

UNA COESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES CIENTÍFICA-MATEMÁTICA: LOS PROYECTOS ESCOLARES

Laura María Benavides López.
Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.

laura@costarricense.cr; laura17@latinmail.com

Resumen

El desarrollo de las competencias básicas científicas, matemáticas y tecnológicas son factibles cuando sus contenidos, conceptos y procesos; entre otros, se abordan desde una comprensión social y cuando se emplea un marco interdisciplinario para dar respuesta a los problemas. Los proyectos escolares es una estrategia para el aprendizaje de la ciencia, matemática y la Tecnología ya que potencializa en alumnas y alumnos la adquisición de una visión integrada de los fenómenos naturales y la comprensión de las diferentes teorías y modelos desde una dimensión sociocultural; sobre los que se van construyendo el conocimiento. Los objetivos del presente trabajo son (a) Promover la utilización de los proyectos escolares como una coestrategia para el desarrollo de habilidades cognitivas científicas y matemáticas y (b) Fortalecer el abordaje metodológico, para la iniciación de los niños y jóvenes en la investigación y formulación de proyectos de una forma interdisciplinaria.

Marco de referencia

A partir del 2000 he pertenecido al Comité Regional de la “Feria Científica de Ciencia y Tecnología de la Dirección Regional de Educación de San Carlos”, Costa Rica, en mi condición de coordinadora y asesora de ciencias, he analizado un aproximado de 400 informe escrito de los proyectos y escuchado las exposiciones que realizan los jóvenes y niños de los mismos, (las y los estudiantes que participan en este evento están en edades de 6 a los 18 años) lo que me ha permitido determinar que los proyectos de investigación promueven la asimilación de auténticos aprendizajes, desarrollo de estructuras cognitivas, por lo que considero que es un vehículo idóneo para el aprendizaje y contribuye a mejorar la percepción de la sociedad civil respecto a la ciencias y tecnología. Cabe destacar que los proyectos escolares, a diferencia de otras actividades, logran integrar a la familia, a miembros de la comunidad en el proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia y tecnología.

Descripción

Para iniciar el proceso de investigación ,ya sean en proyectos escolares científicos, sociales o tecnológicos; y que se constituyan en una excelente coestrategia para el desarrollo de las habilidades científico matemáticas, el papel del tutor es esencial. Él es un mediador que debe proporcionar experiencias que incentiven el deseo por aprender e indagar acorde a los ritmos y estilos de aprendizaje. Díaz (2001:6) cita: *“La metáfora del andamiaje propuesta por Bruner nos permite explicar la función tutorial que debe de cubrir el profesor. El andamiaje supone que las intervenciones tutoriales del enseñante debe de mantener una relación inversa con el nivel de competencia en la tarea de aprendizaje manifestado por el aprendiz, de manera tal cuanto más dificultades tenga el aprendiz en lograr el objetivo planteado tendrá no solo mayor cantidad de ayuda sino en su cualificación”*. Por lo que se debe proporcionar experiencias que incentiven el deseo por aprender, hacer e indagar. Ser un mediador implica:

- ◆ Producir desequilibrio cognitivo.

Propiciar la aplicación de diferentes métodos para realizar los diferentes proyectos de investigación, es lo más acorde a la naturaleza humana, a los estilos y ritmo de aprendizaje.

Ayudar ver al estudiante las metas por alcanzar.

- ◆ Elegir momentos significativos de aprendizaje.
- ◆ Hacer sentir al alumno(a) aceptado en sus dificultades y éxitos.
- ◆ Apoyar a su previa autoestima.
- ◆ Comunicarle oportunamente sus logros.
- ◆ Formular diferentes tipos de preguntas: reproductivas, divergentes, convergentes y evaluativas.

