante... no invita al alumno a trabajar”* (PRES09)

*“Al no darse todas las prácticas que quisiéramos (porque no ponen más profesorado) el equipamiento se va dejando y es una pena”* (EDES04)

*“Siempre tenemos petición de materiales de los departamentos científicos. No nos molesta, el problema es el dinero con el que se cuenta”* (EDES07)

Por lo expuesto anteriormente, creemos que hay razones objetivas que justifican que los profesores y los equipos directivos germanos califiquen mejor la cantidad y calidad de sus laboratorios que sus homólogos españoles. Llama la atención los escasos conocimientos de los padres españoles sobre la existencia o no de estas instalaciones y de su dotación.

## B) Organización

El profesorado alemán no dispone de horas de desdoble de laboratorio ni de horas complementarias para su preparación, si bien cada centro cuenta con un técnico auxiliar, que puede encargarse de algunas tareas relacionadas con el laboratorio (su implicación depende del tamaño y el funcionamiento de cada centro escolar). Los profesores funcionan más de forma individual en sus tareas pedagógicas (hasta ahora no existe lo que aquí conocemos como programación de departamento, y cada profesor lo es de dos asignaturas distintas, como mínimo), y esto también afecta al laboratorio. Alguno de los profesores entrevistados mostraban claramente su postura respecto a estas circunstancias:

*“Necesitas un aula apropiada, una buena preparación, respeto a las normas de seguridad, tiempo para limpiar y recoger... cuesta mucho trabajo físico y psíquico... en mi centro no se tiene en cuenta (una clase tras otra)”* (PRDE08)

*“Después de las prácticas “te santiguas tres veces”... porque todo ha salido bien...debes pensar antes si una práctica es posible con la cantidad de alumnos que tienes”* (PRDE09)

*“Funciona bien, si ya se ha practicado anteriormente... y si no hay un grupo numeroso”* (PRDE02)

A veces el profesorado germano recurre a las prácticas de cátedra -a un profesor no le gustan demasiado porque “su efecto pasa rápido”- o bien a los llamados “círculos de aprendizaje”: disponen de cuatro a seis prácticas simultáneas y los alumnos van rotando por las mismas, haciendo después una puesta en común de lo trabajado.

La situación de los centros españoles es muy diferente: existen horas complementarias para preparación de prácticas de laboratorio y profesorado de apoyo para el desdoble quincenal de grupos (si igualan o superan los 25 alumnos por clase)... en teoría. En la práctica el profesorado y los equipos directivos aluden a los problemas que suponen la reducción sistemática de las plantillas de profesores de Física y Química, las dificultades organizativas de los centros, una ratio elevada, la necesidad de profesores de apoyo... como factores que condicionan la realización de estas actividades. Sea por problemas estructurales o por excusas personales, parece clara que la importancia asignada a estas tareas no es la misma en ambos contextos educativos; sólo algún entrevistado realiza observaciones preocupantes:

*“En el instituto se desdobla de manera clásica, pero yo no lo veo bien... Es como darle menor categoría a las clases prácticas... Terminarán desapareciendo”* (PRES07)

*“El principal problema es que no hay desdoble si no hay suficiente número de alumnos”* (EDES02)

### C) Utilidad

Cuando se pregunta al profesorado español o alemán sobre la utilidad de estas actividades, existe una cierta unanimidad a la hora de valorar la necesidad de estas actividades (se realicen o no en las aulas) y una similitud de argumentos para defender su utilización en las clases de Física y Química: “son una fase del proceso científico”, “sirven para fijar mejor los conceptos tratados”, “gustan mucho a los alumnos”, “son importantes las prácticas porque las cosas se aprenden tocándolas”...

