
DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS MEDIANTE LOS LIBROS DE TEXTO UTILIZADOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Lady Meléndez Rodríguez
Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica
Lady_melendez@yahoo.com.mx

Resumen

El cerebro humano ha pasado por distintos procesos de adaptación hasta lograr decodificar la lógica del orden grafemático, o sea, para aprender a leer; proceso que demanda la asociación de áreas cerebrales mediante múltiples enrutamientos neuronales que se vuelven cada vez más complejos, sobre todo cuando pretende que los estudiantes desarrollen sus funciones cerebrales ejecutivas, por ejemplo de observación o resolución de problemas, a partir de las instrucciones de un texto; tema que hoy se estudia desde la Neurodidáctica. Entonces se hace necesario acudir al mediador pensamiento-lenguaje, venga este de los textos escritos, de imágenes o de la infografía en su calidad de nudos semánticos del texto que se lee. Es así que el Programa de Educación Especial de la UNED de Costa Rica, en su afán por mejorar el desempeño de las funciones ejecutivas en los niños, se ha dado a la tarea de estudiar la posible transposición didáctica que se incluye en los libros de texto de enseñanza de las Ciencias Naturales del último grado de primaria. Como resultado se espera poder definir un perfil de competencias científicas, a la luz de las funciones ejecutivas, que augure a los estudiantes -con y sin necesidades educativas especiales- un transcurrir exitoso por la enseñanza secundaria y, en general, mejores experiencias inclusivas.

Palabras clave: Neurodidáctica; funciones ejecutivas; transposición didáctica; libros de texto; competencias científicas.

DEVELOPMENT OF EXECUTIVE FUNCTIONS BY THE TEXTBOOKS USED IN THE SCIENCE TEACHING

Abstract

The human brain has gone through different processes until it gets to decode the logical graphematic order for learning to read. This process requires the association of brain areas by multiple neural ways, which became more complex each time, over all when it pretends that the students develop their cerebral executive functions, such as observation or problem solving from the instructions in a text. This topic is studied today by the Neurodidactic. Then it becomes necessary to resort to the mediator thought-language, which comes from written texts, images, or graphics, in semantic knots. Thus, the Special Education Program at UNED-Costa Rica, in an effort to improve the performance of executive functions in children, has been studying the possible didactic transposition that is included inside natural science textbooks of the last grade of primary school. As a result, we expect to define a scientific profile under the point of view of the executive functions in students with or without special education needs for a successful future in high school and better inclusive experiences for them.

Keywords: Neurodidactic, executive functions, didactic transposition, textbooks, scientific competences.

• **Introducción**

Este trabajo constituye un reporte de avance de un proyecto de mayor envergadura, que ocupa a un equipo de investigadores cuyo objeto de estudio ha preocupado en los últimos años a los centros formadores de formadores en América Latina y que tiene que ver con potenciar las distintas estrategias de que se vale la didáctica para conseguir desempeños más efectivos y favorables en todos los estudiantes, principalmente en aquellos que presentan necesidades educativas especiales.

Por otra parte, en la actualidad la Ciencia ocupa un lugar preponderante en el discurso del desarrollo, por lo tanto, generar en los jóvenes latinoamericanos competencias en esta área es imperativo para quienes diseñan políticas en Educación y quienes las ejecutan. Sin embargo, la tarea no es sencilla ya que el principal desafío tiene que ver con que "...es difícil enseñar ciencias en países científicamente pobres" (IPE-Buenos Aires, 2005, p.6) y esta es una característica que se comparte entre los países en vías de desarrollo; por lo que resulta imprescindible para América Latina acudir a alternativas didácticas estratégicas, como es el caso de la facilitación de las funciones ejecutivas para el desarrollo de competencias científicas en el alumnado de primaria y secundaria.

Es así que, con mayor representación en Colombia, México, Argentina y más recientemente en Costa Rica, varios investigadores se dan a la tarea de analizar la dinámica de la transposición didáctica, a la que se agrega de manera incipiente la Neurodidáctica, aspectos ambos en los que más tarde haremos hincada referencia. En ese marco de análisis surge una herramienta fundamental en la región constituida por los libros de texto, cuya presencia en las aulas y frecuencia de uso – mayor a la de cualquier otro artefacto didáctico (Alzate, et al, 2005)- obliga a que le dediquemos particular atención. Pero cabe agregar que, en este terreno y con referencia a nuestra búsqueda, los estudios que relacionan a los libros de texto con el desarrollo de las funciones ejecutivas son totalmente escasos. Motivo por el cual un trabajo con esa intención puede resultar valioso, más allá de innovador, tanto para la Neurociencia como para la Educación.

