

# EL PROBLEMA DE LA TRANSFERENCIA EN EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO: ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA CONTEXTUALIZADA

Iván Marchán Carvajal, Neus Sanmartí Puig  
*Universidad Autònoma de Barcelona*

**RESUMEN:** En esta investigación se han identificado factores que promueven o dificultan la capacidad de transferir el conocimiento científico. Para ello se diseñó y aplicó una unidad didáctica contextualizada a alumnos de 15 años que no tenían experiencia en este tipo de trabajo y posteriormente se les planteó un cuestionario con preguntas cuya respuesta exigía distintos niveles de transferencia. Encontramos que la mayoría de alumnos transfieren de manera cercana pero muy pocos lo hacen de manera lejana. También se han analizado con más profundidad el caso de cuatro estudiantes, buscando posibles relaciones entre los modelos motivacionales y la capacidad de transferir. Se ha comprobado que la alumna “concienzuda” demostró menos capacidad de transferencia que el alumno “curioso”, mientras que en las cuestiones más reproductivas los resultados fueron los contrarios.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje en contexto, Transferencia, educación científica, modelos motivacionales

## OBJETIVOS

El concepto de transferencia ha sido muy estudiado en el campo de la psicología pero en la actualidad existen aún pocos trabajos que lo traten de manera directa desde la didáctica de las ciencias, a pesar de ser una idea clave en el marco de una educación competencial. Es bien sabido que los alumnos presentan muchas dificultades para transferir (Sanmartí et al., 2011), y por este motivo hemos considerado de especial interés investigar qué se puede hacer desde la enseñanza de las ciencias para contribuir al desarrollo de esta capacidad. El objetivo de esta investigación es:

Analizar factores del diseño y aplicación de unidades didácticas contextualizadas y del alumnado que promuevan o dificulten la capacidad de transferir el conocimiento en 3º de ESO.

## MARCO TEÓRICO

En el ámbito de la psicología del aprendizaje, se define transferencia como la capacidad de utilizar el conocimiento aprendido en una situación en otras que no han sido objeto de estudio. En función del

---

grado de similitud entre la situación inicial y la nueva, se pueden distinguir distintos grados de transferencia que Gilbert et al. (2011), diferencian entre transferencia cercana (si los contextos son similares) y transferencia lejana (si son diferentes).

Una de las teorías sobre el aprendizaje relacionada con los proyectos en contexto es el aprendizaje situado. Según esta teoría cognitiva, la calidad del aprendizaje es mayor cuando los estudiantes se sienten partícipes de una comunidad de aprendizaje que promueve la realización de tareas que tienen sentido para ellos en un entorno o contexto físico, social y temporal determinado (Greeno, 1998).

Existen muchas maneras de utilizar el contexto como herramienta didáctica. Gilbert et al. (2011) discuten sobre las características de los contextos (el escenario, las tareas, el nuevo lenguaje y el conocimiento científico relacionado) y las diferentes maneras de utilizarlos para aprender ciencias. En esta investigación se ha diseñado y aplicado una unidad didáctica en contexto en la que se puso especial atención en los siguientes aspectos:

La relevancia personal y social de las situaciones seleccionadas, buscando que tuvieran sentido para los alumnos y fueran de su entorno cercano.

Su potencialidad para construir ideas de ciencia (principalmente, modelos teóricos clave con elevada capacidad explicativa y predictiva), e ideas sobre la ciencia (como se genera, organiza y evoluciona el conocimiento científico). Según Pilot y Bulte (2006) es conveniente seguir el “need-to-know principle”, según el cual, el contexto ha de generar en los estudiantes la necesidad de saber más ciencia para poder posicionarse y actuar, legitimando así la introducción de nuevas ideas científicas.

El planteamiento de actividades en las que, a partir del análisis de situaciones contextualizadas, se promueva una actividad científica escolar (Izquierdo et al. 1999) en la que se interrelacione la experimentación (hacer), la reflexión teórica (pensar) y su expresión multimodal (comunicar).

## **METODOLOGÍA**

### **La unidad didáctica aplicada**

En esta unidad didáctica se partió de un contexto global y se estudiaron diversas situaciones-problema, todas en relación a un mismo modelo teórico que fue la estructura del átomo (nuclear y electrónica). La tabla 1 recoge las situaciones trabajadas y las preguntas que guiaron la conexión con las ideas a construir, así como algunos ejemplos de actividades.

Tabla 1.  
Estructura de la unidad didáctica contextualizada.