Entre las razones que aportan los profesores y equipos directivos alemanes podríamos señalar:

*“Muy importantes... porque los alumnos pueden experimentar lo que están hablando, aprender a hacer experimentos. Además, a mí me gusta hacerlas”* (PRDE01)

*“Son muy importantes, muy efectivas... Así también los alumnos van captando los métodos de la ciencia... Después de dos años hay alumnos que todavía recuerdan las prácticas y así puedes referirte a ellas en cursos superiores”* (PRDE06)

*“Necesarias, muy necesarias. Sin ellas no serían ciencias experimentales. Sería mejor un poco menos teoría y realizar más prácticas de alumnos”* (PRDE07)

*“Me parecen muy bien. Son muy necesarias. Casi siempre trato de que los alumnos las hagan. No me gusta hacerlas yo porque el efecto se pasa rápido” (PRDE08)*

*“Las prácticas son muy importantes. La pubertad, especialmente en los chicos, aporta problemas, que con más clases de ciencias y más prácticas se podría mejorar. Nos gustaría tener una asignatura experimental.” (EDDE04)*

*“Queremos que las ciencias estén cerca de la vida cotidiana... que tengan muchas prácticas de laboratorio” (EDDE05)*

Entre las que aportan los profesores españoles señalaríamos:

*“Creo que son necesarias. Son lo más atractivo para los alumnos y les sirve para entender cosas que se han quedado en el aire” (PRES01)*

*“Son necesarias. Les gustan a los alumnos y a mí también”. (PRES02)*

*“El laboratorio es súper importante. Les motiva... Cambian de aula a laboratorio, trabajan en grupo, hacen manos...” (PRES04)*

*“... Aquí no desaparece nada. El laboratorio lo ven como algo suyo... Complementan lo visto en clase. A los alumnos les motivan y les gusta” (PRES08)*

#### D) Tipo de prácticas

Las actividades de laboratorio en Alemania tienen una heterogeneidad importante. Así lo podemos deducir de algunas de sus descripciones:

*“Los alumnos hacen prácticas para entrar en un tema nuevo....Trabajan con círculos de aprendizaje: tienen varias prácticas pequeñas y van rotando” ( PRDE02)*

*“Hago un reparto de trabajo: un alumno se encarga del material, otro hace la hoja de prácticas, otro para las normas de seguridad, otro para la organización temporal y después otro para la presentación” (PRDE04)*

*“Tienen que observar, recoger datos y hacer el protocolo... No es difícil y, además, pueden sacar los conocimientos por su cuenta” (PRDE07)*

*“Muchas veces les doy la hoja de trabajo una clase antes... y lo repito antes de la práctica” (PRDE08)*

*“Hablo de seguridad al principio de curso y antes de cada práctica... Me parece que tengo que hacerlo....Sólo podrían hacerse prácticas con 18 alumnos, pero a veces tienes 30... Debes pensar antes si una práctica es posible con la cantidad de alumnos que tienes” (PRDE09)*

Como puede verse, en primer lugar, se pone de manifiesto una se-

rie de problemas “lógicos” cuando existe una utilización real de este tipo de actividades. Pero, además, se percibe que no se usa de forma homogénea en todos los centros. Esta variedad pone de manifiesto que, cuando se habla de la utilización del laboratorio, no nos referimos a un enfoque único y universal; es sólo una unidad de actuación dentro de un planteamiento metodológico, donde los “matices” son trascendentes.

Las actividades de laboratorio en España –cuando se hacen- son muchas veces comprobatorias. Suelen realizarse después de haber impartido la teoría y con la finalidad de visualizar algo que previamente se ha enseñado. A veces, incluso, existe un desfase de varias semanas entre lo que se está haciendo en el aula y lo que se hace en el laboratorio (debido muchas veces al sistema de desdoble establecido por la administración). En cuanto a la forma de trabajo, sirvan de ejemplo dos de las descritas por el profesorado entrevistado:

*“En mi caso, los alumnos no vienen al laboratorio hasta que no tienen una planificación. Intento transmitirles el proceder científico. Los alumnos no tienen claro que se tarda más en planificar que en actuar. A veces, un poco en broma y un poco en serio, los dejo en la clase hasta que no lo tienen claro... Uno no va a la cocina a mezclar los ingredientes de la primera leja... Tienes que saber si vas a hacer garbanzos o habichuelas... Lo terminan asumiendo... les pica ver que otros grupos ya están en el laboratorio y ellos no... Y luego a seguir trabajando.” (PRES07)*

*“Cada grupo es de dos alumnos, tienen un documento de trabajo. Se les explican las medidas de seguridad (por ellos, por los demás y por conservar el material)” (PRES09)*

#### E) Frecuencia

La cifra de profesores de la región alemana que dicen utilizar “casi siempre” las prácticas de laboratorio para sus explicaciones es el doble que la registrada entre los profesores murcianos (aproximadamente un 90 % frente a un 45%).