En esa línea, y con el propósito de cumplir con los requerimientos de la convocatoria al presente Congreso, del proyecto macro hemos seleccionado un avance del apartado que se dedica a estudiar la pertinencia de los libros de texto utilizados en la enseñanza de las Ciencias Naturales para el desarrollo de las funciones ejecutivas en el alumnado del último grado de enseñanza primaria. Entendemos por pertinencia, en este contexto, la intención declarada y la evidencia lógica expuesta por los autores sobre el logro de desempeños de observación, predicción, planificación y resolución de problemas por parte del estudiantado, así como de otras funciones ejecutivas. Con lo que se aclara que no alcanzamos, por ahora, a dar cuenta de materiales o actividades

complementarias ni de las formas en que actúa el alumnado de cara a las demandas del texto, en tanto constituyen otras dimensiones de la transposición didáctica que hacen parte de las fases posteriores del proyecto macro.

Al respecto, este estudio se decanta por las asignaturas propias de las Ciencias Naturales y no por otras, en tanto considera que las competencias en esta área, amén de desarrollar conceptos propios de la disciplina, permiten al alumnado dar explicaciones a los fenómenos cotidianos así como contar con herramientas intelectuales para comprender mejor el funcionamiento del mundo (LLECE, 2009). Lo que constituye, sin duda, un equipaje fundamental para enfrentarse a los retos de aprendizaje que estarán por venir y que algunas veces se tornan infranqueables durante la secundaria. Razón que justifica también el que hayamos puesto nuestra atención en el último nivel de la primaria, bajo el conocimiento –además– de que tales competencias están en posibilidad de trascender no sólo a este nivel escolar sino al mismo aprendizaje específico de las Ciencias Naturales, como lo demanda informe LLECE (2009), hasta alcanzar la formación ciudadana para la toma de decisiones fundamentadas, la actitud responsable y la resolución de problemas personales y sociales en procura de un bienestar sostenible.

Por otra parte, disponer un análisis desde las funciones ejecutivas nos da la oportunidad de echar mano a la Neurociencia y a sus recursos para favorecer los procesos de aprendizaje. Como afirman Blakemore y Frith “Sólo comprendiendo cómo el cerebro adquiere y conserva información y destrezas seremos capaces de alcanzar los límites de su capacidad para aprender”. (2007, p.19) Es así que “...la planificación educativa, necesaria para romper con las barreras para aprender, puede ir directamente hacia puntos clave que deseamos desarrollar en el cerebro, sin necesidad de dar rodeos didácticos interminables basados en el ensayo y error”. (Meléndez, 2010, p.91)

• **Fundamentación**

En la actualidad cada vez son más las y los docentes que se preguntan: “¿Cuáles son las prácticas educativas que conducen de mejor manera hacia la promoción del desarrollo social, cognitivo, afectivo y moral óptimo de niños y jóvenes, con vías a prepararse para la participación activa en las sociedades post industriales?”. (Geake y Cooper, 2003, p.11) Al respecto Blakemore y Frith (2007) parecen responder a este cuestionamiento cuando anuncian que “En El futuro habrá toda clase de formas nuevas y radicalmente distintas que permitan incrementar el potencial del cerebro para aprender...” (p.243), lo que hace pensar que el aprendizaje es capaz de cambiar las disposiciones neuronales de las personas que aprenden, siempre y cuando se dé una mediación efectiva e intencionada en esa dirección.

Por lo tanto, y dado lo novedoso de la perspectiva que asume este estudio, como

fundamentación hemos optado por un acercamiento teórico a los principales tópicos que nos ocupan y que desarrollamos en adelante.

- **Neurodidáctica**

La Neurodidáctica es la propuesta educativa de la Neurociencia, que permite, más que nunca y gracias a una mejor visión de la neurofisiología de los procesos mentales, plantear estrategias de enseñanza y aprendizaje efectivas, eficientes y oportunas para la atención a la diversidad y la inclusión educativa de todo el estudiantado.

Como explica Meléndez (2010), la Neurodidáctica viene a reunir lo que la epistemología, la neurología, las ciencias cognitivas, la psicología del aprendizaje y la pedagogía han intentado comprender desde siempre, y que tiene que ver con la mejor manera de aprender que a su vez nos permita organizar la mejor manera de enseñar. El mérito principal de este nuevo enfoque estriba en que “...las investigaciones que desde éste se han generado, traen resultados que trastocan las más arraigadas teorías psicológicas y pedagógicas, dilucidando cómo se activa nuestro sistema nervioso cuando nos acercamos a nuevos objetos de conocimiento”. (Meléndez, 2010, p.89)

Precisamente, investigaciones recientes en este campo ahora nos permiten afirmar que “...un individuo adulto puede no alcanzar el pensamiento formal en ciertos dominios del conocimiento, pero sí en otros; y además que las capacidades lógicas solicitadas para la comprensión del mundo físico natural, pueden adquirirse mucho antes de lo establecido por Piaget, siempre que el sujeto disponga de suficiente conocimiento de base”. (LLECE, 2009, p.43) Asimismo, debemos a la Neurodidáctica tener mayor claridad acerca de que, durante tareas científicas, los alumnos de primaria e incluso de secundaria de la región tienden a razonar desde una perspectiva antropocéntrica, parcial, desarticulada, observable y concreta (LLECE, 2009); lo que representa un obstáculo importante para el desarrollo de conceptos científicos de mayor abstracción. Pero, por otro lado, la Neurodidáctica también nos deja ver que “Las situaciones de enseñanza que desafían a los estudiantes, que provocan e interpelan su intelecto y que generan conflictos cognitivos son las que estimulan líneas de pensamiento que no se darían en estos mismos estudiantes fuera del ámbito instruccional de la escuela”. (LLECE, 2009, p.43)

