
Competencias cognitivas en actividades inductivas, deductivas e hipotéticas

José María Etxabe Urbieto

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, España

Introducción y antecedentes

En el proceso enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales, para desarrollar las competencias cognitivas, psicomotoras y comunicativas del alumnado, en las diferentes etapas educativas el profesorado emplea diversas metodologías y plantea actividades científicas con planteamientos de la filosofía de la ciencia diferentes. Estas competencias se hallan en los currícula propuestos por las administraciones educativas.

De una parte en la actualidad el planteamiento de actividades se enmarca en los modelos constructivistas de enseñanza y aprendizaje los cuales se concretan en propuestas didácticas. Una de las propuestas más empleadas en la elaboración de secuencias didácticas es aquella que sigue ciclos de aprendizaje (Jorba y Sanmarti, 1997). Ello supone que el marco teórico en el que se plantean las actividades por el profesorado y por el alumnado de formación de maestras y maestros de Educación Primaria están ligados entre otros aspectos a las ciencias cognitivas, a la comunicación de la ciencia escolar (Sanmarti, 2002; Sanmarti *et al.*, 2003). Las aportaciones más significativas ligadas a los aspectos anteriormente señalados son la psicología cognitiva (Pozo, 1993 y Novak, 1991), el papel del lenguaje en la comunicación de la ciencia (Lemke, 1997; Sanmarti *et al.*, 2003; Sutton, 1997), y la elaboración de secuencias didácticas (Jorba, 1997; Lawson, 1994).

Enseñar implica comunicar y dialogar en el aula, con el objetivo de dar significado a los sistemas presentes en el medio así como los cambios y los procesos evolutivos que se producen, para construir conocimiento mediante estrategias metodológicas y didácticas. Esta comunicación se manifiesta en los libros escolares cuya manifestación práctica la constituyen las actividades de enseñanza y aprendizaje que emplean estrategias metodológicas y didácticas para enseñar y aprender contenidos de Ciencias Experimentales. Estas actividades se diseñan para lograr objetivos de aprendizaje, deben ser coherentes con los currícula prescritos por las administraciones educativas y deben

Cita sugerida:

Etxabe Urbieto, J. M. (2019). Competencias cognitivas en actividades inductivas, deductivas e hipotéticas. En A. Cotán Fernández (Coord.), *Nuevos paradigmas en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. (pp. 49-57). Eindhoven, NL: Adaya Press.

desarrollar las competencias ligadas al “hacer, pensar y escribir” Ciencias Experimentales (Lemke, 1997; Sanmarti *et al.*, 2003; Sutton, 1997). Tal y como señala Lemke (1997), en estos procesos educativos hay que plantear hacer ciencia a través del lenguaje para desarrollar competencias cognitivas.

De otra parte las actividades de enseñanza y aprendizaje propuestas para su realización en las aulas emplean diferentes metodologías que se hallan ligadas a planteamientos filosóficos diferentes. Las ideas didácticas nos pueden llevar a que las actividades de aula presenten planteamientos cuyo carácter puede ser inductivo, deductivo e hipotético. Este planteamiento filosófico implícito presente en los desarrolladores de los currícula influye en el lenguaje de la actividad, en los objetivos que pretende lograr, en la dinámica del aula y en consecuencia en los aprendizajes explícitos e implícitos que genera en el alumnado de Educación Primaria. Además puede ocurrir que los maestros y maestras no sean conscientes de sus conocimientos implícitos sobre el tipo de ciencia y no se reflexiona sobre estas ideas, y todo ello influye en la naturaleza de las actividades diseñadas.

