

# DE LOS CONTENIDOS A LAS COMPETENCIAS: OBJETIVOS PARA EL TRABAJO DE LABORATORIO

VIA, ANTÒNIA  
IES M Narcís Monturiol.

---

**Palabras clave:** laboratorio, objetivos, competencias, instrumentos.

## OBJETIVOS

La vinculación entre la teoría y la práctica se establece en las aulas de forma diversa y con objetivos distintos, no siempre bien explicitados. Esta diversidad abarca diferentes posturas en relación al rol del trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias, y por tanto actuaciones docentes muy diferentes. El proyecto europeo “Labwork in Science Education” revela una gran cantidad de objetivos potenciales para el trabajo de laboratorio y la necesidad de seleccionarlos para evitar el fracaso que supone querer alcanzar demasiados objetivos (Séré, 2002). En esta aportación reflexionamos sobre la importancia de la elección de los objetivos para el trabajo de laboratorio, así como las consecuencias que se pueden derivar de tal elección.

Esta diversidad también se pone de manifiesto en el ámbito de la Formación Profesional, en la cual primaría ‘el saber hacer’ sobre ‘el saber’ y ‘el hacer’. A pesar de que los diseños curriculares están enfocados a la adquisición de unas competencias profesionales, la práctica docente suele estar más centrada en la adquisición de contenidos que en la consolidación de tales competencias, y en consecuencia la evaluación de los alumnos se efectúa teniendo como referencia los primeros y no tanto las segundas. Así, también reflexionamos sobre las posibles consecuencias que se derivan de estos dos enfoques.

Nakhleh et al. (2002) destacan la complejidad del propio contexto del laboratorio: interacciones entre los estudiantes y la actividad, entre los estudiantes y los equipos instrumentales, entre los estudiantes y los profesores y entre ellos mismos. En particular, argumentan que los instrumentos de laboratorio –por su propio diseño- pueden ayudar a los estudiantes a construir conocimiento y que los conceptos científicos guían y limitan el diseño y el uso de los instrumentos científicos de formas diferentes, según se trate de expertos o aprendices. Los mismos autores proponen el marco de la cognición distribuida como una nueva perspectiva teórica sobre el aprendizaje, para poder abordar esta complejidad. Dado que ‘hacer’ y ‘saber hacer’ en Formación Profesional requiere el uso de instrumentos, iniciaremos una discusión sobre la importancia de la conceptualización de los instrumentos de laboratorio en la adquisición de algunas competencias.

## MARCO TEORICO

Echeverría (2002) en el ámbito de la axiología de la ciencia, propone un modelo de análisis de las acciones científicas, entendiendo las acciones educativas como tales.

Así en una acción científica, contempla una diversidad de componentes: el agente de la acción, la acción

en sí, lo que hace el agente, el objeto al que se dirige la acción, los instrumentos requeridos, los escenarios espaciotemporales dónde se desarrollan las acciones, los objetivos de las acciones, las reglas, normas y prescripciones a las que las acciones se ajustan, los resultados producidos por la acción, las consecuencias que se derivan de los resultados y los riesgos que tales acciones pueden implicar. Cada uno de estos componentes lo es en la medida que puede ser valorado en función de unos criterios de evaluación o valores, más allá de los valores morales y éticos.

En el marco de la cognición distribuida, Pea (1993) alude a los recursos que se hallan en el mundo y se emplean o se utilizan juntos para configurar la actividad posible que nace del deseo. Desde esta perspectiva, la actividad está organizada y limitada por estructuras mediadoras que abarcan no solamente objetos diseñados como tales herramientas y representaciones simbólicas, sino también a las personas en sus relaciones sociales, lo mismo que a aspectos e hitos del entorno físico. La distribución material de la inteligencia nace en la invención situada de usos de aspectos del entorno o del aprovechamiento de los ‘aportes’ de artefactos diseñados, colaborando ambos en el logro del propósito de la actividad.

Izquierdo (1996), en el marco del modelo de ciencia escolar del Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universitat Autònoma de Barcelona, considera tres dimensiones que dan sentido a la actuación humana: la manipulativa, la tecnológica y la teórica. Así, cada uno de nosotros nos podemos representar aquello que hacemos (‘modelo de acción’), como funcionan los instrumentos que utilizamos (‘modelo del instrumento’) y aquello que ocurre al actuar sobre algo (‘modelo del fenómeno’). Desde esta visión, Izquierdo et al. (1999) indican que las prácticas escolares han de permitir el acoplamiento de las tres representaciones y ello requiere un trabajo previo a diferentes niveles: el teórico, el manipulativo y el tecnológico, y sobre todo un uso adecuado del lenguaje oral y escrito.

