

V CONGRESO ARGENTINO DE TECNOLOGIA ESPACIAL 2009

IGUALDAD EDUCATIVA. Nuevas Fronteras

Prof. Elsa Rogero

Dirección de Enseñanza General Básica
Ministerio de Educación de Tucumán
Av. Sarmiento 850 – San Miguel de Tucumán
Provincia de Tucumán - Argentina
TE: 0381- 4216959

Prof. Alberto Mansilla

Observatorio Astronómico Ampimpa
Ruta Provincial 307 – Km 107
Ampimpa. Amaicha del Valle
TE: 0381-156091195
direccionobservatorio@astrotuc.com
Provincia de Tucumán – Argentina

Introducción

El Observatorio Astronómico Ampimpa y el Ministerio de Educación de la Provincia de Tucumán (Dirección de Enseñanza General Básica I y II) han avanzado a un nuevo escalón en el concepto de **Igualdad Educativa**: No sólo se trata de dar igualdad de oportunidades a todos los chicos dentro de nuestro país, sino también de llevar a nuestros alumnos, por más humilde que sea su condición o apartada sea su escuela, proyectos de similar calidad científica y tecnológica a los que suelen realizarse en escuelas y colegios de las naciones más desarrolladas en el mundo.

Esta es una forma de dar respuesta a la convocatoria realizada en 1999 por la Conferencia Mundial sobre Ciencia y Conocimiento Científico (UNESCO), cuando bajo el lema **Ciencia para el Siglo XXI. Un Nuevo Compromiso** nos dice:

“El acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, y que la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad

científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados”

“En el siglo XXI la ciencia debe convertirse en un bien compartido solidariamente en beneficio de todos los pueblos....”

*“La investigación científica y sus aplicaciones pueden ser de gran beneficio para el crecimiento económico y el desarrollo humano sostenible, comprendida la mitigación de la pobreza, y que el futuro de la humanidad dependerá más que nunca de la **producción, la difusión y la utilización equitativas del saber**”*

“La revolución de la información y la comunicación ofrece medios nuevos y más eficaces para intercambiar los conocimientos científicos y hacer progresar la educación y la investigación”

“Mediante los apropiados programas de educación e investigación, las autoridades, sea cual fuere su ámbito de competencia, y el sector privado deben prestar más apoyo a la construcción de una capacidad científica y tecnológica adecuada y distribuida de manera

equitativa, fundamento indispensable de un desarrollo económico, social, cultural y ambiental racional”

“La enseñanza científica, en sentido amplio, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito previo fundamental de la democracia y el desarrollo sostenible...”

No puede dejar de mencionarse que éstos enunciados de las Naciones Unidas, reconocen un antecedente de hace 400 años cuando Galileo Galilei decía:

“... la ignorancia es una maldición, la pobreza y la enfermedad nacen de ella. Cada hecho observado y grabado, cada pizca de conocimiento aprendido, es un golpe contra la pobreza, la ignorancia y la enfermedad...”

Este trabajo de Modelismo Espacial en cuatro escuelas rurales apartadas de la Provincia de Tucumán demuestra no sólo que es posible sino también imprescindible trabajar en ésta dirección.

El proyecto de Cohetemodelismo Espacial llevado a cabo como experiencia “piloto” en cuatro escuelas rurales de la provincia de Tucumán, se enmarcó dentro de un programa más amplio denominado:

Plan de Acciones Conjuntas de Alfabetización Científica y Tecnológica

Y fue llevado adelante por el Ministerio de Educación de la Provincia de Tucumán y el Observatorio Astronómico Ampimpa, institución privada independiente, que desde hace más de 20 años orienta su actividad a la educación científica y tecnológica.

Este Plan de Acciones Conjuntas se desarrolló durante el año 2008, declarado en Argentina Año de la Enseñanza de las Ciencias, con los siguientes objetivos:

- Producir un “impacto” de cambio y mejora de calidad en la Enseñanza de las

Ciencias y la Tecnología en la Escuela tanto en los aspectos conceptuales como metodológicos.

- Lograr una toma de conciencia en la comunidad en general de la provincia sobre los nuevos paradigmas: “Ciencia para todos” y “Enseñanza de las Ciencias para una *Cultura Científica Ciudadana*” que constituyen el desafío para éste siglo XXI.

