

## **Proyecto Especial Hacia las Estrellas**

Ximena Miranda, Área de Liderazgo e Innovación Educativa, Instituto Innov@, Fundación Omar Dengo.

Ana Viria Hernández, Área de Proyectos Especiales, Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD

### **Resumen**

El proyecto especial “Hacia las estrellas” se propone para desarrollar capacidades científicas en los niños de cuatro escuelas de Guanacaste, y para desarrollar su visión de la ciencia y la tecnología en su comunidad y en el mundo. El proyecto se plantea según los objetivos de mejoramiento del aprendizaje de las ciencias del Área de Liderazgo e Innovación Educativa (Instituto Innov@, Fundación Omar Dengo). Por lo tanto en él se promueven estrategias pedagógicas que desarrollan capacidades científicas como generar y expresar preguntas, recolectar información en una forma sistemática, construir modelos, concluir a partir de la evidencia recolectada, diseñar soluciones para diversos problemas, e integrar las capacidades anteriores en procesos de indagación, diseño e invención. “Hacia las estrellas” se está implementando en el marco de los Proyectos Especiales del Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD, en colaboración con el laboratorio científico de Ad Astra Rocket Company en Liberia, Guanacaste y con el Área de Liderazgo e Innovación Educativa del Instituto Innova de la Fundación Omar Dengo. El artículo describe las estrategias pedagógicas que se promueven en el proyecto y las actividades realizadas durante los primeros ocho meses. Debido a que los resultados están en el proceso inicial de documentación, solamente se listan los primeros logros obtenidos en el proyecto.

### **Justificación**

Las características de la economía global basada en el conocimiento han cambiado mucho los perfiles profesionales de las personas que viven en las primeras décadas del Siglo XXI. La innovación tecnológica y la transformación de nuevos conocimientos en productos, procesos y servicios de liderazgo e innovación, se han vuelto críticos para la competitividad, el crecimiento productivo a largo plazo, y la generación de riqueza de los países. En este contexto, una tendencia que se ha proyectado para el año 2020 es la gran importancia que tendrán carreras en ciencia y tecnología, entre ellas las ingenierías relacionadas con la nanotecnología, las tecnologías de información, y la bioingeniería (National Academy of Engineering, 2004).

En Costa Rica, el Proyecto Estrategia Siglo XXI (2006), ha analizado el impacto que estas tendencias globales tendrán a nivel nacional. A partir de un

estudio comparativo con otras naciones para proponer una visión de país y una estrategia de desarrollo a largo plazo, el mejoramiento de la calidad de la educación en general obtiene gran importancia, y se indica que las tendencias de desarrollo exigen mejorar los logros educativos en materia de ciencia y tecnología (Proyecto Estrategia Siglo XXI, 2006). Esto se suma con análisis recientes sobre las necesidades educativas del país; el duodécimo informe del Proyecto Estado de la Nación (Castro, 2006) apunta hacia la importancia de realizar un esfuerzo general y sostenido para mejorar la calidad educativa, incluyendo la educación científica. El proyecto “Hacia las estrellas” se gesta como una iniciativa para responder a la necesidad de vincular el sistema educativo a los procesos de innovación y desarrollo científico y tecnológico nacional que se plantea en este contexto (Proyecto Estrategia Siglo XXI, 2006).

### **Objetivos del proyecto**

El proyecto “Hacia las Estrellas” se plantea como un proyecto de investigación-acción para promover la calidad en la educación científica en el ciclo de Educación General Básica en Costa Rica. El objetivo principal del proyecto es desarrollar capacidades científicas en niños y niñas de cuatro escuelas de Guanacaste, y desarrollar también su visión sobre los roles que cumplen la ciencia y la tecnología en su comunidad y en el mundo. El nombre del proyecto, “Hacia las Estrellas”, tiene un significado relacionado con el origen espacial de los temas que se tratan y es además una referencia a la empresa Ad Astra Rocket Company, que trabaja en colaboración con instancias de la Fundación Omar Dengo para desarrollar este proyecto. “Ad Astra” significa “Hacia las estrellas” en latín, y este proyecto educativo se nombra así también con un sentido simbólico que representa el querer alcanzar metas, proponerse soñar en un futuro exitoso, y luchar por alcanzarlo.