- **Funciones ejecutivas**

De acuerdo con Meléndez (2010), existen diversas clasificaciones acerca de las funciones ejecutivas, no obstante, todas parecen coincidir en que éstas responden a procesos que asocian ideas simples y las combinan para resolver problemas complejos. Las funciones ejecutivas constituyen habilidades cognitivas de orden superior que permiten a la persona el logro de un objetivo, para el que requiere, en primer lugar, el diseño lógico y planificado de una serie de acciones o estrategias que la guíen hacia la consecución de ese objetivo o a la solución de un problema, la capacidad de

supervisar críticamente el proceso que ha desarrollado, revisar las estrategias de solución, corregir los errores, así como modificar las acciones y comportamientos que necesita para conseguir lo que desea. Dichas funciones además dependen de los sistemas de atención y memoria, a lo que Punset (2007) agrega que los investigadores del tema también están de acuerdo en definir las como el conjunto de las capacidades que hacen que el pensamiento se transforme en las diversas acciones requeridas para funcionar de forma organizada, flexible, y eficaz, encargándose de adaptar al individuo a diferentes situaciones y de permitirle la solución de problemas de manera exitosa y aceptable.

En la siguiente tabla se resumen algunas de las clasificaciones revisadas sobre las funciones ejecutivas y sus investigadores proponentes.

Tabla 1. Tipologías de funciones ejecutivas

Gioia, Isquith, Retzlaff y Kimberly. En Arango, Puerta y Pineda (2008)	Barroso y León (2002)	Meléndez (2004)	Ustarroz y Muñoz-Céspedes (2005)	Blakemore y Frith (2007)	Meltzer (2007)
Inhibición, cambio (shift), control emocional, iniciativa, memoria de trabajo, organización y planificación, orden y control (monitoring).	Formulación de metas, planificación, implementación de planes y ejecución efectiva de planes y cada una de ellas con sus distintas acciones que coadyuvan al desarrollo de estos componentes.	Observación, anticipación-predicción-flexibilidad, orden-organización-planificación, resolución de problemas, toma de decisiones, comunicación asertiva y autorregulación.	El conjunto de habilidades cognitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y monitoreo de las tareas, la flexibilidad en el trabajo cognitivo y su organización en el tiempo y el espacio.	La capacidad para inhibir conductas inadecuadas, planificar, seleccionar acciones, tener información en mente, hacer dos cosas a la vez, controlar emociones, tomar decisiones y resolver problemas.	El proponerse metas y la planificación para alcanzarlas, la organización de los comportamientos requeridos a lo largo de la consecución de las metas, la flexibilidad, los sistemas de atención y memoria que guían los procesos y los procesos de autorregulación tales como el automonitoreo.

Tomado de Meléndez (2010, p. 94).

Para los propósitos de este estudio ha sido seleccionada la clasificación de Meléndez (2004) como referente de análisis en el campo de las funciones ejecutivas, dado que se ajusta con mayor precisión al discurso de la didáctica mientras conlleva los más altos procesos cognitivos, cuya neurofisiología tiene lugar primordialmente en las áreas prefrontal y frontal del cerebro, las que a su vez se relacionan de manera estrecha con las zonas que interactúan para constituir lo que Carter (2002) denomina *cerebro social*.

Meléndez define a cada una de las funciones ejecutivas de su tipología de la siguiente manera:

Tabla 2. Definición de las funciones ejecutivas

Función ejecutiva	Definición	Autoregulación Habilidad transversal para autoevaluarse, autoorganizarse y autocontrolarse
Observación	Habilidad de concentrar eficientemente todos los canales de percepción en el fenómeno de análisis, con el fin de identificar y describir todos los posibles componentes del objeto y sus relaciones.	
Anticipación-predicción-flexibilidad	Habilidad de adelantar probabilidades y consecuencias a partir de los ordenamientos realizados o mentalmente sostenidos; incluye todas las posibles variables que caben la pregunta ¿qué pasaría si...? y sus respuestas con posibles resultados antes de que ocurran los acontecimientos. En otras palabras, es la habilidad de plantear hipótesis, especular sobre resultados y predisponerse para realizar cambios necesarios, con lo que se logra el pensamiento flexible.	
Orden-organización-planificación	Habilidad de organizar la información (datos, evidencias o componentes), siguiendo criterios o secuencias preestablecidas o que se encuentran bajo prueba de ensayo y error, mientras se intenta la resolución de problemas. Algunos criterios pueden ser: espacio, tiempo, distancia, peso, volumen, tamaño, calidad, costo, uso y otros. En caso de tener que seguir pasos o fases para diseñar o cumplir un plan, se incluye además el planteamiento de metas.	
Resolución de problemas	Incluye a los tres grupos de habilidades anteriores además de la identificación del problema fundamental, los problemas derivados, problemas paralelos y la determinación de causas y consecuencias de cada problema detectado antes de ensayar las posibles soluciones.	
Toma de decisiones	Habilidad para seleccionar de entre las distintas soluciones posibles a un problema aquella que mejor se adapte a las circunstancias dadas.	
Comunicación asertiva	Habilidad de persuadir al otro en el momento de comunicar una propuesta, cuya exposición obliga a una interpretación de la intencionalidad de los destinatarios y a la utilización de un lenguaje	

	apropiado.	
--	------------	--

Elaboración propia.