La estrategia elegida fue trabajar en forma simultánea y coordinada en los siguientes 2 niveles:

1. **Supervisores, Directivos y Docentes.** Mediante Capacitación que incluyó la puesta en práctica en el aula y seguimiento
2. **Alumnos, docentes, padres y comunidad escolar.** Mediante actividades motivadoras y movilizadoras. **Campamentos Científicos y Proyecto de Cohetemodelismo.**

En cuanto al primer nivel, la capacitación se desarrolló en 8 jornadas a lo largo del año, “impactando el cambio” sobre un total de más de 300 docentes entre supervisores, directivos y maestros. El Observatorio Ampimpa dictó “ad-honorem” éstas jornadas, como parte del programa “Ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso” de acuerdo a las recomendaciones de Naciones Unidas - Unesco. La coordinación general de ésta capacitación estuvo a cargo de la Dirección general de Enseñanza Básica y la colaboración operativa de las profesionales adjuntas de escuelas de Jornada Extendida.

A nivel alumnos, docentes, padres y comunidad educativa se desarrollaron dos tipos de acciones:

- A) Mediante cofinanciamiento entre el Ministerio de Educación y el Observatorio Ampimpa, se realizaron 21 **Campamentos**

Científicos en el Observatorio Astronómico Ampimpa que permitieron a casi mil niños y sus docentes pertenecientes a escuelas públicas de la provincia, participar de esta experiencia única en su tipo, en las montañas tucumanas a 2500 metros de altura sobre el Nivel del Mar.

B) Puesta en práctica del proyecto **“Modelismo Espacial en la Escuela. Cohetes de combustible sólido”**

En las páginas siguientes se detallan las características de éste último, eje del presente trabajo.

Proyecto: **“Modelismo Espacial en la Escuela. Cohetes de combustible sólido”**

La experiencia de Cohetemodelismo Espacial se llevó a cabo en cuatro escuelas rurales de la provincia de Tucumán y se asentó en cinco pilares básicos:

1.- Fundamentación y concepción pedagógica. Objetivos del proyecto

Tomando como punto de partida la comprensión y aceptación que la responsabilidad principal del sistema educativo es ENSEÑAR A TODOS y garantizar la igualdad de oportunidades, es necesario hacer un esfuerzo por enseñar ciencias de manera de promover en los alumnos cambios en los modelos de pensamiento, para acercarlos progresivamente a representar objetos y fenómenos mediante modelos teóricos que son potentes y generalizadores. Estos modelos de pensamiento les servirán luego para aplicarlos a otras situaciones. Allí podrán comprobar no sólo que también funcionan, sino que son útiles para predecir y tomar decisiones.

Desde una perspectiva metodológica se pretende que los docentes se replanteen y revisen sus ideas acerca del “cómo se enseña”, desarrollen de otros recorridos de experiencia

escolar que interesen y entusiasmen a los alumnos y se apropien mejor de la realidad científica y tecnológica para estar en condiciones de convertirla en “potencial de enseñanza”.

El problema de la educación científica es mucho más amplio que el de señalar caminos seguros o dar contenidos técnicos específicos y no obstante necesarios. Es sobre todo el de ayudar a niños y jóvenes encontrar “estrategias de colonización cognitiva”. Por estrategia de colonización se entiende a un modo de conquista progresiva y gradual, asociada a recorridos exploratorios de todo tipo, pero también a un retroceso continuo; a un volver a cuestionar permanentemente lo que se ha hecho para organizarlo de nuevo; a un estar en condiciones de servirse también de aquello que ya se posee adaptándolo para responder a nuevas exigencias.

Y la cosa que se debe enseñar es precisamente el modo de volver a incluir siempre todo en el juego de manera constructiva y no destructiva.

Desde el punto de vista de la educación para la ciencia, esto significa darse cuenta de que la “educación científica debe generar el desarrollo de modos de observar la realidad y modos de relacionarse con la realidad”.

Por lo expuesto, es necesario que la ciencia se acerque más al aula en la escuela y que se vayan encontrando puntos de contacto entre la ciencia erudita o formal y la ciencia escolar. Es imprescindible hacer a la ciencia más amigable, más próxima a todos los miembros de la comunidad educativa. Así se conectará de modo significativo a “La Ciencia” con la escuela, sus experiencias, interrogantes y necesidades.

Por otro lado, el enorme impacto de la enseñanza de ciencias y tecnología en la calidad de la educación se debe al hecho que involucra un ejercicio extremadamente importante de la razón,

lo que despierta en los niños y jóvenes su espíritu creativo, su interés.

Eso hace que mejore el aprendizaje de todas las disciplinas. Por esta razón, si los alumnos se familiarizan con las ciencias desde temprano tendrán mayores posibilidades de desarrollarse, tanto en el campo científico como en otros.