La primera dificultad que se le presenta al docente es cómo generar ideas de posibles proyectos en las y los estudiantes. En primer lugar es esencial que el docente borre de su mente, que para hacer investigaciones, se requiere de equipo costoso de laboratorio. Como también “superar la idea del carácter abstracto de la matemática”. Ochoa(1999:125): “La matemática no se produce por abstracción de la esencia de las cosas. ...La producción matemática consta de esquemas conceptuales que representan las acciones, movimientos y manifestaciones de los seres humanos de las cosas, o de las cosas entre sí, por medio de manipulaciones simbólicas sobre las cuales pueden montarse otras estrategias o niveles de manipulación matemática y así indefinidamente, sobre esquemas matemáticos puede generarse una matematización”. Y en segundo lugar, es necesario conocer la estructura de cada una de las disciplinas, su red conceptual. En la enseñanza constructivista, los conceptos son “extraídos de los estudiantes, de sus análisis de sus respuestas cuando se les presenta un problema; ellos son los que lanzan las conjeturas y posibles soluciones al problema”. Es relevante que se tome en cuenta los siguientes pasos para el planteo del problema:

1.-Partir de un problema, que contemple las características:

- ◆ Sencillo para que todos lo entiendan y puedan opinar acerca de las posibles soluciones.
- ◆ Debe causar curiosidad e interés.
- ◆ Permitir la diversidad de enfoques.
- ◆ Debe facilitar al docente establecer diferentes niveles de solución desde lo más simple a lo complejo.

2.-Brindar un espacio, para saber si todos comprendieron el problema.

3.-Discutir el problema, sin truncar el proceso.

4.-Asumir una posición al respecto y justificarla.

5.-Contraoponer las razones, donde son escuchadas y respetadas.

6.-Motivar, para que cada estudiante re-evalúe su posición anterior. El cambio de posición respecto al problema es por la veracidad, lógica y pertinencia que tenga la otra justificación. El docente debe de mantenerse al margen, rescatando los argumentos válidos y contraponiendo los no tan válidos.

7.-Contrastación empírica, se propone una experiencia práctica, elaboración de un modelo, un algoritmo entre otros.

8.-Reacción de los estudiantes ante los resultados, los alumnos confirman su “hipótesis” o pueda que alguno refute lo obtenido y solicite volver a realizar la experiencia u otra similar.

9.-Reorganización de las ideas, de los conceptos generados en la solución del problema.

Presentar su medio físico y natural como una fuente generadora de problemas donde los estudiantes observen, manipulen, analicen, indaguen, discuten y formulen preguntas; es la mejor manera de aprender a aprender.

Seleccionar “algo de ocurrencia cotidiana”; un fenómeno natural, social, tecnológico le da significado al sustento teórico; Acevedo(2002:5): *“centrado en cuestiones científicas y tecnológicas relevantes que afectan a la sociedad, suelen ser adecuadas para motivar a los alumnos porque conectan más fácilmente con sus intereses”*.

Incentivar la observación y el análisis en diferentes dimensiones (social, económica, técnica, científica y ética; hechos cotidianos) como podría ser:

- A. Los cambios fisiológicos, sociales y económicos que ocurren cuando nos enfermamos de gripe.
- B. Los efectos de las “celebraciones navideñas” en las personas desde varios puntos de vista. Y en diferentes niveles: familiar, comunal y nacional.
- C. La tecnología novedosa que emplean las plantas hidroeléctricas, plantas procesadoras de frutas.
- D. O podrían ser aspectos del Mundial de Fútbol 2002.
 - ◆ La diversidad en los seres humanos, características fenotípicas: ¿de qué dependen?
 - ◆ ¿El idioma influye en el desempeño de cada uno de los equipos durante el partido?
 - ◆ ¿Por qué nos levantamos los centroamericanos, en la madrugada a ver los partidos de televisión cuando en Japón se realizan durante el día?

