

Un vistazo al programa *La ciencia en tu escuela*

Carlos Bosch Giral

Resumen: El programa *La ciencia en tu escuela* inicia sus actividades en 2002 como un programa de la Academia Mexicana de Ciencias en las áreas de ciencias y matemáticas, orientado a los maestros de educación básica. Durante estos diez años, el programa ha crecido y se ha enfrentado a nuevos retos, como el de desarrollarse manteniendo su calidad inicial. El crecimiento se ha hecho en dos sentidos. Primero hacia las zonas rurales, y posteriormente con la creación de un programa a distancia para poder alcanzar todos los estados de la república. Las evaluaciones periódicas internas, así como las evaluaciones externas que se han hecho, han permitido afinar adecuadamente el programa en todas sus vertientes. Aquí presentamos una mirada global del programa presencial y a distancia, así como de los trayectos formativos y una probada de lo que se hace en matemáticas.

Palabras clave: *La ciencia en tu escuela*, educación a distancia, diseño instruccional, *Learning Management System*, constructivismo, método indagatorio.

Abstract: The program *La Ciencia en tu Escuela* began in 2002 as a program of the Mexican Academy of Sciences in the areas of science and mathematics. It is oriented to basic education school teachers. During these ten years the program has faced new challenges such as growing but maintaining the quality. The growth was done in two ways: first to rural areas, second to the creation of a distance program to reach all the states of the country. Periodic internal evaluations and external evaluations have been made to allow a proper tune up of the program in all its aspects. Here we present a global overview of the onsite and distance program. We also give a taste of what is done in mathematics.

Keywords: distance education, instructional design, Learning Management System, constructivism, inquiry method.

Fecha de recepción: 15 de agosto de 2013; fecha de aprobación: 11 de diciembre de 2013.

1. UNA MIRADA GLOBAL

La ciencia en tu escuela es un programa de formación en ciencias y matemáticas para docentes en servicio, creado para acercar a los científicos con los profesores de educación básica de México. Este programa de la Academia Mexicana de Ciencias inició sus actividades con maestros de educación básica en el año 2002. En su diseño se consideraron los siguientes lineamientos:

- No apartarse del programa educativo mexicano.
- Acercar a maestros y científicos para que ambos grupos propongan maneras diferentes y atractivas para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias.
- Buscar métodos alternativos a los de una enseñanza tradicional, para despertar el interés de niños y jóvenes a través de una mayor interacción con los profesores y el involucramiento en prácticas experimentadas directas y sencillas para fomentar una mayor curiosidad y un aprendizaje más dinámico. El modelo adoptado es la metodología indagatoria que se explica a vuelo de pájaro en el punto 2.
- Elaborar los escritos necesarios que se adapten lo mejor posible a las necesidades del programa y preparar los experimentos con materiales que sean útiles, de bajo costo y fáciles de conseguir.
- Hacer evaluaciones periódicas que permitan saber si los lineamientos y objetivos se cumplen o no. (Todas las evaluaciones que se mencionan en este documento se pueden consultar en la página del programa.)

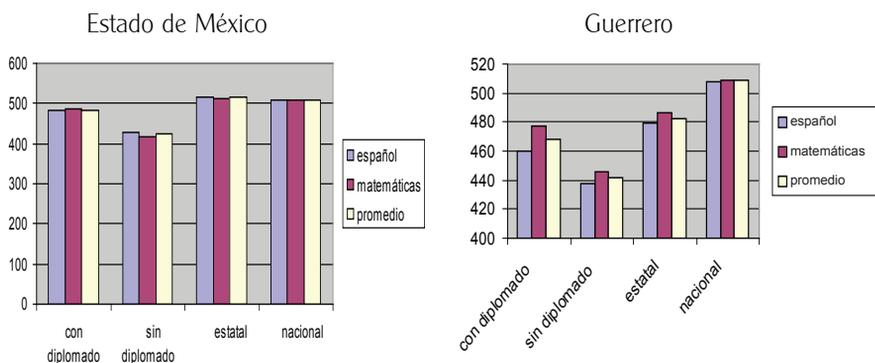
Respecto a este último punto, es importante señalar que en los primeros seis años se hicieron evaluaciones internas, es decir, preparadas por un equipo coordinado por la administración del programa, de todas las actividades y personas que participaban en el proyecto (maestros/alumnos, ponentes, materiales, etc.), lo cual permitió tomar las decisiones adecuadas para afinar el programa.