Objetivos:

Desarrollar en los niños y jóvenes un modo de conocer que podamos llamar “científico” entendiéndose a este como “una formación cultural útil para la adquisición del Conocimiento, instrumento fundamental para vivir en el mundo actual” estimulándolos a:

- Operar en forma conjunta y simultánea con la ciencia y la tecnología
- Incrementar la capacidad de razonamiento mediante los procesos lógicos de observar objetivamente, relacionar y comparar.
- Resolver en forma autónoma, situaciones problemáticas.
- Exponer con coherencia y precisión la interpretación y representación de procedimientos y conceptos empleados.
- Que se sientan parte de una **comunidad cultural universal**, que respetando las particularidades de cada país o región y la individualidad de cada uno, promueve el avance y el bienestar general de los pueblos y las naciones.

Desde lo Institucional:

- Reforzar y mejorar la oferta educativa de las escuelas, teniendo como norte la igualdad de oportunidades.
- Hacer realidad el nuevo paradigma de la educación del siglo XXI: “Ciencia para todos”
- Reposicionamiento y revalorización de la escuela como “institución central” en la

provisión, y difusión de los nuevos conocimientos y tecnologías.

- Ejecutar un **trabajo real** donde se manifieste claramente la interrelación entre Ciencia y Tecnología (C&T) e Investigación y Desarrollo (I&D), pero al mismo tiempo diferenciando claramente los procesos tecnológicos (MRP) de la Investigación Científica (Método Científico)
- Reforzar lazos de unión y trabajo cooperativo entre la escuela, la familia y la comunidad.
- Generar espacios para la participación de los padres/familiares de los alumnos/docentes dentro de la asignación horaria existente, que posean conocimientos específicos de alguna profesión u oficio, ayudando de esta forma a una mejor integración de la comunidad educativa y a una revalorización de la Institución Escolar en el medio.
- Detectar y valorar la existencia de valiosos recursos humanos, principalmente técnicos, en el entorno próximo a la institución escolar, que están disponibles y capacitados en distintos saberes para realizar aportes tanto en la actividad áulica de los alumnos como en la capacitación de los docentes.
- Que por medio de el desarrollo de ésta actividad los docentes comprendan claramente y se capaciten para diferenciar:
 - Proyecto Pedagógico
 - Proyecto Tecnológico
 - Proyecto de Investigación Científica
- Que al mismo tiempo puedan integrar éstos tres elementos en forma coherente y consistente en un **MODELO DE ACTUACIÓN AULICA**.

Esta explicitación clara de la concepción pedagógica y didáctica básica del proyecto (ciencia para todos y talleres constructivistas) juntamente con una definición también clara y simple de los objetivos, permitió generar modernos y novedosos modelos de actuación en el aula, cuyos resultados fueron altamente satisfactorios no sólo en lo referido a los

aprendizajes logrados sino en cuanto a la motivación principalmente de alumnos y docentes. También impactó positivamente en lograr una activa participación del resto de la comunidad educativa.

2.- Capacitación docente

Se programó una capacitación inicial que abarcó los siguientes temas:

- Qué es el cohetemodelismo
- Principios de funcionamiento y leyes físicas que gobiernan el movimiento de los cohetes. Distintos tipos.
- Cohetes de combustible sólido: Partes, funciones, materiales y tecnología.
- Software de diseño y simulación
- Normas de Seguridad para el Modelismo Espacial.
- Didáctica: Constructivismo y dinámicas de taller. Método de resolución de problemas en tecnología.

Posterior a esta capacitación inicial, los docentes comenzaron a trabajar con sus alumnos durante un período de tres meses con encuentros periódicos que fueron completando la capacitación inicial. Esto permitió ir transfiriendo el “know how” necesario a medida que fueron surgiendo las dudas y los inconvenientes.

Dado que una de las premisas fundamentales fue que la escuela y sus docentes lograran la autonomía y autogestión del proyecto, en ningún momento los capacitadores concurren a los establecimientos educativos donde se desarrollaron las actividades.

Los únicos encuentros fueron en el centro de capacitación en la ciudad de San Miguel de Tucumán. Esto también obligó a los docentes a un registro minucioso de las experiencias y a expresarlas en términos del lenguaje técnico y

científico, tanto en lo referido a los conceptos como a los conjuntos de data.

Este último aspecto no es una cuestión menor, dado que en general los maestros no han sido formados en estos aspectos comunicativos del lenguaje científico y por lo tanto tampoco están capacitados para transferirlos a sus alumnos.