Como es posible inferir, las funciones ejecutivas se echan a andar e interactúan entre sí para la solución de problemas complejos, lo que sin duda implica establecer relaciones mentales entre lo previo y lo nuevo y entre los distintos elementos, e inducir nuestra razón a abstracciones, que no son más que relaciones de relaciones que se definen en una representación mental. Cuando no es posible retener más relaciones mentales de seguro acudimos a las notas, esquemas, mapas, infografías, fotografías; todo con el fin de poder fijar elementos y relaciones en una imagen externa para liberar la mente de este compromiso para que asuma una imagen interna de lo que sigue, hasta alcanzar el objetivo propuesto. Así es como se logra el aprendizaje significativo de conceptos científicos, por lo que es necesario valorar el material didáctico y las formas de mediación en cuanto a su potencial para establecer formas complejas de relaciones mentales.

Muchas veces, el material didáctico, en nuestro caso los libros de texto, parece no tener la intención de procurar formas de relación como las expuestas, sino que más bien se ocupa de dejar sus enseñanzas a un nivel factual (datos, hechos) y declarativo (aprendizajes específicos de la disciplina). (Alzate, et al, 2005) Estos aprendizajes se registran por repetición en la memoria y comúnmente no se articulan unos con otros, situación que hace muy difícil poder sostener conceptos científicos en este débil entramado, como se explica en el informe LLECE:

La Ciencia, como modelo teórico de interpretación de la realidad, se presenta como un conjunto de relaciones, e incluso relaciones de relaciones, constituyendo modelos que permiten operar intelectualmente transformaciones que representan aquellas que ocurren en el mundo natural. Un modelo es una construcción abstracta. Es importante, entonces, que el maestro entienda cómo los niños alcanzan a comprender y manejar la abstracción. (2009, p.43)

Según Alzate, et al (2005), llama la atención que a veces se utilizan los libros de texto para repetir y repetir datos y hechos o reproducir discursos. En varias oportunidades sucede que las actividades organizadas pueden resultar cargadas o que no sobrepasen los niveles factual ni declarativo, aunque pueden ser muy divertidas. Esta situación puede llegar con facilidad al entretenimiento, pero no al desarrollo de competencias científicas.

Entonces, es muy importante tomar en cuenta que la información que no ha sido aprendida en forma significativa es desechada muy fácilmente por la memoria, no así las funciones ejecutivas.

Por lo que la educación debería esforzarse más en fortalecer estas funciones, que permitirán al y la

estudiante construir memorias significativas y de largo plazo con respecto a los aprendizajes y así adaptarse exitosamente a las demandas presentes y futuras, que gastar el tiempo en contenidos que, si no se utilizan, pronto se olvidarán y requerirán repetidos y costosos aprendizajes (Meléndez, 2010, p.102).

- **Transposición didáctica**

Según el informe de la LLECE “Los niños son capaces de aprender la Ciencia escolar, cuando ésta surge de una transposición didáctica que tiene debidamente cuantificada la densidad conceptual a trabajar, y que prioriza provocar, desde las situaciones planteadas, su pensamiento”. (2009, p.43)

En nuestro caso, por transposición didáctica entendemos “...el complejo proceso de transformación del saber académico o sabio en saber enseñar y efectivamente enseñado en el contexto de la enseñanza y aprendizaje escolar” (Alzate, et al, 2007, p.76). O sea “El ‘trabajo’ que de un objeto de saber a enseñar hace un objeto de enseñanza...” (p.77). Definición que coloca a la didáctica como un saber o un arte en sí mismo y distinto de los otros saberes. Con lo que es posible asegurar que no quien sabe acerca de algo es de por sí capaz de enseñarlo, pero que para enseñar acerca de algo hay que conocerlo además de la condición psicopedagógica de quienes aprenden, con el fin de proponer estrategias que permitan conectar una cosa con otra.

En la enseñanza de las Ciencias Naturales parece que la transposición didáctica demanda conocer el objeto y del objeto de estudio, del orden, priorización y dosificación conceptual relacionados con ese objeto, pero y sobre todo, de las formas más efectivas de provocar el pensamiento, como es el caso de la experimentación y el reto cognitivo (LLECE, 2009); por lo que estos elementos constityen características que pasarán a formar parte de los criterios útiles para valorar los libros de texto, en su relación con las funciones ejecutivas y las competencias científicas.

