

# LOS OBJETIVOS DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO DISEÑADAS PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIA CIENTÍFICA MEDIANTE EXPERIMENTOS EN TIEMPO REAL: VISIÓN DEL ALUMNADO

Montserrat Tortosa Moreno  
*Univ. Autònoma de Barcelona, INS Ferran Casablanca (Sabadell)*  
montserrat.tortosa@uab.cat

Josefa Guitart Mas  
*Univ. de Barcelona, CESIRE CDEC. Departament d'Ensenyament (Barcelona)*

Marek Skorsepa  
*Bel Matej University in Slovakia,*

Hildegard Urban-Woldron  
*University of Vienna*

Eva Stratilová-Urvalková, Petr. Smejkal  
*Charles Univ in Prague*  
montserrat.tortosa@uab.cat

**RESUMEN:** El principal objetivo del presente estudio es saber si alumnos que utilizan protocolos de laboratorio que han sido diseñados según los hallazgos de las investigaciones en didáctica para experimentos en tiempo real, son capaces de captar los objetivos de las actividades que han realizado. Se ha diseñado un marco para la elaboración de actividades, y se han creado actividades de física y química. Los alumnos de distintos países que han implementado distintas actividades son capaces de enumerar correctamente los objetivos de las mismas, asimismo la mayoría dice que los equipos con sensores les han ayudado a interpretar los resultados de los experimentos.

**PALABRAS CLAVE:** sensores en el laboratorio, indagación guiada, enseñanza secundaria, experimentos en tiempo real, MBL.

## OBJETIVOS

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia que tiene el objetivo principal de diseñar e implementar secuencias de laboratorio para estudiantes de secundaria que aprovechen las ventajas de los equipos de captación automática de datos para la adquisición de competencia científica. El prin-

---

cial objetivo del presente estudio es saber si alumnos que utilizan protocolos de laboratorio que han sido diseñados según los hallazgos de las investigaciones en didáctica para experimentos en tiempo real, son capaces de captar los objetivos de las actividades que han realizado. Saberlo nos dará datos sobre la calidad de la primera versión de estas actividades.

Coincidimos con la opinión de Lijnse (2004) de que es necesario que los estudiantes vean los objetivos de lo que están haciendo, para que el proceso de enseñanza-aprendizaje tenga probablemente más sentido para ellos. Los materiales de aula diseñados suelen refinarse en un proceso iterativo que incluye múltiples factores, entre los que se encuentran las opiniones del profesorado, y el rendimiento del alumnado.

Nuestra investigación pretende responder a las preguntas:

- ¿Sabe el alumnado los objetivos de las actividades que hemos diseñado en base a resultados de investigación?
- ¿Creen que los experimentos en tiempo real de dichas actividades les han ayudado a aprender?

## MARCO TEÓRICO

Los experimentos en tiempo real, (también llamados EXAO de experiencias asistidas con ordenador, o MBL de multicomputer based laboratory), son una tecnología en la que uno o más sensores toman los datos y con las conexiones adecuadas permiten ver los resultados en el momento en el que se producen. Esta actividad permite a los estudiantes trabajar muchas características de las competencias científicas, además permite una interacción rápida y continua con el nuevo aprendizaje que van adquiriendo.

Esta herramienta permite trabajar con un enfoque constructivista (Pintó y otros, 2004; Tortosa y otros, 2008; Espinoza y Quarless, 2012), i puede presentar claras ventajas en la recogida y visualización de los datos, permitiendo la práctica de actividades cognitivas de alto nivel (Aksela, 2005). Las investigaciones en didáctica no han encontrado por el momento relaciones simples entre las experiencias en el laboratorio y el aprendizaje de los estudiantes (Hofstein y Lunetta, 2003), sin embargo la idea de que el aprendizaje significativo es posible en el laboratorio si a los estudiantes se les dan buenas oportunidades está ampliamente aceptada. Según Sheppard (2006), si la tecnología MBL se utiliza con la aproximación predicción-observación-explicación (POE) es una herramienta potente para evaluar el aprendizaje de los alumnos en un en una gran variedad de aspectos.