### **Organizaciones y escuelas participantes**

Dos instancias de la Fundación Omar Dengo trabajan conjuntamente para el desarrollo de este proyecto: el Área de Liderazgo e Innovación Educativa del Instituto Innov@, y el Área de Proyectos Especiales del Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD. Estas dos instancias de la FOD trabajan en colaboración con la sede de Liberia de Ad Astra Rocket Company.

El proyecto se está desarrollando en cuatro escuelas de atención prioritaria en Guanacaste: la Escuela Antonio Maceo y Grajales (Mansión de Nicoya), la Escuela César Flores (San Joaquín de Nicoya), la Escuela Estocolmo (Santa Cruz) y la Escuela Guardia (Liberia).

### **Contexto de aprendizaje**

El proyecto se trabaja con los estudiantes de cuarto grado de las escuelas mencionadas, y se plantea a un plazo de tres años para poder trabajar de manera continua con esta generación de estudiantes hasta que completen sus estudios de sexto grado. Las cuatro escuelas trabajan bajo el contexto de Proyectos Especiales, lo cual proporciona condiciones administrativas que promueven una mayor comprensión y profundización en los temas que los niños investigan, incluyendo un mayor número de lecciones semanales, la participación voluntaria de los escolares, grupos pequeños y apoyo de entes externos.

El fundamento pedagógico del proyecto se plasma en los principios para el mejoramiento de la educación científica del Área de Liderazgo e Innovación Educativa (Instituto Innov@, FOD). Estos principios plantean una concentración en el desarrollo de capacidades científicas, más específicamente las capacidades que le permiten a una persona:

- observar cuidadosamente
- generar y expresar preguntas
- recolectar información en una forma sistemática
- construir modelos

- razonar y sacar conclusiones a partir de la evidencia recolectada
- diseñar soluciones para diversos problemas
- integrar las capacidades anteriores en procesos de indagación y descubrimiento para comprender conceptos y fenómenos del mundo en el que vivimos
- Integrar las capacidades anteriores en procesos de diseño e invención para solucionar problemas prácticos
- Socializar los resultados obtenidos con compañeros, maestros, científicos, y otras personas de su comunidad.

Para lograr el desarrollo de estas capacidades, el proyecto se basa en la metodología del Enfoque de Aprendizaje por Proyectos conocido como el EAP (Centro de Innovación Educativa, Fundación Omar Dengo, 2001; Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD, 2001), que se ha diseñado para guiar a los estudiantes por un proceso de construcción de conocimiento a través de la investigación y la indagación colaborativa. Para el proyecto “Hacia las estrellas”, se integraron al EAP estrategias pedagógicas adicionales para aumentar la posibilidad de que se desarrollen las capacidades científicas mencionadas, así como la visión de la ciencia y la tecnología en su comunidad y en el mundo.

Los estudiantes de cuarto grado dedican entre dos y cuatro lecciones de informática educativa semanales al desarrollo de un proyecto de investigación relacionado al trabajo de Ad Astra. En las lecciones de ciencias, los estudiantes tienen la oportunidad de enlazar las investigaciones sobre Ad Astra con los temas curriculares del eje temático “La Tierra, el Universo, y la exploración espacial “. En las lecciones de informática educativa, ellos siguen un proceso de indagación guiado por la tutora de informática educativa y el maestro de grado según el proceso del EAP. El proceso cíclico de aprendizaje incluye momentos de elaboración de mapas conceptuales y de representaciones programadas en lenguaje LOGO con MicroMundos.

## **Estrategias pedagógicas que se han integrado al Enfoque de Aprendizaje por Proyectos (EAP)**

El esfuerzo principal del proyecto “Hacia las estrellas” consiste en identificar, desarrollar y promover en los docentes las estrategias pedagógicas que pueden enriquecer el proceso del EAP. Esto se está haciendo para crear ambientes de aprendizaje que desarrollan las capacidades científicas de los estudiantes y su visión de ciencia y tecnología en su comunidad y en el mundo. A continuación, se describen las estrategias que se han promovido en la primera fase del proyecto:

1. Explorar e identificar temas desarrollados en el Laboratorio Ad Astra que presentan particular riqueza para el aprendizaje y la profundización.