El docente o tutor debe brindar diferentes escenarios, experiencia para permitir al estudiante volver a descubrir. Las intenciones y finalidades que el docente haya planificado para la realización de la experiencia deben ser ajenas al alumno. El docente, conocedor de los intereses de sus estudiantes, organiza con anterioridad posibles objetos de estudio: ha planteado preguntas claves de diferente categoría, para inducir, guiar a los alumnos(as) en el proceso indagativo y en la resolución de problemas de una forma sistemática. La observación y discusión de los hechos y resultados es importante que se realicen en un ambiente participativo. Siempre se debe partir del marco conceptual preexistente de las y los alumnos para que ellos mismos se planteen preguntas y se den las respuestas. Cuando ellos se sienten escuchados fortalecen su confianza en su forma de pensar, por otra parte, escucharles ayuda al docente a identificar cuánto saben y no saben. Otra estrategia sería iniciar con una lluvia de ideas de algunos posibles temas y anotar las sugerencias en la pizarra. Seguidamente citar los recursos disponibles con que cuenta para desarrollar cada una de las ideas planteadas, priorizarlas; determinar el problema de estudio por consenso (se recomienda la aplicación de los pasos para el análisis del problema citado anteriormente). Después se les pregunta a los alumnos(as): ¿cuál sería la posible solución al problema que han seleccionado?; a la par de cada solución que los estudiantes han manifestado, se anotan cosas que hay que hacer para su posible verificación. De esta manera se visualizará con qué recursos se cuenta. Se organizan los estudiantes en equipos, donde ellos mismos se asignan tareas. Una vez que se ha planteado el problema y los objetivos; viene la fase de indagación bibliográfica que es la base que sustenta el marco teórico. En Costa Rica, las Ferias Científicas son espacios que permiten a los docentes

incluir dentro de las actividades educativas la formulación y ejecución de proyectos. Se han establecido dos grandes categorías:

A. Redescubrimiento, es una estrategia desde el punto de vista de la enseñanza de la ciencia apropiada, ya que combina el método inductivo deductivo y permite a los estudiantes “redescubrir” soluciones y procesos.

B. Proyectos Científicos – Tecnológicos. Los alumnos establecen una hipótesis (causa-efecto), realizan un estudio del caso o diseñan un experimento, recogen sus propios datos, los interpretan y llegan a conclusiones válidas.

En los Proyectos Tecnológicos, plantean la posibilidad de establecer una nueva tecnología o modificar una existente para resolver problemas específicos.

Si lo que se desea es la aplicación de un principio científico y tecnológico, el docente puede optar por hacer una **experiencia guiada**, mediante la cual le proporciona los materiales y métodos para hacer el experimento (como los que vienen en los libros de texto). En donde los alumnos(as) realizan la experiencia, observan, anotan, registran lo ocurrido y luego obtienen conclusiones. Después de terminado el experimento, los estudiantes realizan una indagación bibliográfica respecto al tema, para tener mano de referencia, como también establecer puntos de encuentro y discrepancias entre lo que dice la literatura y lo que ellos han encontrado. Cuando la experiencia es semiguída el docente media para que el alumno diseñe el experimento; la ayuda que proporciona el docente es por medio de preguntas, irlo induciendo. Una vez que se propone el diseño metodológico se siguen: la tabulación, registro, conclusiones, análisis, revisión bibliográfica. En cambio el proyecto es una demostración de un principio, procesos científico-tecnológicos, donde se tenga que construir un modelo o hacer un proceso. El acompañamiento es diferente. Una vez que se tienen el objeto de estudio y se ha planteado el problema, ejemplo: ¿Cómo verificar la presencia de hierro en los cereales a base de maíz? Los estudiantes manifiestan que hay que hacer un aparato, pero ¿qué rasgos debe tener ese artefacto? Es aquí donde la revisión bibliográfica se hace primero, referente a hierro, imanes, etc; luego se construye el modelo (que puede ser una réplica de algún artefacto). Se hace el modelo, se prueba y se anotan observaciones, se registran y se sacan conclusiones. Pero cuando el alumno(a) opta por demostrar un proceso; como por ejemplo: la pasteurización, es conveniente que la revisión bibliográfica la realice después de haber demostrado la experiencia. La investigación bibliográfica es un proceso y como tal hay que orientar las acciones. Se presenta a continuación los pasos que se requieren propiciar en la investigación de acuerdo con Molina (1998:70):