La propuesta de instrucciones para actividades MBL presentadas como una indagación guiada y estructuradas como un ciclo de aprendizaje se ha mostrado efectiva para la adquisición de aprendizaje significativo (Tortosa 2008; Pintó y otros 2010, Guitart y otros 2012). También es importante minimizar las complicaciones técnicas asegurando equipos fáciles de usar. En este sentido se han propuesto estructuras para prácticas (Tortosa, 2012). En la mayoría de las investigaciones acerca de los puntos de vista de los estudiantes con el uso de equipos MBL, en general dicen que es una tecnología fácil de usar, que los motiva y que los ayuda a mejorar la comprensión en ciencias, aunque algunas investigaciones identifican a algunos estudiantes que discrepan de esta visión.

## METODOLOGÍA

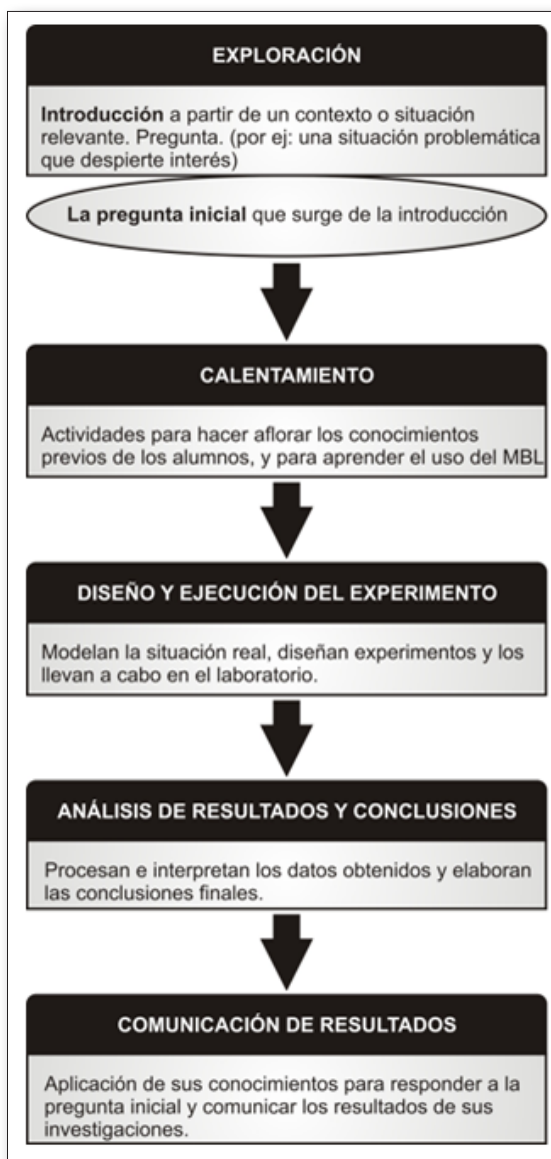


Fig. 1. Marco para el diseño de actividades para la adquisición de competencia científica utilizando sensores MBL. Elaborado por los autores del presente estudio

*El diseño de las actividades* de aula trabajó fue realizado por un equipo formado por investigadores de seis universidades pertenecientes a cinco países europeos. Después de una exhaustiva revisión de la literatura se diseñó colaborativamente un nuevo marco para las actividades MBL con alumnado de secundaria (Figura 1). Utilizando el marco creado, se diseñaron actividades de Física, Química y Biología para alumnado de secundaria. Las actividades, elaboradas inicialmente en una lengua franca, se tradujeron a las lenguas en las que serían implementadas en el aula (alemán, catalán, checo, eslovaco y finlandés).

---

Los materiales diseñados se basan en la indagación guiada y están contextualizados en temas de índole personal (por ejemplo nuestro movimiento), social (bebidas calientes) o global (el océano como sumidero de dióxido de carbono). Cuando los estudiantes toman datos experimentales se les propone una secuencia Predecir-Observar-Explicar. Las principales competencias científicas que las actividades diseñadas pretenden potenciar son el diseño de experimentos, la interpretación de resultados experimentales y su posterior comunicación.

*En las implementaciones* con alumnos en Austria, la República Checa y Eslovaquia, los profesores de las actividades han sido los propios investigadores y diseñadores de las mismas, que las han llevado a cabo preferentemente en talleres en la universidad a los que acudían los estudiantes de secundaria. La implementación de las actividades en Catalunya se ha llevado a cabo en aulas ordinarias por parte del profesorado habitual de los alumnos participantes: se han dado a conocer las actividades a un grupo de diez profesores de secundaria, que han elegido las actividades que han considerado adecuadas para sus clases. Los profesores catalanes han recibido dos sesiones de formación y soporte continuo, normalmente en línea, por parte de dos investigadoras y autoras del presente estudio. De acuerdo con trabajos previos (Guitart y otros 2009), el retorno de los profesores se utilizará para refinar las secuencias.