**Fig.1. En una visita al Laboratorio Ad Astra, el Ing. Ronald Chang explica el funcionamiento de algunos componentes del motor de plasma a Ana Viria Hernández y Ximena Miranda, coordinadoras del proyecto “Hacia las estrellas” en la Fundación Omar Dengo.**

A partir de una serie de visitas guiadas al laboratorio de Ad Astra, se identificaron cinco distintas áreas temáticas que fueran de particular riqueza para

las investigaciones de los estudiantes. Se seleccionaron temas que los expertos del laboratorio manejaran en profundidad y que fueran centrales al trabajo que en el laboratorio se realiza, considerando que ellos serían una de las principales fuentes de apoyo para las investigaciones de los estudiantes.

La primera área de investigación es profundizar en los aspectos químicos de los estados de la materia con un énfasis en las características del plasma que le permiten impulsar un cohete. La segunda, es profundizar en los aspectos de ingeniería y diseño, con un énfasis en los mecanismos de funcionamiento de las distintas partes de un motor de plasma. La tercera, es profundizar en las medidas de seguridad que se deben tomar en cuenta en laboratorios científicos como este, con un énfasis en las formas existentes de evitar posibles accidentes en un laboratorio de investigación y desarrollo como Ad Astra. La cuarta, es profundizar en aspectos socioeconómicos e históricos de Guanacaste, con un énfasis en las razones por las cuales se escogió Liberia como el sitio para ubicar un laboratorio espacial y los riesgos y oportunidades que Ad Astra representa para los miembros de la comunidad. Y la quinta, es profundizar en la innovación empresarial que gira alrededor de la ingeniería espacial, con un énfasis en los posibles negocios que una compañía como Ad Astra podría buscar.

2. Presentar los temas en una forma atractiva para los estudiantes, incluyendo siempre puntos de entrada con los cuales ellos están familiarizados.

Se preparó un material de inducción para los estudiantes en el cual los cinco temas de investigación identificados previamente aparecen como un “menú” de opciones para que cada compañía de estudiantes seleccione el que más les interesa. Los cinco temas se ofrecieron a los estudiantes en la primera fase de la siguiente manera:

- Hacia las estrellas con un motor de plasma
- Hacia las estrellas sin accidentes
- Hacia las estrellas diseñando un cohete

- Hacia las estrellas en busca de negocios
- Hacia las estrellas, ¡desde Liberia!

En el material de inducción, cada uno de los temas viene además acompañado de un “menú” que incluye tres preguntas de indagación. Las primeras dos preguntas pretenden buscar conocimientos de la vida cotidiana de los estudiantes relacionados con el tema, es decir, temas relacionados con sus vidas. La tercera, es la pregunta que dirige la atención de los estudiantes hacia Ad Astra. Siguiendo el ejemplo del tema “Hacia las estrellas en busca de negocios”, las tres preguntas planteadas a los estudiantes son las siguientes:

- ¿A qué se dedicaban nuestros abuelos y abuelas? ¿Y nuestros padres y madres?
- ¿Qué nos gustaría hacer cuando seamos grandes?
- ¿Qué imaginamos que podría ser un negocio espacial?

3. Usar el EAP como método de investigación para los y las estudiantes.



**Fig.2. Niños y niñas de la Escuela Estocolmo conforman un equipo, llamado “compañía de producción”, para trabajar en su proyecto de investigación.**

La capacidad para generar preguntas poderosas que desencadenen un proceso de indagación profunda es una de las capacidades científicas que se quieren desarrollar en este proyecto. Por lo tanto, se promueve que los estudiantes desarrollen sus proyectos a partir de una pregunta de investigación, con el objetivo de que esto los lleve hacia una profundización en un tema específico.