La presente investigación se enmarca en la formación del profesorado de Educación Primaria que se realiza y se estructura mediante el Grado en Educación Primaria en los que el alumnado para lograr las competencias del grado, deben enfrentarse a la tarea de diseñar, desarrollar y evaluar unidades didácticas o secuencias didácticas que deben seguir el modelo constructivista y organizarse en torno modelos sobre el aprendizaje. Uno de estos modelos constructivistas sobre el aprendizaje está basado en los ciclos de aprendizaje planteados por Robert Karplus a partir de 1971 y uno de los más empleados en el Estado Español es el propuesto por Jorba *et al.* (1977) y por Sanmarti (2002), que consta de cuatro fases a través de las cuales se estructura la construcción de modelos mentales. Estas cuatro fases son la fase de exploración, fase de introducción de nuevos puntos de vista, fase de formalización-reestructuración-síntesis y fase de aplicación y/o evaluación. Al elaborar estas secuencias el alumnado debe diseñar actividades que deben promover y estructurar el aprendizaje científico del alumnado escolar. Las actividades se ubican en estas fases y confluyen en ellas contenidos académicos, aspectos afectivos del alumnado, las finalidades de la educación, métodos de enseñanza, habilidades cognitivas, procedimientos comunicativos y científicos, atención a la diversidad, y otros aspectos como el empleo de científicos y científicas que proporcionen una enseñanza más humana y más contextualizada en la construcción del conocimiento científico.

Metodología

Planteamiento del Problema

En la presente investigación se pretende describir y analizar las competencias cognitivas desarrolladas desde la perspectiva del tipo de ciencia utilizada (perspectiva filosófica) en las actividades, al diseñar, desarrollar y presentar secuencias didácticas o ciclos de aprendizaje (Lawson, 1994) de Ciencias de la Naturaleza, siguiendo un modelo de estructuración de los aprendizajes similar al propuesto por Jorba (1997).

Hipótesis de la Investigación

Las hipótesis de partida de la investigación considera que en los diferentes ciclos de Educación Primaria el tipo de ciencia propuesto será diferente y que además podrá influir las competencias cognitivas desarrolladas en las actividades con un planteamiento filosófico diferente.

Diseño de la investigación

La parte experimental de la investigación se ha diseñado basándonos en los trabajos dirigidos obligatorios que debe realizar el alumnado en el Grado de Educación Primaria. El programa de la asignatura señala que deben elaborar secuencias didácticas sobre diferentes aspectos temáticos de ciencias experimentales adecuados para la Educación Primaria.

La temporalización del proceso implica una primera fase en la que se presenta al alumnado del Grado en Educación Primaria de la Facultad de Educación, Filosofía y Antropología los temas y las tareas a realizar. Se realiza al inicio del curso y se presenta el programa y la propuesta de temas para realizar los trabajos dirigidos. El alumnado en este mes de septiembre forman equipos de trabajo y eligen los temas. Se realiza tanto en el grupo de lengua castellana (15 alumnos y alumnas) como en el grupo de lengua vasca (80 alumnos y alumnas). El alumnado se compone de mujeres en su mayor parte y la edad corresponde al 2º curso de la diplomatura. La siguiente fase de proceso se corresponde con el desarrollo del programa de la asignatura (Didáctica del conocimiento del medio Físico y Natural) para que el alumnado aplique el modelo propuesto por Jorba *et al.* (1977) y por Sanmarti (2002), y de este modo diseñe y desarrolle las actividades que forman parte del trabajo dirigido. Esta labor la realizan en grupos de dos o de tres alumnos y alumnas principalmente. En esta fase los alumnos y alumnas diseñan la propuesta inicial y su desarrollo y en sesiones de tutoría se corrige sin condicionar las opciones adoptadas por los alumnos y alumnas (tres sesiones de tutoría por tema/equipo). Se evalúan los trabajos y a continuación se analizan las actividades elaboradas por el alumnado desde las perspectivas de la investigación. Se eligen los trabajos cuya calidad es elevada. A continuación (entre los meses de enero y febrero) se realiza la evaluación y calificación de los trabajos realizados. Realizan la entrega y se abre el período de consultas acerca de la evaluación y calificación de los trabajos. Finalmente a lo largo del período de investigación Análisis e interpretación de actividades se realiza la interpretación de los trabajos y se efectúa el tratamiento estadístico de los trabajos (muestras recogidas). Se codifican y se obtienen los datos para la investigación. Diferentes personas docentes e investigadoras del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea realizan interpretaciones de los trabajos para comprobar la fiabilidad de las categorizaciones e interpretaciones efectuadas. Finalmente se realiza la discusión preliminar y de estos datos para obtener las conclusiones de la investigación y se proponen aspectos de mejora de la investigación.