Cuando se pregunta al alumnado de la región alemana sobre la frecuencia aparece alguna discrepancia respecto a lo manifestado por sus profesores: en torno al 70% dice que utiliza habitualmente –“siempre” o “casi siempre”- este tipo de actividades y el otro 30% señala que sólo las realiza “a veces”. Es posible que lo que para el profesorado sea considerado “casi siempre” para los estudiantes sea “a veces”, pero ningún alumno señala “nunca”.

Cuando se pregunta al alumnado murciano, también aparecen algunas discrepancias entre los resultados de los profesores y de los alumnos españoles. Sin embargo, aquí la duda es entre el “a veces” del profesorado y el “nunca” del alumnado; lo que, obviamente, es más preocupante que en el caso anterior, ya que casi el 40% del alumnado indica que nunca hace este tipo de actividades.

#### F) Preferencia

Los alumnos de ambos países manifiestan claramente su preferencia por este tipo de actividades:

			País		Total	
			Alemania	España		
me gusta	a veces	Recuento	55	52	107	
		%	25,6%	28,7%	27,0%	
	nunca	Recuento	9	5	14	
		%	4,2%	2,8%	3,5%	
	siempre	Recuento	150	105	255	
		%	69,8%	58,0%	64,4%	
	no contesta	Recuento	1	19	20	
		%	,5%	10,5%	5,1%	
	Total		Recuento	215	181	396
			%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 4. Respuestas a la pregunta “¿Te gusta hacer prácticas de laboratorio?”

Sin embargo, estos casi coincidentes altos porcentajes tienen lecturas diferentes: en un caso, esta valoración positiva se realiza desde un conocimiento de lo que supone y desde una experiencia contrastada; en el otro, no sabemos qué pensarían en una utilización menos anecdótica. Lo que sí dejan claro estos últimos es que les gustaría que hubiese más:

*“que haya más material para hacer experimentos” (ALES02)*

*“nos gustaría hacer experimentos, más salidas, hacer más trabajos en equipo y que nos pusieran más videos... así todo se nos quedaría mejor” (ALES36)*

#### G) Valoración desde fuera

Pocas familias contemplan la posibilidad –no digamos la certeza...- de que sus hijos puedan realizar estudios científicos cuando acaben la educación obligatoria; se puede considerar una opinión intrascendente

o un síntoma (no vamos a entrar en ello). Pero el hecho es que no llega al 20% las que admiten la posibilidad, aunque curiosamente las previsiones “más favorables” se realizan en el contexto español.

Si la pregunta se la realizamos a los hijos, las respuestas son aún más desalentadoras: sólo un 7% de los estudiantes alemanes apuntan a alguna posibilidad y alrededor de un 16% en el caso de los españoles. Hay un porcentaje importante que no lo justifica (42% lo deja en blanco) pero el argumento más utilizado entre los alumnos alemanes es “porque no me gustan” o “porque no se me dan bien las asignaturas de ciencias”; entre los murcianos predomina “porque es pronto para saberlo”. La respuesta dada por un profesor puede contener alguna de las claves que nos ayuden a entender los resultados obtenidos:

*“Gran parte del alumnado quiere una salida fácil, el camino corto, elegir otras optativas en cuarto, y otro bachillerato. En otros casos es porque no se les ha hecho atractiva la ciencia... plantearlo de otra manera... quizás hacerlo todo mucho más práctico, con más prácticas de laboratorio, que les encantan”* (PRES01)

En general, hay un desconocimiento importante de las familias sobre lo que se hace en la asignatura de Física y/o Química, siendo más pronunciado entre las familias españolas. No obstante, se deslizan afirmaciones interesantes:

*“En cuanto a la Física y Química creo que es una asignatura que debería impartirse en el laboratorio, rodeado de ejemplos, equipos y medios necesarios para ir practicando los conocimientos adquiridos, o una mejor comprensión de éstos”* (FAES20)