Para el primer año del proyecto se planteó un tipo de andamiaje para los estudiantes, en el cual al escoger un tema del “menú” de opciones, este los lleva a una selección de tres preguntas de investigación que ellos pueden utilizar para guiar su proyecto. Por ejemplo, si una compañía de estudiantes seleccionó el tema “Hacia las estrellas en busca de negocios”, el menú de preguntas es el siguiente:

- ¿Cómo funcionará uno de los servicios que ofrecerá Ad Astra Rocket Company? (la compañía podrá escoger el servicio).
- ¿Cuáles son los potenciales beneficios y riesgos de invertir dinero en una compañía espacial como Ad Astra Rocket Company?
- Si nos encomendaran proponerle a Ad Astra algunos servicios que ellos pudieran ofrecer al mundo, ¿cuál sería nuestra propuesta?

Para las futuras etapas del proyecto, este tipo de andamiaje irá cambiando para estimular que los estudiantes sean cada vez más autónomos. Se espera que en el tercer año ellos planteen sus propias preguntas de investigación.

4. Involucrar explícitamente a algunos miembros de la familia o la comunidad en el proceso de indagación y aprendizaje.

Después del momento en que las compañías de producción seleccionan sus temas de investigación y elaboran un mapa conceptual con sus conocimientos previos, se plantea una actividad llamada “Lazos con la familia y la comunidad”. La actividad consiste en que cada estudiante seleccione un

adulto de su familia o de su comunidad y le haga una entrevista con las tres preguntas de la actividad de inducción. Los estudiantes documentan esta información en un cuadro que pasa a ser parte de las fuentes de información utilizadas para realizar su investigación.

5. Maximizar el aprovechamiento de las excursiones al laboratorio Ad Astra por medio de actividades previas y posteriores que la integran al proceso de investigación.

Para aprovechar al máximo una excursión se requiere de trabajo previo de planificación por parte del educador y de seguimiento permanente durante su ejecución, por lo cual es muy útil desarrollarlo como una estrategia didáctica (Acuña, 2004). Por lo tanto, se ofrecieron materiales de apoyo para que los educadores del proyecto desarrollaran actividades previas y posteriores a la excursión para integrarla claramente a los objetivos de la investigación. Los materiales iniciales utilizados fueron desarrollados por el Área de Robótica de la Fundación Omar Dengo (Acuña, 2004). A partir de la experiencia del primer año, la idea es que las maestras puedan proponer modificaciones a las estrategias planteadas por Acuña (2004) que se adapten a este proyecto.

6. Utilizar MicroMundos como una herramienta para que los estudiantes desarrollen modelos ilustrativos de fenómenos científicos

Los tutores de informática educativa del PRONIE han sido capacitados para asistir a las compañías de estudiantes para que ellos realicen representaciones de sus conocimientos por medio de la programación con MicroMundos. En Hacia las Estrellas, se propone que las tutoras promuevan en los estudiantes la creación de modelos ilustrativos (Stevens Colella et al, 2001). La idea es que los estudiantes aprovechen sus conocimientos de programación para realizar representaciones que les ayudan a explicar en detalle los

fenómenos científicos que están investigando y que eviten utilizarlos de forma simplemente decorativa.

7. Plasmar en una línea de tiempo las actividades a realizarse con los estudiantes e integrarlas claramente al proceso del EAP.

Debido a que se están introduciendo nuevas actividades al EAP, que tiene un proceso con momentos claramente definidos, es fundamental que se tenga claridad sobre cómo se integran estas actividades en el tiempo. Se promueve que los docentes establezcan una línea de tiempo con las actividades y estrategias programadas, y que la compartan con los estudiantes para que ellos puedan ir integrando sus capacidades en el proceso de indagación que están realizando.

8. Utilizar la Escalera de la Retroalimentación de la EPC como estrategia para que los estudiantes socialicen sus producciones.

Para desarrollar en los estudiantes destrezas para socializar los resultados de sus proyectos, se promueve que utilicen los pasos propuestos en el marco de la Enseñanza para la Comprensión (EPC) del Proyecto Zero, Universidad de Harvard (Stone Wiske, 1999). Las compañías de producción comparten sus resultados con frecuencia con el propósito de obtener retroalimentación de otros compañeros del grupo. Debido a que la escalera de la retroalimentación ha sido diseñada precisamente con este objetivo, se seleccionó como una estrategia para ser utilizada en este contexto.