Además, como agrega el informe LLECE (2009, p.108), la construcción de aprendizajes científicos:

- implica construcción de significados;
 - no se da en un solo paso sino que requiere de sucesivas aproximaciones;
 - supone movilización cognitiva de ideas o esquemas que el sujeto ya tiene, y
- requiere de un aprendiz motivado y que encuentre sentido a lo que se le presenta

- **Libros de texto**

Alzate, et al (2007), explican que un texto escolar es aquel que se dedica a presentar un saber, detalla los procedimientos a seguir en un campo de actividades y es diseñado y difundido para propósitos educativos. Además, el texto escolar prescribe lo que el alumno debe hacer y de

seguro su contenido estará orientado por las disposiciones oficiales en materia de enseñanza; de tal forma que “...un texto escolar no es un libro en el sentido ordinario del término, sino un instrumento didáctico”. (Alzate, et al, 2007, p.186).

A la vez, Alzate y su equipo de investigadores justifican que un libro de texto debe cumplir con las siguientes funciones (Alzate, et al, 2007, p.129):

- Transmisión de conocimientos
- Consolidación de las adquisiciones
- Integración de conocimientos
- Referencia
- Educación social y cultural
- Desarrollo de competencias
- Evaluación

Dichas funciones no sólo caracterizan a un libro de texto sino que podrían servir como categorías de análisis de contenido si ese fuera el fin.

Ya sea el alumno por sí mismo, el docente o hasta los mismos familiares acuden al libro de texto para explotar más o menos cada una de esas funciones según sea el caso y según sean los recursos didácticos adicionales de que se dispone. Pero, cabe aclarar, que en el caso de los alumnos, sobre todo en la primaria, rara vez se les prepara para el manejo autónomo de un libro de texto, más bien, se dedican a seguir las indicaciones del maestro para darle uso.

Los libros de texto constituyen hoy por hoy la herramienta didáctica de mayor uso y difusión en todos los sistemas y centros escolares, lo que da pie para discurrir también acerca de su abuso. No son pocos los estudiantes ni los padres de familia latinoamericanos que se quejan de los maestros que dedican sus clases a repetir lo mismo que el libro enseña y depositan todo el actuar didáctico en las actividades incluidas en el texto. Lo que permite sospechar que, definitivamente, algunas veces el libro de texto sabe más que el educador, no sólo de la disciplina o asignatura que pretende enseñar sino de la didáctica que le puede ser útil para desarrollar tal o cual concepto. A lo que cabe agregar que, en ocasiones, esta actitud de los educadores responde más bien a las políticas centralistas y directivas de los gobiernos, que mediante los lineamientos y materiales oficiales no dejan espacio para la creatividad docente. En síntesis, y con mayor incidencia en los países más pobres de la región, las disposiciones oficiales dejan ver que no confían en las competencias pedagógicas de sus maestros y utilizan los libros de texto como manuales ideológicos de adiestramiento masivo.

De manera adicional, al parecer en América Latina no sólo se perciben dificultades con

respecto a la cultura de uso de los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales sino también en cuanto a su disposición didáctica. Banda y Ramos (2006) por ejemplo, desde un estudio realizado para la república mexicana, denuncian que: a) el 50% del contenido de los libros de texto de Ciencias se dedica a dar información verbal que encima no plantea continuidad entre temas ni actividades; b) el carácter deductivo de la presentación temática no da pie para el proceso problematización, exploración, teorización y comunicación, en tanto sólo invita a verificar parcialmente lo que ya se asegura en la teoría previamente dada; y, c) la ilustración fotográfica e infográfica y las actividades demostrativas tienden a sustituir a la experimentación en el aula y el laboratorio. Estos mismos autores alegan que las actividades encontradas no promueven el razonamiento ni la creatividad científica y más bien se dedican a dar a conocer la ciencia de otros en lugar de promover la posibilidad de hacer ciencia.

A pesar de los problemas que se achacan a la cultura de uso y a la calidad de la transposición didáctica que ofrecen pareciera que

Diversos estudios internacionales, realizados científicamente, y en los que han participado miles de estudiantes de numerosos países, desarrollados y en vías de desarrollo, han demostrado que el uso del libro de texto escolar brinda una serie de beneficios y ventajas que, de manera indiscutible, inciden en mejores resultados de los estudiantes de diversos estratos socio-económicos, por encima de otros insumos del proceso de enseñanza y aprendizaje. (...) la utilización del libro de texto conduce a mejores resultados educativos. Por eso países del primero y del tercer mundo han decidido invertir fuertemente en textos escolares, conscientes de que son un ingrediente indispensable del éxito escolar. (Ospina y Mejía, 2009, p.1)

A lo anterior se suma que en América Latina la brecha tecnológica o el desuso que los educadores hacen de la tecnología disponible, no permite –al menos por ahora- que el material en línea sustituya a los libros de texto en su capacidad de cobertura sino sólo para ofrecer actividades complementarias cuando la accesibilidad lo hace posible. Por lo que un mejoramiento del diseño, contenido, pero sobre todo de la transposición didáctica que presumen los libros de texto, así como un cambio educado de la cultura de uso podría implicar transformaciones poderosas en los ambientes educativos de la región.