*“Es muy escasa la formación científico-técnica que se da a la población. Tendrían que dar más programas en televisión. En los institutos hacer más laboratorio. Hacer que los alumnos vivan, más, manipulen etc., todo lo relacionado con la Física, Química, Ciencia, Técnica en general...”* (FAES52)

En las respuestas al cuestionario se realizan algunos comentarios sobre el uso de las actividades prácticas –entre otros muchos factores, a los que no aludiremos por no ser objeto de este trabajo- para justificar los resultados obtenidos en el Proyecto PISA; obviamente en el caso de los españoles por los malos resultados y en el de los alemanes para encontrar razones a su mejora. Así, los padres murcianos dicen:

*“Desconocía que hubiéramos sido tan mal valorados, pero quizás sea por falta de prácticas”* (FAES10)

*“Los resultados pueden deberse a que los medios con los que se cuentan y la actividad que imparten sea menos adecuada que en otros lugares” (FAES33)*

*“(En cuanto a PISA)... será cierto. Creo que los alumnos deberían utilizar más los laboratorios con prácticas” (FAES35)*

Mientras que los germanos señalan:

*“Si obtenemos mejores resultados es porque aquí se fomenta el estudio de las ciencias naturales. Se les da más atención y más peso. Las clases se imparten de forma clara (experimentos, prácticas, etc.)” (FADE68)*

*“Tenemos mejores notas porque los estudiantes alemanes hacen más experimentos” (FADE76)*

#### H) Buenas estrategias

Teniendo en cuenta las opiniones de todos los colectivos que han colaborado en nuestra investigación (alumnado, familias, profesorado y equipos directivos), hemos seleccionado una serie de buenas estrategias respecto a este punto tan importante en las clases de Física y Química:

1. Realizar el máximo posible de prácticas.
2. Realizar prácticas sencillas, lo menos peligrosas posibles, sin aparatos complicados o muchas manipulaciones.
3. Implicar directamente al alumnado.
4. Hacer ver la necesidad de una planificación previa, con inclusión de las medidas de seguridad necesarias.
5. Trabajar en grupos
6. Buscar siempre el mayor acercamiento entre lo que se hace en el laboratorio y los hechos y fenómenos de la vida cotidiana
7. Usar materiales de la vida cotidiana, como recipientes de leche, latas de bebidas, pañales, balones y bombas de bicicleta, bolsas de té, pequeños aparatos caseros, etc., para hacer con ellos los experimentos de laboratorio

No entramos a valorar estas “buenas estrategias” desde la perspectiva de los agentes implicados pero sí quisiéramos resaltar que pueden ser un buen punto de partida para empezar a incorporar estas actividades a las aulas o a replantearse el enfoque que estamos utilizando.

#### I) Prácticas que funcionan

A la vista de la experiencia del profesorado interviniente en nuestro

proyecto, quisimos saber qué prácticas consideraban que funcionaban de cara a que su alumnado mejorara su aprendizaje científico. Los resultados se describen a continuación (entre paréntesis se identifica su elector siguiendo la nomenclatura usada hasta ahora).

En relación con las prácticas de Física, seleccionaron las siguientes:

- 1) Estudio del principio de Arquímedes (PRDE01 y PRDE09)
- 2) Medidas de capacidad térmica (PRDE04)
- 3) Estudio de la temperatura de cambios de estado, p.e. fusión del hielo y ebullición del agua (PRDE04 y PRES01)
- 4) Fabricación de smog por inversión de la capa térmica (PRDE05)
- 5) Estudio de la conductividad eléctrica (PRDE06)
- 6) Presión atmosférica, con postal bajo un vaso (PRDE09)
- 7) Experimentos con émbolos (PRDE09)
- 8) Medición de propiedades de la materia (l, m, v, d) con instrumentos o mediante la aplicación de fórmulas (PRES04, PRES09)
- 9) Investigación sobre el tamaño de una gota de agua (PRES07)
- 10) Demostración de que el aire es materia (PRES07)
- 11) Estudio de las oscilaciones de un péndulo (PRES09)

En relación con las prácticas de Química, eligieron las siguientes:

- 1) Destilación seca de la madera (PRDE03)
- 2) Identificación de ácidos y bases desconocidos (PRDE05, PRES09)
- 3) Estudio de la conductividad eléctrica en función del tipo de enlace (PRDE06)
- 4) Carbonización de sustancias del entorno (azúcar, carne, etc.), por calentamiento, para saber que llevan carbono (PRDE07)
- 5) Preparación de disoluciones (PRES01 y PRES06)
- 6) Separación de sistemas materiales, como cromatografía en tiza, separar arena y limaduras de hierro,... (PRES02, PRES05, PRES09)
- 7) Reconocimiento y caracterización de elementos químicos (PRES03)
- 8) Reacciones químicas con cambios de color, con humo... que se puedan observar con la vista (PRES03, PRES04, PRES06)

## 6. Conclusiones

Curricularmente hablando, encontramos diferencias notables en la enseñanza de las asignaturas de ciencias entre las dos regiones estudiadas. Éstas tiene que ver con el número de disciplinas que componen el Área de Ciencias de la Naturaleza, la agrupación de disciplinas, la obligatoriedad de los estudios, el cómputo global de horas de Ciencias en general y el número de horas de Física y Química en particular. Creemos que en España debería aumentarse el número de horas de estas disciplinas, así como extender su obligatoriedad a todos los cursos de educación obligatoria, si realmente queremos lograr ciudadanos alfabetizados, científicamente hablando.

En cuanto a la cantidad y calidad de los laboratorios, los centros alemanes salen mejor parados que los españoles, ya que en Rheinland-Pfalz cada aula de ciencias es un aula-laboratorio, con una dotación considerada positivamente tanto por el profesorado como por el equipo directivo de los centros. En Murcia la situación es bastante más deficiente, por lo que sería necesario dotar de más aulas y material renovado a los centros de enseñanza.

El profesorado alemán no dispone de horas adicionales para la preparación o impartición de prácticas, pero cada centro cuenta con un técnico auxiliar y la ratio suele ser menor que en las clases españolas. En Murcia, desde hace unos años, se conceden horas lectivas de desdoble cuando los grupos tienen más de 24 alumnos, pero el cómputo total de las mismas depende mucho de las circunstancias particulares de cada centro.

Todo el profesorado entrevistado cree que estas actividades son útiles en la enseñanza científica, utilizando argumentos similares, independientemente del país de origen, y que tienen que ver con la naturaleza de las disciplinas o con la buena aceptación por parte del alumnado (los alumnos de ambos países manifiestan claramente su preferencia por este tipo de actividades). Ahora bien, las cifras de profesores que las utilizan son mucho menores en el caso de la región española, ya que, preguntado el alumnado, casi el 40% de los murcianos indican que nunca hacen este tipo de actividades, hecho inexplicable en una materia como la que estamos comentando.

Cuando se habla de la utilización del laboratorio, no hay un enfoque único y universal entre el profesorado alemán, mientras que es más

uniforme en el caso español -muchas veces son actividades comprobatorias-, quizás motivado por el sistema de desdoble establecido por la administración educativa.

Pocas familias -pero alguna más en el caso español- contemplan la posibilidad de que sus hijos puedan realizar estudios científicos; y si la pregunta la realizamos a los hijos, las respuestas son aún más desalentadoras, aunque también menos bajas entre el alumnado murciano.

Las familias realizan algunos comentarios sobre el uso de las actividades prácticas -entre otros muchos factores- para justificar los resultados obtenidos en el Proyecto PISA; obviamente en el caso de los españoles por los malos resultados y en el de los alemanes para encontrar razones a su mejora.

Finalmente hemos seleccionado una serie de buenas estrategias, teniendo en cuenta las opiniones de todos los colectivos que han colaborado en nuestra investigación (alumnado, familias, profesorado y equipos directivos), así como una serie de prácticas que el profesorado participante en el proyecto nos dijo "que funcionaban".

En resumen, los resultados obtenidos ponen de manifiesto importantes diferencias en el tratamiento de las prácticas de laboratorio de Física y Química en ambos contextos. Algunas se derivan de elementos organizativos o de la dotación de recursos pero otras -mucho más profundas- son una consecuencia de concepciones y creencias sobre la enseñanza y sobre la educación, la formación del profesorado, el reconocimiento social, etc.