En 2009, el Grupo Valora se encargó de llevar a cabo una evaluación externa del programa. Se pueden consultar todos los detalles de la evaluación en www.lacienciaen-tuescuela.edu.mx.

Con *La ciencia en tu escuela* se pretende cambiar la actitud de maestros y alumnos hacia las ciencias y las matemáticas en primaria y secundaria.

El programa inició sus actividades en la modalidad presencial, con aproximadamente 200 maestros de primaria y otros tantos de secundaria, todos ellos profesores del Distrito Federal que a lo largo de todo el año académico (32 sesiones semanales de 4 horas) recibieron un diplomado de ciencias y matemáticas. Posteriormente, el programa se llevó a cabo en varios estados donde grupos de científicos locales se encargaron de adaptar lo hecho en el Distrito Federal. A través de nuestra página de internet, el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) conoció el programa *La ciencia en tu escuela*. En 2006 se solicitó que ese programa se adoptara en comunidades rurales de nueve

Figura 1



estados del país. El programa se adaptó a las condiciones de los instructores comunitarios del consejo que solamente podían asistir una vez al mes a las sesiones de trabajo y que tenían una preparación diferente a la de los maestros de primaria o secundaria con los que se había trabajado hasta el momento. CONAFE hizo una evaluación del impacto del programa en los resultados del examen ENLACE. En 2008 recogió los resultados de los alumnos de los instructores que participaron con nosotros en el ciclo escolar 2007-2008 y que presentaron el examen ENLACE en marzo de 2008, y los comparó con grupos testigo. Las gráficas de la figura 1 reproducen el resultado obtenido en Guerrero y en el Estado de México, ambos con condiciones económicas muy diferentes. En cada grupo de tres columnas, la primera representa el promedio de los resultados obtenidos por los alumnos de primaria en español, la segunda en matemáticas y en la tercera se presenta el promedio de las dos anteriores. Ahí se compara a los alumnos de instructores que asistieron al diplomado impartido por *La ciencia en tu escuela*, con alumnos de instructores que no asistieron al diplomado. Además, tenemos en esas gráficas media estatal y nacional, según las pruebas ENLACE.

Es importante señalar que el impacto en este caso fue casi inmediato, ya que los instructores de CONAFE empezaron a trabajar en octubre y el examen de ENLACE se llevó a cabo en marzo, con lo que no se había completado el curso al momento de aplicar estos exámenes. *La ciencia en tu escuela* ha seguido trabajando con CONAFE e incluso se han organizado cursos en el verano para ex instructores que cursan una carrera universitaria. Estos jóvenes participan en el programa Verano de la Investigación Científica, también coordinado por la Academia Mexicana de Ciencias, realizando una estancia con un investigador a la par que concluyen el diplomado de *La ciencia en tu escuela* de manera intensiva. Se espera que cuando ellos terminen sus respectivas carreras dediquen parte de su tiempo a formar a los nuevos instructores.

Desde sus inicios, *La ciencia en tu escuela* fue invitada a presentar su programa en foros internacionales debido a que es un programa diferente a los que fueron en cierto

sentido su inspiración: los programas de la National Academy of Sciences, de Estados Unidos; el programa de Leon Lederman (premio Nobel de física en 1988), también en Estados Unidos, y el programa de Georges Charpak (premio Nobel de física en 1992), y *La Main à la Pâte*, de Francia. En particular, *La ciencia en tu escuela* es un programa dirigido a maestros de primaria y secundaria, mientras que los anteriores se dirigen únicamente a estudiantes de primaria. Además, es un programa que actualmente incluye matemáticas, historia de las ciencias y habilidades comunicativas, así como a jóvenes de servicio social que apoyan a los maestros de educación básica en sus actividades científicas y matemáticas en sus escuelas. Sin embargo, era claro que ninguno de los programas como el de la National Academy of Sciences o *La Main à la Pâte* podía implantarse tal cual en nuestro país.

El 21 noviembre de 2007 se firmaron convenios de colaboración entre la Academia Mexicana de Ciencias y las academias de ciencias de Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Perú y República Dominicana, con el objetivo de apoyar la implementación de un programa hermano a *La ciencia en tu escuela* en dichos países. A la firma del convenio asistieron embajadores y presidentes de las academias de ciencias de cada país. Después de la firma del convenio, las gestiones con los diferentes ministerios de educación retrasaron casi un año el inicio de las acciones. Desde finales de 2008 se realizaron, con los países participantes, seminarios generales, así como talleres, conferencias y envíos de material didáctico, específicamente cajas “Experimenta” que contienen instructivos para guiar a los alumnos en las aulas para que lleven a cabo los experimentos que los propios maestros hicieron durante el diplomado, así como muestras de los materiales necesarios para efectuar los experimentos. Todos esos materiales son de bajo costo y fáciles de conseguir.