- **Competencias científicas**

La dedicación a las funciones ejecutivas en los ambientes de aprendizaje marca un punto de giro esencial, no sólo para que las propuestas de aprender a aprender sean realmente una realidad, sino para responder a las demandas actuales de la educación. Entre esas demandas es posible observar la tendencia reciente a organizar la oferta educativa en todo nivel desde los distintos

enfoques de la educación basada en normas de competencias. Y las competencias, en tanto familias de saberes y capacidades (Alzate, et al, 2007), le vienen muy bien al tema de las funciones ejecutivas, lo que es más difícil de reconocer en la curricula basada en objetivos y contenidos como la que aun se maneja en Costa Rica. No obstante, y con el mejor propósito de brindar una respuesta pertinente a la enseñanza de los conceptos científicos, nos hemos dado a la tarea de mirar nuestra oferta curricular desde una posible perspectiva por competencias, tomando como base las recomendaciones del informe LLECE (2009), así como el trabajo exhaustivo de la educación colombiana para definir las competencias requeridas en diversas áreas y niveles y la propuesta mexicana, más apegada a las disposiciones de la OCDE y la prueba PISA en esta materia.

Al respecto, en el informe LLECE (2009, p.42) se argumenta la prioridad de asumir el desarrollo de competencias científicas que pretenden:

- Desarrollar el pensamiento lógico, lo cual supone ser capaz de analizar una situación, elaborar una explicación acerca de la misma, hipotetizar e inferir; encontrar caminos para verificar supuestos de partida
- Ampliar o cambiar los conocimientos que surgen de la experiencia cotidiana, facilitando su aproximación a los conocimientos que la comunidad científica reconoce como válidos en un momento histórico dado
- Promover el desarrollo progresivo de estructuras conceptuales cada vez más complejas, las que permitirán una mejor comprensión de los conceptos científicos
- Iniciar en el uso y comprensión del lenguaje científico y de algunos conceptos asociados a temas que la sociedad somete a debate público
- Incorporar estrategias de resolución de problemas científicos, lo que implica iniciarse en el uso de los procedimientos de Ciencia: identificación de problemas, búsqueda de información a partir de diferentes fuentes, elaboración de conjeturas, diseño de actividades experimentales con la finalidad de contrastarlas, recoger datos, organizar, analizar y comunicar la información recogida, tomar decisiones a la luz de los estudios realizados
- Desarrollar actitudes científicas tales como: curiosidad, flexibilidad intelectual, espíritu crítico, respeto por el ambiente, etc
- Valorar los aportes de la Ciencia, reconociendo los límites que establece el hecho de que es una actividad social y colectiva, en continuo cambio y sometida a diversas presiones de carácter social, económico, ideológico, etc

Colombia, por su lado, ofrece una lista desglosada de competencias específicas en distintas dimensiones del aprendizaje científico y que requieren partir de competencias básicas (Ministerio de Educación Nacional, 2005, p.7) que buscan fomentar:

- La curiosidad

- La honestidad en la recolección de datos y su validación
- La flexibilidad
- La persistencia
- La crítica y la apertura mental
- La disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración científica
- La reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro
- El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos
- La disposición para trabajar en equipo

México, en cambio, organiza las competencias científicas que busca desarrollar en el estudiantado en los siguientes tres procesos (INEE, 2005, p.25):

- Describir, explicar y predecir fenómenos científicos
- Comprender la investigación científica
- Interpretar las evidencias y conclusiones científicas

Desde el punto de vista curricular, se dan acontecimientos que nos llevan a cambiar las disposiciones didácticas basadas en temas y contenidos hacia corpus de saberes y capacidades como se expresan desde los enfoques por competencias. Si bien esta propuesta luce más compleja y demandante, es de todas maneras innovadora y más pertinente con respecto a los requerimientos de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales; razón por la que nos apegamos también a esta perspectiva para el desarrollo de nuestro trabajo.

- **Objetivos**

Para su desarrollo este estudio se propuso alcanzar los siguientes objetivos:

- **Objetivo general:** Analizar las distintas formas de transposición didáctica utilizadas en la enseñanza de las ciencias para el desarrollo de las funciones ejecutivas en niños y niñas del último grado de primaria.
- **Objetivos específicos:**
 - Identificar, en los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales de 6º grado, aspectos didácticos relacionados con el desarrollo de las funciones ejecutivas.
 - Valorar los distintos elementos cognitivos, propios del desarrollo de las

funciones ejecutivas, que se evidencian en los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales de 6º grado de mayor uso didáctico en Costa Rica.

- Recomendar acciones que procuren facilitar el desarrollo de las funciones ejecutivas a partir de la transposición didáctica que se revela en los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales de 6º grado.