Las actividades se empezaron a implementar en septiembre del 2012. En el presente estudio se han analizado las respuestas dadas por 103 estudiantes de secundaria, pertenecientes distintos países que han implementado actividades diseñadas según el marco mencionado. En las tablas 1 y 2 se muestran los detalles de las implementaciones.

Después de cada actividad, los alumnos respondieron un cuestionario para valorar su comprensión de la misma. En este trabajo, presentamos las respuestas de los alumnos a las preguntas:

1. Entiendo los objetivos de la actividad que he realizado
2. Haz una lista de los objetivos de la actividad que acabas de realizar
3. La aproximación con sensores y MBL me ha ayudado a interpretar los resultados correctamente.
4. La actividad se podría haber hecho sin el uso de sensores y equipos MBL.

Para las respuestas a las preguntas 1, 3 y 4, se pidió a los estudiantes que eligiesen en una escala de Likert de cuatro niveles (desde 1: totalmente de acuerdo, hasta 4: totalmente en desacuerdo) y que añadiesen comentarios si lo creían necesario. La pregunta 2 es de respuesta abierta.

## RESULTADOS

En las tablas 1 y 2 se muestran los datos de las implementaciones con alumnado de secundaria protocolos de actividades de física y de química respectivamente, así como las respuestas de los alumnos acerca de los objetivos de la actividad y su percepción de si los sensores les han ayudado a interpretar los resultados, y si la actividad se podía realizar sin sensores. Observamos que los alumnos en general dicen que conocen los objetivos de las actividades (en una escala de Likert del 1: totalmente de acuerdo, al 4: totalmente en desacuerdo) las respuestas son menores a 2 en todos los grupos excepto en dos, y el valor máximo es 2,3. Es interesante remarcar que los objetivos que escriben los alumnos son en general correctos en todos los grupos, excepto en una de las prácticas de física con un grupo de alumnos de menor edad (13-14). Aunque consideramos estos resultados como preliminares, se puede valorar si la práctica quizás no es adecuada para la edad de los alumnos que dicen que entienden los objetivos pero en realidad no los entienden, ni para qué sirve la actividad. Otro hecho a destacar es que la mayoría de estudiantes que han implementado actividades de química y dicen que los equipos MBL les han ayudado a entender la práctica, y que esta no se podría haber hecho sin sensores.

Tabla 1.  
Actividades de física

Grupo	A (n = 7) movimiento	B (n = 19) movimiento	C (n = 8) movimiento	D (n = 6) péndulo	E (n=3) calor	F (n = 20) movimiento	Total (n = 63)
Lugar de la implementación A: Austria C: Cataluña	C	C	A	A	A	C	
Implementado en E:Escuela U: Universidad	E	E	E	E	E	E	
Edad	17-18	15-16	16-17	16-17	16-17	13-14	
Pregunta 1: Entiendo los objetivos	2.1	1.7	2.3	1.7	1.3	1.7	1.8
Pregunta 2: (lista de los objetivos )	1.3	1.4	2.0	2.0	2.0	0.5	1.3
Pregunta 3: El equipo MBL me ha ayudado a interpretar los resultados	2.6	2.7	2.0	2.0	1.7	3.4	2.7
Pregunta 4: La actividad se podía haber hecho sin MBL	2.0	1.7	4.0	3.8	4.0	2.1	2.5

Respuestas de los alumnos después de las implementaciones de actividades de física. Para las respuestas a las preguntas 1, 3 y 4, se pidió a los estudiantes que eligiesen en una escala de Likert de cuatro niveles (desde 1: totalmente de acuerdo, hasta 4: totalmente en desacuerdo). Hemos clasificado los objetivos mencionados por los estudiantes en la pregunta 2 como: 0: incorrecto/sin respuesta, 1: parcialmente correcto y 2: correcto.3

Tabla 2.  
Actividades de química

Grupo	G (n = 12) pH y antiácidos	H (n = 3) Espectros cualitativo	I (n = 3) Espectros cuantitativo	J (n = 6) Acidez del vino	K (n=5) Redox	L (n = 11) conducti- metría	
País de la implementación SK: Eslovaquia; CZ: Rep. Checa	SK	CZ	CZ	CZ	CZ	CZ	
Implementado en E:Escuela U: Universidad	U	U	U	U	U	U	
Edad	16-17	17-18	17-18	17-18	17-18	17-18	
Pregunta 1: Entiendo los objetivos	1.5	2	1.7	1.7	1.4	1.6	1.6