- ◆ Determinar con claridad el fenómeno, hecho o situación sobre el cual se desea investigar (problemas de comunidad, origen de los pobladores de la comunidad, indicadores de la población, etc.).
- ◆ Plantear interrogantes ante la situación, el hecho o el fenómeno específico al cual se quiere dar una respuesta, o ante un objeto de estudio sobre el que se quiere aumentar el conocimiento.
- ◆ Concretar el problema, presentándolo mediante una o varias preguntas.
- ◆ Señalar los aspectos básicos, derivados de la pregunta que debe ser objeto de la investigación.
- ◆ Identificar las fuentes de información (periódicos, revistas, libros de texto y de consulta, personas de la comunidad, familiares, el maestro, etc.).

- ◆ Seleccionar la forma más adecuada para recoger la información (observación, encuestas, cuestionarios, lectura y síntesis, etc.).
- ◆ Aplicar las formas seleccionadas para recoger la información.
- ◆ Resumir e interpretar la información obtenida.
- ◆ Analizar la información recogida, organizándola de acuerdo con ciertos criterios, elaborando resúmenes, cuadros, esquemas, etc.
- ◆ Presentar un informe final sobre la investigación organizada en forma lógica y coherente.

Es importante resaltar que la experimentación como estrategia didáctica, no es la experimentación que realiza un científico, o la comprobación matemática como recursos de aprendizaje implican una verificación, un volver a rehacer, a redescubrir, permite que el estudiante construya su conocimiento mediante su propia actividad. Otro punto clave, es la elaboración del informe escrito. Por lo general los programas de estudios de Español, en los diferentes currículos incluye la elaboración de textos, lectura técnica y la utilización de riqueza léxica, entre otras cosas. Esto facilita a que las instituciones educativas, las asignaturas y los diferentes profesores se correlacionen. Los jóvenes investigadores deben de llevar (de su puño y letra) apuntado todo lo que han hecho, observado y concluido, aunque no tenga un orden de estructura determinada; estos apuntes a manera de bitácora servirán para elaborar el informe escrito. Una estrategia es emplear papelógrafo para los estudiantes de 10 a 13 años. Un miembro del equipo escribe, intercambia, unifican ideas. El papel del educador es preguntar para que las ideas queden claras; en esta parte el docente debe ser paciente, respetar el ritmo y estilo de aprendizaje de los alumnos. No es conveniente señalar errores de ortografía, ni de concordancia en el momento que están escribiendo, sino después se lee, para que ellos escuchen lo escrito y puedan corregir sus textos. Después se realiza una segunda lectura y se determina si hay información superflua, eliminándola, para lograr un estilo más conciso, como también se debe cuidar que el término que se emplea sea el correcto, las frases que se usan sean claras. Hay normas ya establecidas de presentación para el informe de un proyecto. Los proyectos escolares, no son únicamente un punto de convergencia sino un vértice que abre un abanico de posibilidades para enseñar y aprender de una forma integradora y vincular los contenidos a lo cotidiano a su entorno social y cultural de los estudiantes. La interdisciplinariedad en el desarrollo del proyecto es indispensable: vemos como la matemática se va haciendo útil y significativa a los alumnos, se refuerza lo que es medición de unidades, utilización adecuada de instrumentos de medición, empleo de algoritmos de operaciones básicas, confección de tablas gráficas; el empleo de álgebra, de la estadística y probabilidad se estimula el razonamiento lógico matemático, predicción de cálculo, estimación y la relación de orden entre otros. El abordaje a los problemas y soluciones de cara a la realidades sociales y culturales y comprender de que manera están interrelacionados la ciencia, la tecnología, la matemáticas y otras disciplinas hace que “los proyectos de investigación tengan tal movilización y aplicación de conceptos de procesos de diferentes áreas que facilitan indiscutiblemente el desarrollo de competencias básicas”:

- A. Pensamiento conceptual con raciocinio abstracto**, en cuanto va a permitir el análisis de instrucciones complejas que son necesarias para trabajar, sino para utilizar aparatos técnicos, hacer inferencias de procesos figurados no vividos empíricamente.