9. Utilizar rutinas para pensar al analizar imágenes alusivas a las investigaciones.

Se seleccionaron dos estrategias de análisis de imágenes que se desarrollaron en el Proyecto Zero de la Universidad de Harvard (Tishman et al, 1999; Grotzer et al, 2002; Ritchart 2006). Estas son conocidas como “rutinas para pensar” que son series de preguntas cortas para organizar el análisis de una imagen. En particular, se seleccionó “Veo, pienso y me pregunto” porque se ha diseñado para desarrollar capacidades para observar cuidadosamente y luego razonar y generar preguntas a partir de lo observado. También se seleccionó “¿Qué está pasando aquí? ¿Qué me hace decir esto?”, diseñada para desarrollar la capacidad de observar cuidadosamente y de razonar a partir de la evidencia recolectada por medio de la observación. La primera experiencia que se hizo con esta estrategia consiste en analizar con los estudiantes imágenes del motor de plasma que se está desarrollando en Ad Astra.



**Fig.3.** Ximena Miranda, coordinadora de las iniciativas en educación de ciencias del Área de Liderazgo e Innovación Educativa, entrevista a estudiantes que realizan su proyecto sobre “Hacia las estrellas en busca de negocios”.

### **Desarrollo profesional y seguimiento**

Con el objetivo de que los educadores que participan en Hacia las Estrellas adquieran manejo de las estrategias pedagógicas mencionadas, durante el 2007 se han organizado tres talleres de desarrollo profesional. Dichas estrategias se ofrecen como puntos de partida para los y las docentes, pero ellos las pueden modificar y adaptar de acuerdo a su experiencia en el aula.

Los expertos del laboratorio Ad Astra son un elemento clave en el proceso de desarrollo profesional. Ellos han impartido charlas para mejorar la comprensión de fenómenos científicos y transmitir su visión sobre el rol de la participación activa de los costarricenses en la producción de innovaciones científicas y tecnológicas. En los talleres de desarrollo profesional han participado las tutoras de informática educativa, los docentes de cuarto grado, los directores de las escuelas y dos asesores supervisores del MEP en Guanacaste. En las excursiones al laboratorio han participado todos los miembros del personal docente y administrativo de las escuelas.



**Fig.4. El Ing. Ronald Chang, director del laboratorio Ad Astra en Liberia, participa en el primer taller de desarrollo profesional, realizado en la Escuela Guardia.**

Para asesorar y valorar el desarrollo de los docentes y el aprendizaje de los estudiantes, se está dando seguimiento presencial y en línea. Este proceso incluye visitas de seguimiento mensuales que se documenta por medio de cuestionarios, entrevistas filmadas en video y observaciones en el aula con sus respectivos instrumentos. De esta forma, se documentan los resultados obtenidos a partir de las estrategias pedagógicas que se están implementando. En esta primera fase, los resultados se convertirán en la retroalimentación fundamental para depurar las estrategias pedagógicas que se implementarán durante el 2008.

### **Primeros logros**

La primera fase del proyecto “Hacia las estrellas” no ha concluido todavía, y por lo tanto la documentación y análisis de resultados están todavía en proceso. Sin embargo, se pueden reportar algunos logros que se han alcanzado hasta el momento:

- Cerca de 110 Niños y niñas están participando en el proyecto.
- Se integra un equipo de trabajo que incluye personal de las escuelas participantes, del PRONIE MEP-FOD, de la FOD y de Ad Astra Rocket Company.
- El proyecto cuenta con el apoyo de las autoridades educativas del MEP en la provincia de Guancaste, lo cual garantiza su aval para la realización de las actividades programadas.