2. BREVEMENTE: LA METODOLOGÍA INDAGATORIA

La ciencia en tu escuela ha adoptado **la metodología indagatoria** para el aprendizaje de las ciencias. Esta metodología, como su nombre lo indica, se basa en la indagación y se apoya –entre otras cosas– en la idea de que es necesario que los alumnos interactúen con problemas concretos significativos e interesantes para ellos, que sean capaces de hacer sus propios descubrimientos y de construir de manera activa su aprendizaje.

Este modelo se desarrolló inicialmente para alumnos en el área de ciencias. Por ejemplo, *La Main à la Pâte* es un programa en el que se trabaja con la metodología indagatoria orientada a los alumnos. En *La ciencia en tu escuela*, este modelo se usa para trabajar con los maestros de educación básica, tanto en ciencias como en matemáticas. Si los maestros no tienen una preparación adecuada y no entienden perfectamente bien el modelo, muy difícilmente lo van a adoptar, por lo que *La ciencia en tu escuela* decidió exponer a los maestros directamente a esta metodología, haciéndolos vivir la experiencia como si ellos fueran los alumnos y así, además de actualizar sus

conocimientos, se hacen dos cosas a la vez: se proporciona un método de trabajo por medio del ejemplo, así como conocimientos científicos y matemáticos. Con este modelo se aprenden no sólo los contenidos sino, además, los procesos que permiten aceptarlos como correctos y verdaderos.

El modelo indagatorio para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas busca dar a los maestros/alumnos habilidades y destrezas adecuadas para construir en forma participativa y activa los conocimientos planteados en el currículum. Es así como se pretende superar uno de los problemas más frecuentes en la enseñanza tradicional de las ciencias y las matemáticas en el aula: la tendencia a ofrecer respuestas a preguntas que niñas y niños nunca se han planteado.

En nuestro país y muchos otros, el modelo imperante está centrado más en la acumulación y memorización de la información que en la importancia de la ciencia y la matemática como una forma de pensamiento y actitud mental. En 1951, John Dewey dirigió un discurso a la American Association for the Advancement of Sciences, en el cual da gran importancia a la indagación y critica la memorización y acumulación de conocimientos como enseñanza de las ciencias y las matemáticas en las escuelas. Esta situación motivó la decisión de la comunidad científica, representada por las academias de ciencias del mundo, de involucrarse en la generación de estrategias que permitieran conducir el cambio en la educación científica en sus respectivos países y a nivel mundial.

La utilización de la metodología de la indagación propicia la participación activa y creativa de los maestros/alumnos y tiene como objetivo proporcionar una herramienta para su mejor desarrollo, tanto en el ámbito escolar, como en la vida cotidiana. El modelo se centra en lograr aprendizajes realmente significativos y duraderos en los estudiantes. En nuestro caso, los maestros deben interactuar con problemas concretos, entre otras cosas. Esos problemas deben ser significativos e interesantes y en muchos casos suelen ser totalmente novedosos para ellos. Los alumnos/maestros deben ser capaces de hacer sus propios descubrimientos y construir de manera activa su aprendizaje y su conocimiento.

La aplicación de la metodología indagatoria al aprendizaje de las ciencias y las matemáticas puede variar, pero cualquiera que sea la forma precisa que adopte, se tratará de un proceso en el cual se desarrollen en paralelo habilidades, actitudes y comprensión de conceptos científicos. El énfasis en la indagación exige que pensemos sobre lo que sabemos, por qué lo sabemos, cómo lo sabemos y cómo lo hemos llegado a saber, y a través de esas reflexiones se obtendrá la construcción de nuevo conocimiento. Desarrollar la capacidad de indagar es de fundamental importancia para la formación de quienes dedican su vida a explicar los misterios de la naturaleza, tras acceder a ellos mediante los lenguajes y esquemas formales de las ciencias, las matemáticas, las humanidades y las artes. La fuerza de la indagación es la curiosidad que desarrolla la pasión por explorar y comprender, es por eso que la gente común –y no únicamente los expertos– la usa para aprender y para agregar sentido a su vida. Los profesores

pueden apoyarse en esta metodología (hay otras, pero aquí hemos decidido usar ésta) para ayudar a todos sus estudiantes a entender la ciencia como el propósito humano de adquirir conocimiento científico, matemático y destrezas mentales importantes en la vida cotidiana y, si sus estudiantes así lo deciden, a forjarse una carrera en las ciencias.