Contexto principal: Un tratamiento para el cáncer: la radioterapia			
Modelo teórico principal: la estructura del átomo			
Subcontexto	Conexión	Concepto	Ejemplos de actividades
Radioterapia	De dónde salen y cómo son las radiaciones que curan?	El núcleo atómico Tipos de radioactividad	Dibujar desintegraciones nucleares
Radioterapia	Cómo es el átomo por dentro? Qué partes tiene?	Modelos atómicos	Eje cronológico sobre la historia de los modelos atómicos a partir de una lectura
Radioterapia	Qué sustancias naturales son radioactivas?	Tabla periódica, número atómico	La vida de Marie Curie
Datación con carbono 14	Cómo se puede saber la antigüedad de una muestra arqueológica?	Isótopos y número másico	Mapa conceptual sobre la radioactividad
Energía nuclear	Cómo se genera la energía en una central nuclear? Y en una estrella?	Reacciones nucleares de fisión y fusión	Debate sobre ventajas e inconvenientes de la energía nuclear
Los alquimistas	Cómo se podría transformar hierro en oro?	Estructura del núcleo atómico y reacciones nucleares	Argumentar su opinión previa sobre esta cuestión
Fuegos artificiales	Como emiten luz las sustancias que forman los petardos?	Modelo atómico de Bohr	Ensayo en llama de sales metálicas

## Muestra

El primer autor aplicó la unidad en un grupo clase formado por 28 alumnos de 15 años (de nivel sociocultural bajo) de un instituto público cercano a Barcelona. Fue la primera unidad didáctica en contexto que cursaban estos alumnos en la asignatura de ciencias de la naturaleza. Para el análisis de casos, se escogieron cuatro alumnos que respondían a los estilos motivacionales definidos por Díaz y Kempa (1991): curioso, sociable, concienzudo y buscador de éxito.

## Datos de la investigación

Mientras se aplicaba la unidad, el primer autor iba tomando notas sobre el desarrollo de las tareas, los comentarios de los alumnos, sus inquietudes y sus errores habituales. Una vez finalizada la unidad, se realizó una prueba escrita a los alumnos que contenía tres preguntas contextualizadas para evaluar su capacidad de transferir. Se buscaron contextos con las mismas características que los utilizados en el aula y las preguntas se clasificaron según los tipos de transferencia: dos de transferencia cercana y una tercera de transferencia lejana. En las de transferencia cercana, las analogías entre ambos contextos eran evidentes, mientras que en la de transferencia lejana, las acciones implicadas en el contexto eran distintas a pesar de que las ideas científicas a aplicar eran las mismas (ver ejemplo de pregunta de transferencia cercana en la tabla 4). Otros datos utilizados para triangular el análisis fueron los dossiers o carpetas de aprendizaje de los alumnos cuyo caso fue estudiado.

## Análisis de los datos

En un primer análisis las respuestas de todos los alumnos a cada pregunta contextualizada, clasificadas según exigieran aplicar una transferencia cercana y lejana, y se categorizaron según fueran: aceptables, parciales, no aceptable y en blanco (ver tabla 2). Posteriormente se relacionaron las respuestas con los cuatro alumnos de perfiles motivaciones distintos con los dos tipos de transferencia y se buscaron evidencias en los portafolios y notas de trabajo del profesor-investigador de las actividades que más pudieron influir en los resultados.

Tabla 2.  
Descripción de las categorías de las respuestas a las preguntas contextualizadas

Respuesta aceptable	Identifica todas las ideas científicas del modelo y las utiliza de manera completa y rigurosa.
Respuesta parcial	Identifica algunas ideas científicas del modelo teórico o las utiliza pero de manera incompleta o poco rigurosa.
Respuesta no aceptable	No utiliza ninguna idea científica para interpretar el contexto.

## RESULTADOS

Los resultados muestran que la mayoría de alumnos (tabla 3) transfiere las ideas científicas del modelo del átomo trabajadas en una variedad de contextos. Después de examinar con más profundidad las respuestas aceptables y parciales (ver tabla 4), hemos identificado algunos puntos fuertes de la unidad didáctica: 1) las actividades de realización de experimentos en contextos relevantes (hacer), de modelización (pensar), y de síntesis de ideas (comunicar) y ya que aparecían en sus respuestas maneras de expresarse que les hacían referencia; 2) los contextos relacionados con la salud y el universo aumentaban el grado de implicación de los alumnos en las actividades y, 3) los alumnos que eran capaces de encontrar analogías entre los dos contextos (el de estudio y el de aplicación) transferían con éxito.

Al analizar las respuestas parciales y no aceptables encontramos como errores habituales: razonamientos incompletos, la identificación de sólo algunas de las ideas científicas necesarias y el uso de expresiones y vocabulario con poco rigor científico. Algunos alumnos tienden a reproducir fragmentos de texto literales de sus portafolios sin adaptar la respuesta a la situación planteada, hecho que muestra que sólo memorizaron pero no aprendieron significativamente. En la transferencia lejana, como era de esperar, hubo más alumnos que dejaron la actividad en blanco o se equivocaron, aunque en una proporción superior al 50% fueron capaces de asociar el nuevo contexto con algunas de las ideas científicas del modelo teórico trabajado en el aula.

Tabla 3.  
Porcentaje de cada categoría de respuesta para los dos tipos de transferencia.