## **DESARROLLO DEL TEMA**

El trabajo que presentamos constituye la fase previa de una investigación sobre la relación entre la teoría y la práctica mediante la conexión de las tres representaciones anteriormente citadas. Inicialmente, y con la finalidad de poder delimitar algunas de las circunstancias bajo las cuales se va a desarrollar la investigación, se pretende reorientar la programación y la evaluación de un crédito que se desarrolla en el contexto de laboratorio hacia un enfoque de enseñanza- aprendizaje por objetivos, entendidos éstos como competencias. En definitiva, se pretende establecer, de acuerdo con el esquema de análisis de la acción de Echeverría (2002), unas reglas y unos objetivos claros tanto para el profesor como para sus alumnos que den sentido a las actividades diarias de enseñanza y aprendizaje, potenciando la conceptualización de los instrumentos de laboratorio.

La Formación Profesional específica tiene como finalidad proporcionar al alumno la formación necesaria para adquirir el conjunto de las competencias profesionales de cada título (Currículum, 1997). En el currículum de cada crédito se establecen una serie contenidos de carácter conceptual, procedimental y actitudinal, así como los objetivos terminales que pueden asociarse a una competencia concreta, formando parte de una unidad de competencia. El profesorado debe agrupar contenidos y asociarlos a cada uno de los objetivos terminales. Aparentemente, la impartición de los contenidos garantiza la adquisición de las competencias, y por tanto, habitualmente se procede a evaluar por contenidos y no por objetivos.

El trabajo se centra en el crédito experimental “Ensayos Físicos” del CFGS “Análisis y Control” de la Familia Profesional Química, impartido en el IES M “Narcís Monturiol” de Barcelona. En primer lugar, se procedió a describir la totalidad de las actividades que se realizaban habitualmente en el crédito, asociando los contenidos específicos de la actividad a los contenidos que figuraban en el currículum y enumerando aquellos objetivos terminales que podían ser alcanzados mediante la realización de la actividad. En el transcurso de la tarea se puso de manifiesto que la mayoría de las actividades respondían, en buena parte a los mismos objetivos terminales, lo que permitió agrupar a una serie de objetivos bajo la denominación de *objetivos transversales*. Igualmente sucedía con la mayoría de los contenidos procedimentales, y

también se procedió a denominarlos *procedimientos transversales*. A la vez, se observó que en todas las actividades se desarrollaba los conceptos curriculares de “métodos i normas de ensayos físicos y físico-químicos” y “instrumentos y aparatos de medida de los parámetros físicos y físico-químicos”; era la primera vez que los instrumentos y los métodos de laboratorio aparecían en la categoría de conceptos, así se podía justificar, más allá del ámbito de investigación, la conceptualización de los instrumentos de laboratorio. Todo ello codujo a una nueva reorganización de contenidos y a la consiguiente asociación de objetivos.

En segundo lugar, se vio la necesidad de contextualizar los objetivos terminales del crédito que expresaban competencias específicas en función de los recursos humanos y materiales de los que disponía el centro. En el transcurso de la contextualización se dio un paso más en la estructuración de los objetivos: habían objetivos que incluían a otros, otros objetivos necesitaban ser descompuestos y algunos requerían a otros para poder ser alcanzados. A continuación se muestran algunos ejemplos:

**TABLA 1**

Objetivo del currículum	Objetivo contextualizado
Interpretar comportamientos de la materia según los principios de la termodinámica y a la teoría cinético-molecular	Interpretar los fenómenos que se producen el transcurso de las actividades de acuerdo con estas teorías
Interpretar los procedimientos de ensayo (incluye el calibrado de los instrumentos)	a) Realizar una lectura comprensiva del PNT, recopilar la información necesaria i seleccionar el material. b) ejecutar el ensayo de acuerdo con las normas del centro c) identificar el parámetro que se mide y justificar las diferentes operaciones del procedimiento ejecutado
Elaborar, calcular b) i registrar los datos analíticos obtenidos en el ensayo a)	a) Utilizar la libreta de datos primarios y los registros de uso de los instrumentos de acuerdo con la normativa del centro. b) expresar los datos, realizar los cálculos y el tratamiento estadístico de acuerdo con la programación establecida.
Seleccionar los ensayos a realizar según el tipo de producto y la propiedad que se quiere medir	Justificar la identificación de una muestra problema.

En tercer lugar, se procedió al diseño de alguna actividad que permitiera completar la adquisición de los objetivos.

En cuarto lugar, se revisaron los instrumentos de evaluación que se habían utilizado hasta el momento: los informes de prácticas y los exámenes. Se encontró que sólo algunos de los apartados de los informes de prácticas eran útiles para evaluar algunos objetivos; igualmente sucedía con las preguntas de examen, había objetivos que sólo se podían evaluar in situ. Por todo ello, se reformularon los informes de prácticas, se eliminaron los exámenes convencionales y se sustituyeron por pequeñas pruebas escritas en alternancia con los informes, y se diseñaron instrumentos para evaluar el resto de objetivos, basados en la observación directa del trabajo diario de los alumnos en el laboratorio. A modo de ejemplo, se muestran algunas de las preguntas relacionadas con la conceptualización de los instrumentos de laboratorio, incorporadas a las pruebas escritas nuevas:

**TABLA 2**

- Imagina que no disponemos de ningún viscosímetro de Ostwald, ni de ninguna copa Ford con orificio adecuado. Escribe un procedimiento alternativo para determinar la viscosidad del agua desionizada a temperatura ambiente. Justifica tu opción.
- ¿Qué explicación podemos encontrar al hecho de que el tiempo de tránsito de una muestra de agua y una muestra de etanol a igual temperatura, sea diferente en un mismo viscosímetro?