3.- Estructura organizativa, logística y medios tecnológicos

Punto clave en el éxito del proyecto. Muchas veces se han visto en la educación argentina excelentes proyectos muy bien formulados en los aspectos conceptuales y técnicos, pero que a la hora de ponerlos en práctica adolecieron de severas dificultades fácticas. Este proyecto de cohetemodelismo en la escuela se caracterizó por contar con un protocolo de procedimientos muy explícito desde el principio.

A continuación se analiza detenidamente este aspecto del proyecto:

Las escuelas que participaron fueron:

- **Escuela N° 300 Cabo Quipildor de La Picada Dpto. Tafí Viejo**
- **Escuela J.B. Terán de Lastenia Dpto. Cruz Alta**
- **Escuela N° 319 de “La Florida” Dpto. Monteros**
- **Escuela N° 109 “Antártida Argentina” de San Miguel Dpto. Cruz Alta**

Cabe destacar que de estas cuatro escuelas, dos se encuentran ubicadas en zonas pedregosas o selváticas, una en zona rural y una en pequeña población cercana a San Miguel de Tucumán, ligada a la actividad agrícola azucarera.

En general las escuelas participantes llevaron adelante el proyecto con alumnos de 5°,

6° y eventualmente 7° año, pero siempre con acciones integradoras que permitieron la participación de la mayoría de los alumnos del establecimiento.

Dichos establecimientos recibieron en forma TOTALMENTE GRATUITA, en carácter de donación del Observatorio Ampimpa el siguiente material:

Cd conteniendo:

- Material Bibliográfico
- Información Técnica para diseño de cohetes
- Motores de combustible sólido
- Software para diseño de cohetes y simulación de vuelo
- Planos para construcción simple de Torre de lanzamiento
- Planos para construcción simple de Control de disparo
- Manuales de Normas de Seguridad
- Páginas Web nacionales e internacionales sobre la temática del cohetemodelismo espacial.

Kit básico entregado:

- 3 Motores de combustible sólido C8-4 de Condortec
- 1 Motor de combustible sólido D15-6 de Condortec
- 6 Ignitores de Nicrom
- 4 ojivas prefabricadas de Pvc de distintas medidas

Cabe mencionar que se puso al servicio de los docentes una casilla de correo electrónico para facilitar el asesoramiento y las consultas a lo largo del período de desarrollo del proyecto.

En caso de necesidad por rotura y/o deterioro y/o fallas experimentales de alguno de los elementos entregados, se repuso a las escuelas el material necesario.

En la escuela

Se trabajó básicamente con la metodología de Educación Tecnológica, cuyo pilar básico es el *Diseño Tecnológico* y cuya herramienta de actuación áulica es el *Método de Resolución de Problemas*.

Así los alumnos, partiendo de sus conocimientos e ideas previas, comenzaron realizando diseños tentativos acerca de la forma, partes y funciones del cohete. Luego del necesario buceo bibliográfico y búsqueda de información en páginas Web, el diseño se fue mejorando y completando poco a poco.

Los contenidos básicos (base de conocimientos) que tuvieron que adquirir los alumnos comprendieron temas acerca de:

Fuerzas y la fuerza de gravedad. Principio de acción y reacción, energía de impulso de los cohetes, fuerzas aerodinámicas y resistencia del aire. Equilibrio. Centros de presión y de gravedad. Motores de combustible sólido. Etapas del motor y su relación con la secuencia de vuelo. Representaciones formales de cuerpos por medio de planos y conocimientos básicos necesarios para poder llevar adelante un diseño funcional del cohete.

Una vez obtenido un plano del cohete medianamente definido se volcaron los datos del mismo a un simulador de vuelo que les permitió verificar las condiciones de funcionalidad, estabilidad y seguridad del cohete diseñado por ellos.

Cuando el modelo de cohete superó la prueba del simulador computarizado, recién los alumnos estuvieron en condiciones de iniciar la construcción del cohete propiamente dicha.

Para ello debieron conseguir los materiales y elementos necesarios, lo cual también constituyó un desafío no sólo para los

alumnos sino también para los docentes, ya que el kit entregado sólo contenía las partes críticas del cohete. Fue necesario recurrir al ingenio y la creatividad la mayoría de las veces. También a la ayuda y colaboración de padres y otros maestros y hasta vecinos de la institución escolar que aportaron no sólo elementos técnicos sino también valiosas ideas.