	Aceptables	Parciales	No aceptables	En blanco
Transferencia cercana	43%	43%	5%	9%
Transferencia lejana	11%	43%	25%	21%

Tabla 4.  
Ejemplo de transferencia cercana y tres respuestas de alumnos.

*“Un equipo de la policia científica está investigando un acto terrorista. Se sospecha de un trabajador de una fábrica de petardos. En la escena del crimen se han encontrado petardos que emiten una luz roja muy característica. Explica qué podríamos hacer en nuestro laboratorio para saber que metal contiene la pólvora de estos petardos.”*

Respuesta aceptable: *“se queman unas clases de metales, al quemarse daran un color diferente y después de eso sabrán que metal da color rojo”*

Respuesta parcial: *“poner en contacto con el fuego elementos de la tabla periódica”*

Respuesta errónea: *“primero si es radioactivo o podríamos mirar el núcleo”*

A partir del análisis de las notas de campo y los portafolios de los cuatro alumnos seleccionados se ha podido constatar, entre otros aspectos, que:

1. La alumna B (véase tabla 5), que tenía un portafolio muy limpio, ordenado y detallado, obtiene muy buenos resultados en todas las asignaturas, mientras que el alumno A es despistado y caótico, cosa que se percibe en su sintético y desordenado portafolio, y no suele obtener calificaciones altas. Sin embargo, encontramos que el alumno A tenía más capacidad de transferir que la alumna B, cosa que nos muestra que los exámenes habituales que no exigen aplicar lo aprendido a nuevos contextos no evalúan si el aprendizaje ha sido significativo.
2. El uso de contextos relevantes mejora la autoestima de los alumnos y su actitud frente al aprendizaje de las ciencias. El alumno C comenta que “este año, por primera vez, le gusta la asignatura de ciencias y que seguro que aprueba”. En nuestra investigación, los alumnos curiosos eran los que más mejoraban sus resultados.

Tabla 5.  
Modelos motivaciones de cuatro alumnos seleccionados y su capacidad de transferir.

Alumno	Modelo motivacional	Respuestas a las dos transferencias cercanas	Respuesta a la transferencia lejana
A	Principalmente curioso	Aceptables	Aceptable
B	Concienzudo y buscador de éxito.	Aceptables	Parcial
C	Curioso y sociable	Parcial y aceptable	Parcial
D	Principalmente sociable	No aceptable y parcial	Parcial

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los anteriores resultados de la investigación:

- a) Al trabajar las ideas científicas de un mismo modelo teórico a través de unidad didáctica con diferentes contextos relevantes y cercanos a su realidad, muchos alumnos són capaces de transferir el conocimiento a nuevas situaciones. En esta investigación hemos comprobado que es muy útil un planteamiento integrador del contexto en el que éste sea el elemento vertebrador de un abanico de estrategias didácticas de probada eficacia para organizar las ideas científicas alrededor de un modelo teórico.
- b) Evaluar la capacidad de transferir nos ayuda a detectar aquellos alumnos que no aprenden significativamente, es decir, no saben aplicar el conocimiento y sólo lo memorizan. Dado que

---

muchos profesores evalúan de manera reproductiva o memorística, los alumnos concienzudos suelen obtener buenos resultados. Pero cuando éstos son evaluados mediante actividades de transferencia, se quejan de que las respuestas no estaban en sus apuntes y después de una reflexión reconocen que son preguntas que “obligan a pensar”. Por otro lado, las actividades de transferencia nos permitieron detectar alumnos curiosos que habían aprendido significativamente, y, en cambio, no obtienen buenos resultados en evaluaciones más tradicionales.

- c) Explicitar los objetivos de aprendizaje a través de preguntas que conectan los contextos y las ideas científicas ayudó a que los alumnos fueron capaces de transferir el conocimiento, probablemente porque la auto-regulación del aprendizaje que se estimula compartiendo dichos objetivos promueve la capacidad de transferir.
- d) En nuestra investigación hemos encontrado que trabajar las ciencias a través de contextos promueve una actitud positiva frente a las ciencias, un aspecto de especial importancia en la educación secundaria obligatoria, la etapa educativa en la que menos se suele aplicar el trabajo en contexto y que condiciona sus actitudes y emociones frente a las disciplinas científicas y la elección de su futuro académico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W., y Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in Context-Based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- Greeno, J. (1998). The situativity of knowing, learning and research. *American Psychologist*, 53(1), 5–26.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 79-91.
- Martin-Díaz, M.J. y Kempa, R. F. (1991). Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 59-68.
- Pilot, A., y Bulte, A. M. W. (2006). The use of “Contexts” as a challenge for the chemistry curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1087-1112.
- Sanmartí, N., Burgoa, B., y Nuño, T. (2011). ¿ Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, (67), 62-69.
- Investigación realizada en el marco del grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencias EDU-2009-13890-C02-02 y EDU-2012-38022-C02-02) .