- B. Capacidad para manipular modelos mentalmente**, para operar sobre representaciones que han sido construidas más en el horizonte del lenguaje digital y funcionando con códigos de representación diferente al escrito.
- C. Codificación y descodificación verbal, escrita y de imagen**, cada vez el lenguaje se hace cada vez más complicado y la manera de cómo éste será transmitido.
- D. Creatividad**, reorganiza el conocimiento de creación de nuevos procesos.
- E. Habilidades innovativas**, crear sobre la marcha colocando el potencial cognitivo al servicio de una adaptación que hoy significa menos lo estable y es mucho más lo cambiante, forjando cualidades personales de tipo psico-cultural para la rápida adaptación al cambio.

Para facilitar visualizar, el enfoque Integral de los proyectos y el desarrollo de habilidades cognitivas, se presenta la siguiente matriz.

Matriz de Habilidades Cognitivas Científico – Matemáticas.

	Observa	Dosificar	Compara	Infiere	Predice	Analiza	Mide	Comprueba	Pronone	Hace	Manipula instrumen-	Registra	Aplica razonamien	Aplica	Resuelve	Plantea problemas a	Estima longitudes	Imaginación	Generaliza	Abstrae construirti-
Proyecto 1.	■		■			■	■	■	■	■	■	■			■				■	■
Proyecto 2.	■	■	■			■	■	■			■	■		■	■		■	■		■
Proyecto 3.	■		■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■			
Proyecto 4.	■		■			■	■	■			■	■		■	■	■	■		■	■

Valores y Actividades

Honestid ad Disciplin a Racional idad Laborios idad Toleranc ia Orden Sistemati zación Sensibili

Bibliografía.

- Ander-Egg (1993). *Técnicas de investigación social*. México: McGraw-Hill.
- Buendía, Leonor; Clas, Pilar; y Hernández, Fuensanta (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill. Madrid, España.
- Copi M., Irving (1995). *Introducción a la lógica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universitaria.
- Díaz, Friday; Bariga, A.; y Hernández, G. (2001). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Interpretación Constructivista. Segunda edición*. McGraw-Hill, México.
- Flórez O., Rafael (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento. La enseñabilidad de la ciencia*, Santa Fe de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Instituto Tecnológico Pastoral para América Latina (1999). *La Educación en perspectiva del tercer milenio*. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia.-*Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2001). Enseñando y aprendiendo Matemática para la Vida. San José, Costa Rica.*
- Molina B., Zaida (1998). *Planeamiento Didáctico*. San José, Costa Rica: EUNED, 1ª edición.
- Ochoa, R. (1994). *Hacia una Pedagogía del Conocimiento*. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
- Ochoa, R. (1999). *Evaluación Pedagógica y Cognición*. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
- Organización de Estados Iberoamericanos (2002). *Módulo 0: Ciencia, Tecnología y Sociedad. Curso a Distancia. Enfoque CTS*.
- Parolsky P., Carolyn; Steiner, Vera; y Blackuell, Peggy (1999). *Vigotsky y la Educación. Desarrollo de conceptos científicos y discurso*. Madrid, España. 2ª edición.

- Pozo, J. (2000).** *La Psicología Cognitiva y la Educación Científica. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid, España.*
- Rodríguez, Myra; y Delgado, Sonia (1999).** *Antología: Cursos de asesoramiento a docentes de Preescolar, Primaria y Secundaria para prepararlos en la organización de Ferias de Ciencia y Tecnología. San José, Costa Rica.*
- Rojas, F. (1997). *Las aulas Laboratorio. Una metodología activa de las Ciencias Naturales en el Nivel Primaria.* Segundo Simposio Latinoamericano de ICASE.
- Universidad de Costa Rica (2002).** *Manual de presentación de proyectos de investigación en Ferias de Ciencia y Tecnología. San José, Costa Rica.*
- Vargas A., Eddie (2000). *Metodología de la Enseñanza de las Ciencias Naturales.* San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.