**Fig.5. Catalina Abarca, tutora de informática educativa de la Escuela Guardia, guía a sus estudiantes en las actividades de inducción.**

- Se han realizado exitosamente tres talleres de desarrollo profesional, con la participación de maestros de cuarto grado, tutoras de informática educativa, directores de las escuelas y asesores supervisores del MEP en Guanacaste.
- El desarrollo profesional incluye al círculo docente, pero también al personal administrativo de las escuelas; todos han realizado una visita al Laboratorio Ad Astra.
- Las tutoras de informática educativa y maestros de grado ya se han apropiado de algunas de las estrategias pedagógicas y las han comenzado a adaptar según sus experiencias, lo que incide en el trabajo conjunto.
- Al menos un 75% de los niños y niñas del proyecto han participado en la primera excursión al Laboratorio Ad Astra.

### **Próximos pasos**

Con el objetivo de mejorar y validar las estrategias pedagógicas que se promueven en este proyecto, en los meses de septiembre a diciembre del 2007 se realizarán visitas de documentación. Los resultados serán analizados para

determinar si las estrategias pedagógicas propuestas se reflejan en el aprendizaje de los niños. Con base en los resultados obtenidos durante el 2007, se hará un trabajo conjunto con el equipo docente para mejorar y validar las estrategias pedagógicas. El trabajo continuará con este grupo de estudiantes y sus maestros durante los años 2008 y 2009.

## Referencias

Acuña, Ana Lourdes (2004). La excursión como estrategia. Archivo del Área de Robótica, Fundación Omar Dengo. San José, Costa Rica.

Castro Valverde, Carlos (2006). Educación. En: Proyecto Estado de la Nación (2006). Informe final, duodécimo informe del estado de la educación para el desarrollo humano sostenible. San José, Costa Rica.

CIE-FOD (2001). Aproximación Conceptual: El Ambiente de Aprendizaje Informatizado en el Contexto del PIE-MEP-FOD: Una vivencia teórica-práctica. San José, Costa Rica.

Fundación Omar Dengo (2006) Una perspectiva ampliada de la programación Logo como medio expresivo en proyectos curriculares, Taller de Tutores. Fundación Omar Dengo, San José: Costa Rica.

Grotzer, T., Howick, L., Tishman, S. y Wise, D. (2002). Art works for schools: a curriculum for teaching thinking in and through the arts. Lincoln, MA: DeCordova Museum and Sculpture Park. Introducción (9-14) y apéndice A (343-346).

National Academy of Engineering (2004). The Engineer of 2020: Visions of engineering in the New Century. The National Academies Press, Washington D.C., USA. Recuperado de: [http://books.nap.edu/catalog.php?record\\_id=10999#toc](http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=10999#toc)

Ponchner, D (2006). Chang siembra tecnología espacial en Guanacaste. *Periódico La Nación*, 13 de julio del 2006. San José, Costa Rica.

Programa Nacional de Informática Educativa MEP-FOD (2001). Antología: Módulo de profundización para tutores en ambientes educativos informatizados. San José, Costa Rica.

Proyecto Estrategia Siglo XXI (2006). Estrategia Siglo XXI: Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica. Litografía e imprenta CONLITH, San José, Costa Rica.

Ritchhart, R. et al. (2006). Thinking routines: establishing patterns of thinking in the classroom. Paper prepared for the AERA Conference, April 2006.

Stevens Colella, V., E. Klopfer y M. Resnick (2001). *Adventures in modeling*. Teachers College Press, Columbia University, New York.

The Journal (2006). Ad Astra remains at the forefront of science in CR. *The Journal: The News Here and Now*, Num. 92. Recuperado de: [www.journalcr.com/news\\_article.php?edition=43&article=894](http://www.journalcr.com/news_article.php?edition=43&article=894)

Tishman, S., MacGillivray, D. y Palmer, P. (1999). *Investigating the educational impact and potencial of the Museum of Modern Art's visual thinking curriculum: final report to the Museum of Modern Art*. Museum of Modern Art: New York, USA. Selections. 1-86.

IX Congreso Nacional de Ciencias  
**Exploraciones fuera y dentro del aula**  
24 y 25 de agosto, 2007, Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica

16

Wiske, M. (1999) La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica. Editorial Paidós. Buenos Aires, Argentina.