La muestra ha estado formada por 3967 actividades de Educación Primaria correspondientes a secuencias didácticas que tratan diversos temas como suelo, ríos, máquinas, fuerza y movimiento, leche, alimentos, sistema solar, calor y temperatura, atmósfera y meteorología, peces, aparato respiratorio, la visión, anfibios, el pan y la bollería, aparato reproductor, aparato circulatorio, aparato digestivo, rocas, bebidas, electricidad, aves, el agua, reproducción de plantas, los insectos, reproducción humana, aparato excretor y las “chuches” en Educación Primaria. De este modo se ha cubierto un amplio espectro de temas con los que profundiza en diferentes aspectos del medio físico, natural así como las interacciones con el medio tecnológico y con el medio social.

En estas actividades se ha analizado por una parte el tipo de ciencia empleado, y se han categorizado tres tipos de ciencia: Inductivo, deductivo e hipotético. Asimismo a partir de las actividades diseñadas se han interpretado las competencias cognitivas desarrolladas por las actividades. Para la realización de este análisis se ha realizado la siguiente categorización de las competencias cognitivas:

- Observar, medir, recoger, registrar, construir
- Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.
- Buscar
- Formalizar, teorizar
- Relacionar, asociar, estrategia interpretación
- Comparar, diferenciar, distinguir
- Clasificar
- Elaborar Hipótesis
- Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar
- Analizar
- Sintetizar
- Organizar, estructurar, seriar, ordenar
- Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir
- Elaborar, jerarquizar, seleccionar
- Diseñar, inventar
- Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar
- Establecer analogías o símiles, razonamiento analógico, ajustar modelos

Para facilitar la realización de las representaciones gráficas la denominación de las competencias cognitivas a través del primer término. En consecuencia se ha combinado la metodología cualitativa con la cuantitativa, y se ha plasmado todo dentro del marco de una metodología interpretativa.

Discusión de los resultados

Para abordar el problema planteado en la presente investigación vamos a describir en primer lugar el tipo de ciencia que contempla el alumnado en la elaboración de secuencias didácticas. En la tabla 1 se muestran los resultados categorizados por el tipo de ciencia empleado en la elaboración de secuencias didácticas. En Educación Primaria el número de actividades hipotéticas es de 1077, 768 son inductivas y 2127 son deductivas en el primer, segundo y tercer ciclo. Estos datos nos indican dos aspectos importantes: Por una parte los resultados muestran que el número de actividades deductivas es superior al de las actividades hipotéticas e inductivas, y por otra parte estos resultados obtenidos se contraponen con los temas del programa, ya que se propugna que la metodología más acorde con la actividad científica es la hipotética-deductiva y la mayor parte de las actividades recogidas son deductivas con un número de actividades hipotéticas muy inferior en número. Estos resultados ciclo a ciclo son similares ya que en el primer ciclo son 339 hipotéticas 340 inductivas y 583 deductivas, en el 2º ciclo son 357, 238 y 650, y en el tercer ciclo se constata por una parte la predominancia de las actividades deductivas, carácter más inductivo en el primer ciclo y un resultado bien diferenciado para cada una de las fases de la estructuración de los aprendizajes (tabla 1). Desde la fase de exploración hasta la fase de aplicación y/o evaluación decrece el número de las actividades hipotéticas y es superior el número de las actividades deductivas. Se constata un número de actividades hipotéticas e inductivas superior en las dos primeras fases (similar en ambas) y un número inferior en las dos últimas fases (similar en ambas fases). Por el contrario es superior el número de actividades deductivas en las dos últimas fases (síntesis, formalización, reestructuración y aplicación y/o evaluación).