- **Metodología**

La investigación que se propone se define dentro de un enfoque de naturaleza mixta, ya que utiliza técnicas tanto cuantitativas como cualitativas para analizar la información. Dentro del enfoque de naturaleza mixta se proyecta seguir un método descriptivo, orientado a “...describir un fenómeno dado, a partir de diversas acciones no excluyentes entre ellas...” (Bizquera, 2004, p.223); así como valorativo y prescriptivo, en tanto pretende juzgar, desde el análisis de estructura y contenido, el peso del material con respecto al referente *funciones ejecutivas* además de dar recomendaciones con base en las discrepancias detectadas, para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de 6º grado de la primaria.

- **Fases procedimentales:**

- 1ª. Seleccionar los libros de texto de mayor uso didáctico.
- 2ª. Evaluar los libros de texto a la luz del “Instrumento para el análisis del potencial cognitivo de actividades y del material didáctico” de Meléndez (2004).
- 3ª. Analizar los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento.
- 4ª. Valorar y comparar los resultados obtenidos.
- 5ª. Discutir los resultados de cara a la teoría existente en el campo.
- 6ª. Establecer conclusiones y recomendaciones en atención a los resultados obtenidos.

- **Resultados provisionales**

Para seleccionar los libros de texto de mayor uso didáctico se llevó a cabo un sondeo vía telefónica que abarcó alrededor de 60 centros de educación primaria de todo el país, información que se cruzó con el sondeo a 10 de las principales librerías de textos escolares, permitiendo identificar en el siguiente orden de frecuencia de uso didáctico de mayor a menor, a los 3 textos principales titulados:

1° Saber de Ciencias 6, de Editorial Santillana.

2° Trampolín. ¡Alas Ciencias! 6, de Editorial Santillana.

3° Planeta de vida 6, de Editorial Eduvisión.

Previo al análisis de contenido, los textos fueron revisados desde el punto de vista de su estructura y diseño gráfico, dejando ver que el criterio que marca la mayor preferencia de uso es definitivamente el costo, por lo que el libro de menor precio parece ser el de más difusión entre las escuelas públicas.

La carga de elementos en la distribución gráfica e infográfica del texto más utilizado se convierte en un factor de saturación visual y, de seguro, en una suma de distractores sobre todo para los estudiantes con más dificultades para concentrarse. Encima, el texto no hace referencia a material complementario ni en línea con lo que todo parece apuntar que los estudiantes que acceden a este por la conveniencia de su precio y que posiblemente proceden de escuelas públicas, se encuentran en desventaja didáctica con respecto a los usuarios de los otros textos, principalmente del segundo, con posibles consecuencias negativas sobre su rendimiento académico y el desarrollo de competencias científicas, con lo que eso puede implicar para los estudiantes con necesidades educativas especiales (Ver Tablas 3 y 4).

Queda claro que hasta ahora se cuenta con resultados parciales que no permiten ir muy lejos en las conclusiones. Pero, mediante este reporte, queda en evidencia que el proyecto avanza de manera apropiada y que pronto estará listo para ofrecer nuevos resultados, esta vez sobre aspectos que tienen que ver más directamente con el desarrollo de las funciones ejecutivas que se revelan o no en la mediación incluida en los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales en 6° grado de primaria.

Por otra parte, en el transcurso de este proyecto se espera poder concretar la intención de otros países de unirse a este estudio, como es el caso de Colombia desde la Univesidad Tecnológica de Pereira, y Brasil desde la Universidad Federal Fluminense de Río de Janeiro, acontecimiento que añadiría un plus invaluable a nuestro trabajo.

Tabla 3: Análisis de estructura de los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales en 6° grado y de mayor difusión en Costa Rica

Precio en dólares USA			N° de páginas			Unidades temáticas			N° promedio de actividades por unidad temática			Referencias a actividades complementarias en línea		
1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°

\$6.4	\$18.4	\$17.6	160	300	208	4	5	4	13 actividades para cada tema y 4 tipos de actividades de evaluación al final de cada tema	40 actividades promedio por tema y 5 tipos de actividades de evaluación al final de cada tema	48 actividades en promedio por unidad temática y 4 tipos de actividad de evaluación al final de cada unidad temática	no	Si	no	2
-------	--------	--------	-----	-----	-----	---	---	---	--	---	--	----	----	----	---

Tabla 4: Análisis del diseño gráfico de los libros de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales en 6° grado y de mayor difusión en Costa Rica

Libro	Tipografía	Color	Distrib. Gráfica e info.
1°	Arial (13)	Adecuado. Identificador de cada unidad.	Hace falta descanso visual Páginas muy saturadas (info e imágenes) Algunas páginas contienen sólo texto. Algunas imágenes de baja calidad Interlineado sencillo Papel que trasluce el texto e imagen de retiro por lo que luce más cargado. Texto sin justificar también produce carga visual
2°	Century Gothic (13)	Adecuado. Identificador de cada unidad.	Diagramación ordenada Buen balance entre imágenes y texto en todas las páginas. Limpieza. Interlineado a espacio y medio Ofrece descansos visuales
3°	Century Gothic (13)	Adecuado. Identificador de cada unidad.	Texto en dos columnas y con esa tipografía hacen que el texto se vea pesado y desordenado Algunas páginas no contienen ninguna imagen.