Finalmente, luego de arduas tareas se pudieron fabricar y terminar los modelos y realizar los lanzamientos (por lo menos tres en cada escuela) despertando el interés y la expectativa de toda la comunidad escolar.

La mayoría de los lanzamientos en las escuelas fueron exitosos.
Pero los más productivos desde el punto de vista de los aprendizajes fueron aquellos lanzamientos que presentaron fallas ya que el análisis de las mismas generó enriquecedoras discusiones que permitieron hacer las necesarias correcciones para los siguientes lanzamientos.

En base a la experiencia adquirida en los primeros cohetes construidos, cada escuela diseñó y construyó un cohete más avanzado, con un motor de mayor potencia (C15-6).

Dado que ex profeso se entregó un solo motor de éstas características; no hubo posibilidades de pruebas previas. Esto trajo un alto nivel de exigencia en cuanto al diseño y construcción del modelo final, que redundó en un óptimo aprovechamiento de la currícula de Educación Tecnológica.

Los lanzamientos se realizaron en San Miguel de Tucumán en una sola jornada donde por primera vez se encontraron y confraternizaron los alumnos de las cuatro escuelas. Dicha jornada se llevó a cabo en el Parque 9 de Julio de la capital tucumana, con un 80% de vuelos exitosos.

4.- Integración y participación de la comunidad educativa.

Se pudo aprovechar al máximo saberes que muchas veces están al alcance de la mano en las proximidades de las escuelas, gracias a la integración al proyecto de padres de alumnos, familiares de docentes, vecinos de la zona, etc. con conocimientos técnicos específicos, en un proceso de apertura escolar muy poco común.

En éste sentido podemos decir que se dio un proceso de retroalimentación positiva entre la escuela y las personas próximas (física o afectiva) a la misma. La escuela encontró valiosos conocimientos en su entorno cercano y a su vez los padres de alumnos y vecinos percibieron que había “algo interesante” que estaba sucediendo en el establecimiento y que además podían ser partícipes del mismo.

5.- Compromiso y autogestión en el desarrollo del proyecto.

Todo el proyecto estuvo dotado de un espíritu común: el compromiso de hacer posible una verdadera Igualdad Educativa, pero gestionada y llevada adelante desde la propia institución educativa para hacer este proyecto sustentable y desarrollable en el tiempo.

EVALUACIÓN:

Consideramos que la experiencia fue sumamente valiosa y que los objetivos planteados en el proyecto se cumplieron ampliamente.

Se pudo generar un modelo de transferencia tecnológica y didáctica a las escuelas a un costo relativamente bajo totalmente funcional y fácticamente operativo.

Se obtuvo así, una invaluable experiencia en toda la logística que implica llevar adelante este tipo de proyectos, que será de suma utilidad

en caso que las autoridades educativas decidan que la propuesta de Modelismo Espacial en las escuelas alcance un grado más amplio de generalización en la provincia.

Esperamos que esta experiencia relatada aquí, sea de utilidad a quienes intenten su aplicación en otras regiones, constituyendo de esta manera un aporte al mejoramiento de la educación en nuestro país.

Agradecimientos:

A todos los niños, docentes y directivos de las escuelas que participaron. A sus padres y a todos los que desinteresadamente colaboraron en este proyecto.

Al equipo de profesionales de Escuelas de Jornada Extendida del Ministerio de Educación de Tucumán por su invaluable aporte en la imprescindible coordinación de las comunicaciones y la logística.

Al Tucumán Lawn Tennis Club de Tucumán, por ceder sus instalaciones del Parque 9 de Julio en San Miguel de Tucumán, para la Jornada Final de Lanzamientos y cierre.

Bibliografía:

LEON LEDERMAN: "Revolution in Science Education: Put Physics First", Physics Today, Vol. 54 No. 9, p. 44 (September 2001)

CHALMERS, ALAIN: "¿Qué es esa cosa llamada ciencia?", Siglo XXI, Madrid, España, 1998.

KUHN, THOMAS: "La estructura de las revoluciones científicas", FCE, México, 1971.

LAURA C. DE GURFINKEL: art. Constructivismo, ciencia y educación

JORGE MERMOZ Y CARLOS DANERI: Art. El modelismo espacial en la educación.

G. DESCALZO: "Cohetes -Modelismo espacial, Nivel Inicial", Ed. Dunken, Buenos Aires, 2005

ACEMA: Decálogo de seguridad para modelismo espacial. Recomendaciones y otras publicaciones

EAME Cóndor. Notas y Artículos Técnicos.

Observatorio Ampimpa. Tucumán. Introducción al modelismo espacial en la escuela.