Tabla 1. Número de actividades propuestas en cada fase y respecto al tipo de ciencia empleado (EP significa Educación primaria)

Ciclo	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades		
		Hipotéticas	Inductivas	Deductivas
1 ^{er} ciclo EP	Fase de exploración	157	96	23
	Introducción de nuevos puntos de vista	146	160	99
	Fase de formalización o síntesis	21	43	227
	Fase de aplicación-evaluación	15	41	234
2º ciclo EP	Fase de exploración	183	65	29
	Introducción de nuevos puntos de vista	127	108	104
	Fase de formalización o síntesis	29	21	221
	Fase de aplicación-evaluación	18	44	296
3 ^{er} ciclo EP	Fase de exploración	184	43	42
	Introducción de nuevos puntos de vista	137	107	175
	Fase de formalización o síntesis	44	18	369
	Fase de aplicación-evaluación	16	21	307

Una vez que se ha analizado el tipo de ciencia empleada en las actividades recogidas, el siguiente paso para abordar el problema planteado en la presente investigación consiste en describir las competencias cognitivas que se desarrollan en cada una de las actividades. Los resultados se han desglosado en tres representaciones gráficas (figuras 1, 2 y 3). Se van a citar las competencias cognitivas mediante el primer término para facilitar la realización de las representaciones gráficas).

La figura 1 muestran los resultados obtenidos por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia hipotética para Educación Primaria. Se constata que, si bien las diferencias no son excesivas, las actividades diseñadas para Educación Primaria desarrollan competencias diversas si bien son dos las que predominan (identificar y elaborar hipótesis). La mayor parte de las actividades que desarrollan estas dos competencias se proponen para la fase de exploración y para la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Otras competencias que se desarrollan en las actividades de Educación Primaria son relacionar, comparar, clasificar, transferir, analizar, sintetizar, calcular, elaborar, diseñar, valorar y elaborar analogías. Estos resultados nos muestran que al principio de las secuencias didácticas se proponen actividades cognitivas y que estas poseen demandas cognitivas diferenciadas. Por tanto coexisten en las actividades hipotéticas tanto actividades que implican inferior demanda cognitiva (Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar) con otras que poseen superior demanda cognitiva (elaborar hipótesis). Estas actividades poseen un grado de complejidad intermedio o elevado ya que las competencias desarrolladas en las actividades suponen actividades para relacionar variables (relacionar, comparar, clasificar), y actividades para emplear o utilizar contenidos formalizados (transferir, analizar, sintetizar, calcular, elaborar, diseñar, valorar y elaborar analogías). Las competencias que menos se desarrollan son diversas (las que implican utilizar e interpretar la información (buscar y organizar), formalizar contenidos y las que suponen impulsar la creatividad (diseñar).

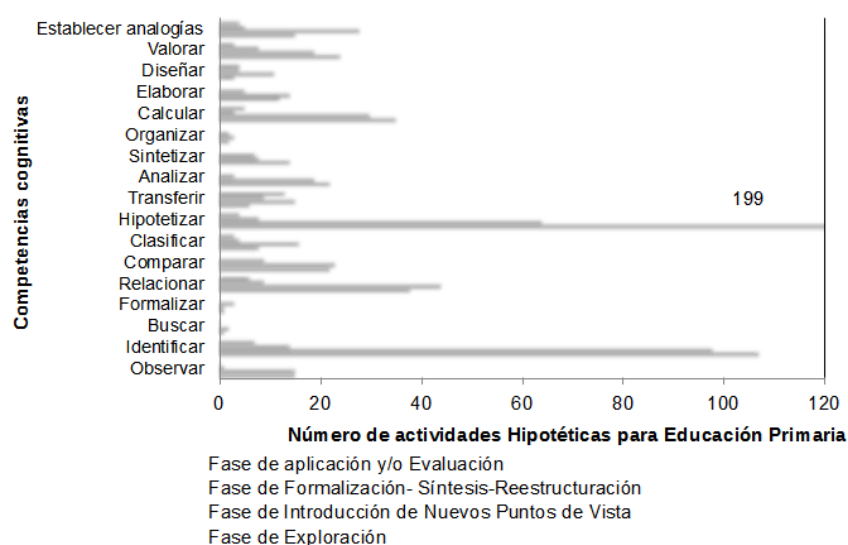


Figura 1. Número de actividades por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia hipotética y para Educación Primaria