• **Conclusiones hasta ahora**

Los libros de texto siguen siendo la herramienta didáctica más presente en los ambientes escolares, lamentablemente más que los laboratorios, para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Sin embargo, el poder sacar el máximo provecho de su potencial de transposición didáctica, va a depender de cambios sustanciales en su diseño, didáctico y gráfico, en las políticas de difusión, la cultura de uso y las competencias de autoaprendizaje que sea posible generar en el alumnado. Asimismo, contar con políticas de cobertura de este recurso mejorado, puede hacer que la educación científica en la región tienda a la equidad en cuanto a las posibilidades de desarrollar aprendizajes y competencias en esta área, que se sabe trascenderán a la capacidad de resolver problemas en todas las dimensiones de la vida ciudadana.

Por ahora, la revisión realizada nos lleva a pensar que la ruta que llevamos en cuanto a relacionar la facilitación de las funciones ejecutivas con el desarrollo de competencias científicas parece sumamente atingente, además de que la lógica que las define anuncia que se potenciarán una a la otra con consecuencias sumamente positivas para los estudiantes de primaria de cara a la secundaria y para el futuro quehacer científico y sus implicaciones para el desarrollo en América

Latina.

Pero, por encima de todo, la voluntad de quienes deciden sobre cuál es el mejor libro de texto para la enseñanza de las Ciencias Naturales, debe basarse en criterios didácticos debidamente instruidos para que éste pueda llegar a manos de los estudiantes. Debemos crear las mejores condiciones para que no sean razones de precio, regalías o colores los que priven en el momento de optar por uno u otro texto, sino su capacidad de posibilitar el desarrollo de competencias científicas en el presente y en el futuro de los alumnos.

Bibliografía

- Alzate, M. V., C. L., Lanza y M. A., Gómez (2007). *Usos de los libros de texto escolar: actividades, funciones y dispositivos didácticos*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Alzate, M. V., M. C. Arbeláez, M. A. Gómez, F. Romero y H. Gallón (2005). *El texto escolar y las mediaciones didácticas y cognitivas*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Arango, O., I. C., Puerta y D. Pineda (2008). Estructura factorial de la función ejecutiva desde el dominio conductual. *Diversitas- Perspectivas en psicología*. Vol 4. No 1, 63-77.
- Banda, M. P. y M. A., Ramos (2006, diciembre). *Caracterización de las actividades prácticas en el libro de Ciencias Naturales de tercer grado* [Versión electrónica]. Ponencia presentada en el Congreso Estatal de Investigación Educativa. Actualidad, prospectivas y retos. México.
- Barroso, J.M. y J. León (2002). Funciones ejecutivas: control planificación y organización del conocimiento. *Revista de Psicología General y Aplicada*. Vol. 55 (1), sp.
- Bizquera, R (2004). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla, S.A. Madrid.
- Blakemore, S. y U. Frith (2007). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la Educación*. Barcelona: Ariel.
- Carter, R. (2002). *El Nuevo Mapa del Cerebro*. Barcelona: Integral.
- Geake, J. y P. Cooper (2003). Cognitive Neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26 (1), 1-15.
- IPE-Buenos Aires (2005). *La enseñanza de las Ciencias Naturales: desafíos y propuestas* [Versión electrónica]. Buenos Aires: UNESCO.
- INEE (2005). *PISA para docentes. La evaluación como oportunidad de aprendizaje* [Versión electrónica]. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Extraído de

http://www.inee.edu.mx/images/stories/Publicaciones/Textos_divulgacion/Materiales_docentes/PISA_docentes/Completo/pisaparadocentesc.pdf el 2 de agosto de 2011.

- LLECE (2009). *Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo* [Versión electrónica]. Santiago: UNESCO/OREALC.
- Meléndez, L. (2004, septiembre). *Estrategias de desarrollo del pensamiento para la superación de limitaciones intelectuales*. Ponencia presentada en el II Congreso Internacional de Discapacidad Intelectual, Medellín, Colombia.
- Meléndez, L. (2010). La neurodidáctica y el fortalecimiento de las funciones ejecutivas. *Gaudeamus*, 2 (1), 87-104.
- Meltzer, L. (ed.) (2007). *Executive Function in Education*. New York: Guilford Press.
- Ministerio de Educación Nacional (2004). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales. Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer* [Versión electrónica]. Colombia: Cargraphics S. A. Extraído de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf el 2 de agosto de 2011.
- Ospina, P. y W., Mejía (2009). “El impacto del libro de texto escolar en los resultados escolares”. *El Educador N° 9*, sp.
- Punset, E. (2007). *El alma está en el cerebro. Radiografía de la máquina de pensar*. México: Santillana.
- Ustárroz., T. y J. M., Muñoz-Céspedes (2005). “Memoria y funciones ejecutivas”. *Revista de Neurología*, 41 (8), 475-484.