Grupo	G (n = 12) pH y antiácidos	H (n = 3) Espectros cualitativo	I (n = 3) Espectros cuantitativo	J (n = 6) Acidez del vino	K (n=5) Redox	L (n = 11) conducti- metría	
Pregunta 2: (lista de los objetivos )	1.8	1.3	1.7	1.3	1.2	0.6	1.3
Pregunta 3: El equipo MBL me ha ayudado a interpretar los resultados <sup>1</sup>	1.8	1	1.7	2.0	1.4	1.8	1.7
Pregunta 4: La actividad se po- día haber hecho sin MBL <sup>1</sup>	3.5	4.0	3.0	3.2	3.5	2.9	3.3

Respuestas de los alumnos después de las implementaciones de actividades de química. Para las respuestas a las preguntas 1, 3 y 4, se pidió a los estudiantes que eligiesen en una escala de Likert de cuatro niveles (desde 1: totalmente de acuerdo, hasta 4: totalmente en desacuerdo). Hemos clasificado los objetivos mencionados por los estudiantes en la pregunta 2 como: 0: incorrecto/sin respuesta, 1: parcialmente correcto y 2: correcto.

## CONCLUSIONES

De nuestros resultados se desprende que los alumnos que han implementado las actividades diseñadas, conocen los objetivos de las mismas. Creemos que este resultado es positivo, ya que estamos de acuerdo con Lijnse (2006) en que si los estudiantes ven el sentido de lo que están haciendo, su interés hacia el aprendizaje se incrementa.

Por otro lado, nuestros resultados muestran que la mayoría de los alumnos estudiados creen que los equipos de captación automática de datos les han ayudado a interpretar los resultados, y que estos experimentos no se podrían haber hecho sin estos equipos. Aunque estos resultados deben tenerse en cuenta de manera prudente, ya que el número de alumnos analizado no es muy numeroso, merece la pena destacar que en general las respuestas dadas por los estudiantes no son diferentes entre sí, aunque sí lo han sido las condiciones de implementación, en distintos países y condiciones. Los datos obtenidos en este estudio se utilizarán para refinar las versiones definitivas de las actividades. Un análisis más detallado con más alumnos nos podría dar datos útiles para poder dar recomendaciones sólidas a los profesores acerca del uso en el aula de las actividades analizadas.

## AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias muy especialmente al profesorado que ha implementado en sus aulas las actividades presentadas, y a todas las alumnas y alumnos participantes. Este trabajo forma parte del proyecto: 517587-LLP-1-2011-1-ES-COMENIUS-CMP.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Aksela, M. (2005). *Supporting meaningful chemistry learning and Higher-order thinking through computer-assisted inquiry: a design research approach*. Academic Dissertation. Helsinki: University of Helsinki.
- Espinoza F. y Quarless, D. (2010). An inquiry-based contextual approach as the primary mode of learning science with microcomputer-based laboratory technology. *J. Ed. Tech. Syst.* 38(4) 407-426, 2009-2010.
- Guitart, J.; Domènech, M., y Oro, J. (2009). Un curso de formación centrado en la gestión de actividades MBL y basado en la reflexión sobre la práctica docente. Enseñanza de las Ciencias, *Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 1159-1162
- Guitart, J y Tortosa, M. (2012). How to implement a better use of MBL in the science classroom? Conference Proceedings *CBLIS (Computer Based Learning in Science)*. pp 181-186 Eds: Pintó, R., López, V. y Simarro, C.
- Hofstein, A. y Lunetta, V.N (2003). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, pp. 28-54.
- Lijnse, P. (2004) Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?, *Int. J. Sci. Ed.* 26:5, 537-554.
- Pintó, R., Couso, D., y Hernández, M. (2010) An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom. *eLearning Papers* 13(20) 1887-1542.
- Sheppard K(2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chem. Ed. Res. and Pract.*, 7(1), pp. 32-45.
- Tortosa, M. (2008). L'Aprenentatge de la química amb sensors: casos pràctics, utilitat i valoració. *Educació Química, EduQ*, 1, pp. 45-50.
- Tortosa, M., Pintó, R. y Sáez, M. (2008). The use of sensors in chemistry lessons to promote significant learning in secondary school students. *En. Current Trends in Chemical Curricula*. Prague. pp. 135-139.
- Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. Perspective. *Chem. Educ. Res. Pract.* 13, pp.161-171.