La figura 2 muestra los resultados obtenidos por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia inductiva para Educación Primaria. Existen similitudes con los resultados obtenidos para las actividades hipotéticas e inductivas, principalmente en lo relativo a la ubicación de las actividades en las secuencias didácticas. En ambos tipos de planteamientos filosóficos se plantean en la fase de exploración y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

Las actividades diseñadas para Educación Primaria desarrollan básicamente las competencias cognitivas observar e identificar y en menor medida analizar, compara, calcular, elaborar y establecer analogías. En estas actividades la demanda de las competencias desarrolladas es inferior a las actividades hipotéticas y deductivas. No se desarrollan excesivas competencias, en particular aquellas que poseen mayor demanda cognitiva, lo cual implica que complementa al resto de actividades ofreciendo tanto la posibilidad de realizar las actividades previas a algunas actividades hipotéticas y a las actividades deductivas. Este hecho significa que desde una perspectiva formativa no es conveniente realizar sólo actividades inductivas ya que desarrollan pocas competencias cognitivas.

La figura 3 muestran los resultados obtenidos por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia deductiva para Educación Primaria. Se constata que las fases en las que se ubican las actividades son principalmente la fase de formalización, la fase de aplicación y/o evaluación y la fase de introducción de nuevos puntos de vista y que se desarrollan la mayor parte de las competencias categorizadas en la presente investigación.

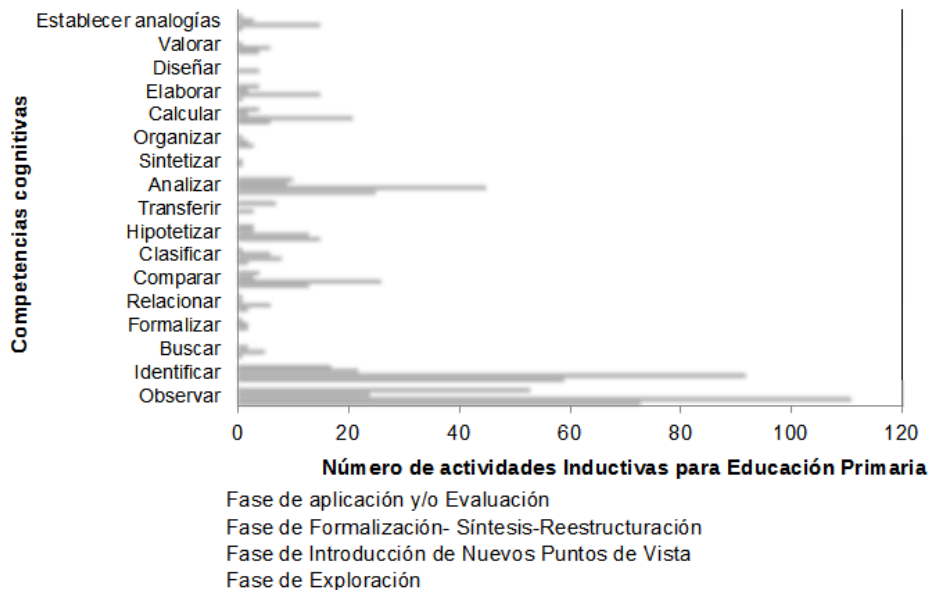


Figura 2. Número de actividades por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia inductiva para Educación Primaria