Finalmente se llevó a la práctica la nueva programación del crédito, con alumnos de primer curso del ciclo formativo antes mencionado. Se les explicó el significado de *competencia* en el marco del crédito y cómo recibirían calificaciones por objetivos, aunque la calificación final fuera única. Así mismo se les entregó documentación en relación a los objetivos terminales y contextualizados, a los criterios de evaluación y recuperación y a los instrumentos de evaluación, de tal forma que ellos mismos pudieran realizar el seguimiento de la adquisición de los objetivos.

## CONCLUSIONES

La aplicación de este trabajo previo a la investigación propuesta todavía no ha finalizado. No obstante se apuntan ya algunos resultados:

En relación a la importancia de la elección de los objetivos para el trabajo de laboratorio, se destaca la posibilidad de identificar objetivos –a los que hemos denominado transversales– que pueden alcanzarse progresivamente y que de alguna manera constituyen el patrón de muchas actividades. Por ejemplo: interpretar los comportamientos de la materia según los principios de la termodinámica y de la teoría cinético-molecular, identificar las prestaciones de los instrumentos de laboratorio, identificar técnicas y métodos experimentales, interpretar los procedimientos de cálculo y tratamiento de datos, aplicar procedimientos de orden y limpieza de los materiales utilizados, etc. Se va perfilando que la dificultad no está tanto en el número de objetivos, sino que ésta se puede salvar mediante su trabajo sistemático en el contexto de diferentes contenidos o temas. También se apunta que no todos los objetivos son transversales ni se pueden abordar en cualquier momento. Por ejemplo, el objetivo ‘seleccionar la técnica de ensayo según el tipo de muestra’ requiere haber alcanzado previamente los llamados *transversales*. Tanto o más importante es la contextualización de los objetivos, ejemplificada en la primera tabla, que proporciona un lenguaje común al profesor y a los alumnos, y facilita la comprensión del nivel exigido.

En relación a las consecuencias de una práctica docente centrada en los contenidos frente a la enfocada en las competencias, se empieza a vislumbrar que la diferencia subyacente podría tener relación a un cambio de valores. Por ejemplo, al trabajar por objetivos-competencias, el objetivo contextualizado ‘utilizar la libreta de datos primarios y los registros de uso de los instrumentos de acuerdo con la normativa del centro’ ha incorporado el valor de trazabilidad, tan importante en los laboratorios actuales. Ahora, hay que ser competente en esta técnica; hasta ahora –al menos en el caso que nos ocupa– el registro de datos era algo que se tenía que saber hacer más o menos, un recurso didáctico en el mejor de los casos. Igualmente ocurre con el objetivo-competencia que ya hemos citado ‘seleccionar la técnica de ensayo según el tipo de muestra’. Antes, en un enfoque por contenidos, el profesorado no estaba de acuerdo sobre si los alumnos tenían que tomar decisiones, en todo caso, se hablaba de alumnos autónomos como rasgo de personalidad; ahora se incorpora el valor de la autonomía, y por tanto, se deben diseñar nuevas actividades que permitan su aprendizaje y evaluación.

La conceptualización de los instrumentos no solo ha implicado el conocimiento de sus elementos y la utilidad de cada uno de ellos sino que ha requerido introducir la teoría necesaria para entender por qué el instrumento se había diseñado de una manera concreta. Los datos recogidos hasta el momento, parecen indi-

car que es posible relacionar el grado de conceptualización con el nivel de adquisición de competencias relacionadas con la interpretación de los comportamientos de la materia según los principios de la termodinámica y la teoría cinético-molecular, la identificación de técnicas y métodos, la interpretación de los procedimientos de tratamiento de datos y con la interpretación de los procedimientos de ensayo.

## BIBLIOGRAFIA

- CURRÍCULUM. Cicle Formatiu de Grau Superior Anàlisi i Control. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. (1997).
- ECHEVERRÍA, J. (2002). *Ciencia y Valores*. Barcelona: Ediciones Destino.
- IZQUIERDO, M. (1996). Cognitive models of science and the teaching of science, history of science and curriculum. *Research in Science Education* II, pp. 106-117.
- IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N. y ESPINET, M. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp.79-89.
- NAKHLEH, M., POLLES, J. y MALINA, E. (2002). en GILBERT, J.K.(eds.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- PEA, R. (1993) en SALOMON, G. (eds.). *Cogniciones distribuidas*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- SÉRÉ, M.G. (2000). Towards renewed research questions from the outcomes of the european project Labwork in *Science Education*. *Science Education*. Volume 86, pp. 624-644.