## 7. Referencias bibliográficas

CARM (2002 a). Decreto 112/ 2002, de 13 de septiembre por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM 14.09.02).

CARM (2002 b). Orden de 16 de septiembre de 2002, de la Consejería de Educación y Cultura, por la que se desarrolla la estructura y organización de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM 04.10.02), modificada por la Orden de 20 de noviembre de 2002 (BORM 26.11.02).

CARM (2003). Resolución de 15 de octubre de 2003, de la Dirección General de Enseñanzas Escolares, por la que se redistribuyen en los dos primeros cursos de la ESO los criterios de evaluación del primer ciclo establecidos en el currículo de la ESO, aprobado por Decreto 112/2002, de 13 de septiembre (BORM 29.10.03).

- CARM (2004). Orden de 26 de abril de 2004, por la que se regulan los programas experimentales de Enseñanza Bilingüe en ESO y Bachillerato (BORM 24.05.04), modificada por Orden de 20 de septiembre de 2004 (BORM 08.10.04)
- Domenech, V. (2003). El proyecto PISA. Un proyecto internacional para la búsqueda de indicadores de rendimiento. *Alambique*, 37, 19-32.
- Eurydice (2005a). *Fichas breves de los sistemas educativos europeos: España*, última actualización en mayo de 2005, en <http://www.eurydice.org>
- Eurydice (2005b). *Summary Sheets on Education Systems in Europa: Germany*, última actualización en febrero de 2005, en <http://www.eurydice.org>
- Gil, D.; Vilches, A. (2005). El "escándalo" del informe PISA. *Aula*, 139, 16-19.
- KMK - Kultusministerkonferenz (2005a): *Secretaría de la Conferencia Permanente de los Ministros de Educación y Cultura de los Länder*, en <http://www.kmk.org>
- Marchesi, A. (2005). El informe PISA: nada contribuye a mejorar lo esperado. *Aula*, 139, 9-15.
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung (1997). *Lehrplan-Entwürfe Lernbereich Naturwissenschaften Biologie, Physik, Chemie*. Mainz.
- Mullis, I.V.S. y col (2002). *Marcos teóricos y especificaciones de evaluación de TIMSS 2003*. Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- OCDE (2000). *Proyecto PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación/OCDE*. Madrid. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- OCDE (2001). *Conocimientos y destrezas para la vida: primeros resultados del proyecto PISA 2000: resumen de resultados/OCDE*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.
- OCDE (2004a). *Aprender para el mundo del mañana. Resumen de resultados PISA 2003/OCDE*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.
- OCDE (2004b): *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas/OCDE*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.
- OCDE (2004c). *Messages from PISA 2000*, en <http://www.pisa.oecd.org/>
- Parlamento Europeo (2002): *Consejo Europeo de Barcelona- Conclusiones de la Presidencia*, en [http://www.europarl.eu.int/bulletins/pdf/01s2002\\_es.pdf](http://www.europarl.eu.int/bulletins/pdf/01s2002_es.pdf)
- Pro. A. (2001). Actividades de laboratorio y enseñanza de los contenidos procedimentales En la obra de Sequeiro y otros: *Trabalho prático e experimental na Educação em Ciências*, 109-124. Braga: Universidade do Minho.
- Pro, A. (2005). Muchos interrogantes ante los resultados obtenidos en ciencias en el proyecto PISA. *Aula*, 139, 32-35.
- Pro, A.; Ezquerro, A. (2004). La enseñanza de la física: problemas clásicos que requieren respuestas innovadoras. *Alambique*, 41, 54-67.
- Rubio, R. (2003). El proyecto TIMMS: evaluación de las ciencias. *Alambique*, 37, 33-40.
- Tárraga, P.; Pro, A. (2006). Los profesores de secundaria de Física y Química en la Unión Europea: primeros resultados de una investigación en Alemania y España. Comunicación presentada y publicada en *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza.

El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España.

PILAR TÁRRAGA, HARRY BECHTOLD Y ANTONIO DE PRO BUENO

## **Agradecimientos**

Este artículo forma parte del trabajo desarrollado durante el curso 2005/06 con una licencia por estudios de Pilar Tárraga, concedida por la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.