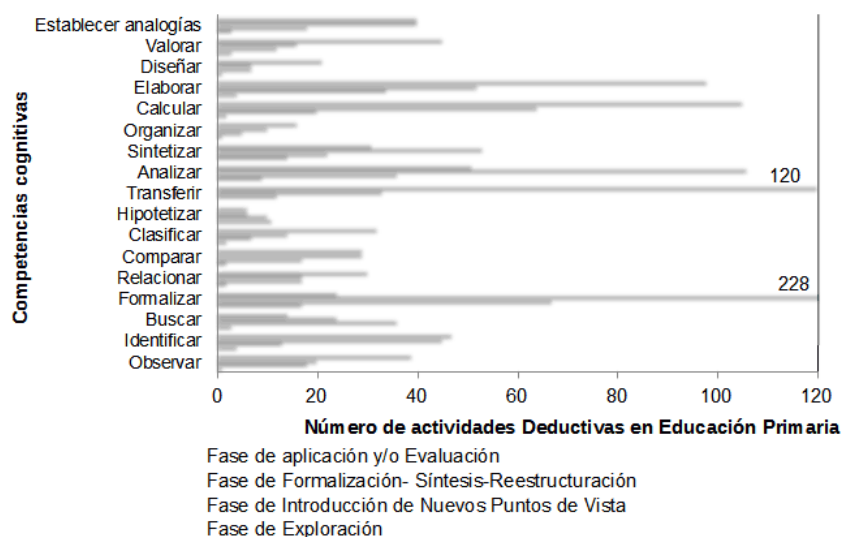


Figura 3. Número de actividades por competencia cognitiva y fase de la secuencia didáctica para el tipo de ciencia deductiva para Educación Primaria

Formalizar, analizar y sintetizar son las competencias desarrolladas principalmente en la fase de formalización mientras que el resto de las competencias se desarrolla en la fase de aplicación y/o evaluación.

Los resultados obtenidos nos muestran diferencias significativas para las competencias cognitivas desarrolladas en cada tipo de ciencia de modo que el tipo de ciencia más empleado es que se utiliza en desarrollar un mayor tipo de competencias cognitivas. Se constata que las actividades deductivas son las que se emplean para desarrollar un mayor número de competencias en el alumnado. Se trata de las actividades más versátiles, es decir que presentan una utilización más variada que las actividades hipotéticas e inductivas.

Las asignaturas que forman parte del Grado en Educación Primaria conlleva realizar enseñanzas prácticas, variadas y contextualizadas lo cual implica que el alumnado en formación presenta riqueza metodológica y formativa. Se desarrollan prácticamente todas las competencias tanto las que poseen mayor demanda cognitiva como las que poseen inferior demanda. Son muchas y diversas las actividades diseñadas. La utilización de las diferentes fases empleadas en la estructuración de los conocimientos es diferente si nos atenemos al tipo de ciencia en el que se plantea la actividad. Plantear actividades para detectar conocimientos previos, para formalizar contenidos, para introducir nuevos puntos de vista y para aplicar o evaluar contenidos supone diferencias tanto en el tipo de ciencia utilizado como en las competencia desarrolladas. El momento en el que se plante la actividad influirá en el tipo de ciencia y en las competencias desarrolladas:

- Actividades hipotéticas: Principalmente elaborar hipótesis e identificar
- Actividades inductivas: Observar, identificar, analizar, calcular y comparar.
- Actividades deductivas: Formalizar, transferir, analizar, calcular y elaborar. En menor medida valorar, establecer analogías , identificar y observar.

Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que hay hipótesis de partida que se cumplen e hipótesis que no se han cumplido. En los diferentes ciclos de Educación Primaria el tipo de ciencia propuesto es similar y que influye en mayor medida el tipo de actividad. Influye el momento en el que se plantea la actividad tanto en el tipo de ciencia que se va a emplear como en las competencias que se van a desarrollar en dichas actividades. Plantear actividades que desarrollen diferentes competencias cognitivas supone que hay que diseñar diferentes tipos de actividades y éstas deben contemplar un tipo de ciencia o planteamiento filosófico diferente. En consecuencia el profesorado no debe plantear restricciones sobre el diseño y desarrollo de actividades, debe pensar de modo amplio y no con un enfoque limitado y restringido, en muchos casos lejos de la formación ambiental.

Referencias

- Jorba, J., y Sanmarti, N. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Editorial Síntesis
- Lawson (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 165-187.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender como aprender – la opinión de un profesor investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 215-228.
- Pozo, J. L. (1993). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Editorial Morata
- Sanmarti, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis
- Sanmarti N., Clavet, M., Custodio, E., Estanya, J.L., Franco R., García, M.P., Izquierdo M., Márquez C., Oliveras B., Ribas N., Roca M., Sarda A., Solsona N., y Via A. (2003). *Aprender Ciencias tot aprenent a escriure ciencia*. Barcelona: Edicions 62. Rosa Sensat
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12(1), 8-32.