Según Piaget (1950), la construcción de estructuras de pensamiento se obtiene mediante un proceso de asimilación y acomodación y su respectiva adaptación. Una persona asimila un nuevo conocimiento cuando trata de experimentarlo, investigarlo, es decir, lo asimila y lo acomoda cuando modifica sus preconcepciones o esquemas en función de ese nuevo conocimiento. La metodología indagatoria presenta un ciclo de aprendizaje que permite planificar las clases de ciencias y matemáticas en la teoría de Piaget y el modelo de aprendizaje de cuatro fases propuesto por David Kolb (1984) que se caracteriza por describir etapas marcadas de intervención en diferentes niveles del ciclo de aprendizaje. Las fases de la metodología indagatoria son cuatro: la primera, focalización; la segunda, exploración; la tercera, reflexión, comparación o contraste, y finalmente la aplicación.

En la primera etapa se propone explorar y explicitar las ideas respecto a la temática, problema o pregunta a investigar. Estas ideas previas requieren de cierto proceso de investigación, pues no pueden ser simplemente construcciones del momento; son el punto de partida para la experimentación.

En la etapa de exploración se inicia con la discusión y realización de una experiencia cuidadosamente elegida, que ponga a prueba las ideas previas de los estudiantes en torno al tema o fenómeno en cuestión. Lo importante es que ellos puedan comprobar si sus ideas se ajustan a lo que ocurre en la realidad o no.

Luego de realizada la experiencia, en la etapa de reflexión, comparación o contraste se confrontan las predicciones realizadas con los resultados obtenidos. Es la etapa en que se elaboran conclusiones propias respecto al problema analizado. Es aquí donde el docente puede introducir algunos conceptos adicionales, terminología asociada, etc.

El objetivo del último punto es poner al alumno ante nuevas situaciones que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. Esta etapa permite al docente comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje. En esta etapa se pueden generar nuevas investigaciones, extensiones de la experiencia realizada, las que se pueden convertir en pequeños trabajos de investigación para los estudiantes, en los que ellos apliquen y transfieran lo aprendido a situaciones nuevas.

3. A DISTANCIA

El punto de partida de la educación a distancia es que estudiantes y profesores se encuentran separados físicamente. Se vuelve fundamental la calidad del diseño y de los recursos empleados para el logro de la excelencia de los aprendizajes. En el diseño instruccional del diplomado a distancia de *La ciencia en tu escuela* se consideraron

lecturas, dibujos animados, videos, interactivos, entrevistas, actividades individuales o grupales reportadas ya sea por medio de fotografías, de resolución de problemas, de cuestionarios de opción múltiple o de fichas, entre muchas otras formas. También se trató de usar la mayor cantidad de ayuda multimedia, pero sin prescindir de un docente-asesor experto en la disciplina que promueve el trabajo colaborativo (Wikis, foros de discusión, cafeterías virtuales, revisión del trabajo de los compañeros de grupo...) y la comunicación multidireccional (alumno-alumno, alumno-asesor, asesor-alumno).

La ciencia en tu escuela, en su modalidad a distancia, asigna un asesor-docente para un grupo de un máximo de 25 alumnos, con la intención de que se convierta en un creador de situaciones didácticas innovadoras que posibiliten una instrucción individualizada. El asesor se encarga de aclarar dudas respecto a los contenidos, corregir actividades, integrar los equipos de trabajo, proporcionar información al grupo sobre las fechas de entrega de trabajos, tareas y exámenes. Su función es la de un facilitador del aprendizaje que utiliza formas diferentes en la presentación de la información para lograr en los estudiantes aprendizajes significativos, desarrollar habilidades y competencias.

Los docentes que estudian el diplomado no requieren de un horario fijo (por la naturaleza de la educación a distancia) para realizar las actividades, pero sí el cumplimiento en tiempo y forma de los trabajos asignados, ya que un módulo debe ser estudiado dentro de un periodo previamente establecido.

Para implementar el diplomado a distancia, la Academia Mexicana de Ciencias cuenta con un espacio físico que tiene todas las medidas de seguridad necesarias para brindar un funcionamiento óptimo; para esto fue fundamental la asesoría que brindó la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM. El sitio alberga un *cluster* conformado por ocho servidores de alto desempeño. El *cluster* permite la implementación del sistema a distancia y la posibilidad de dar servicio a 6 000 participantes de manera simultánea, es decir, que todos esos participantes pueden estar conectados simultáneamente.

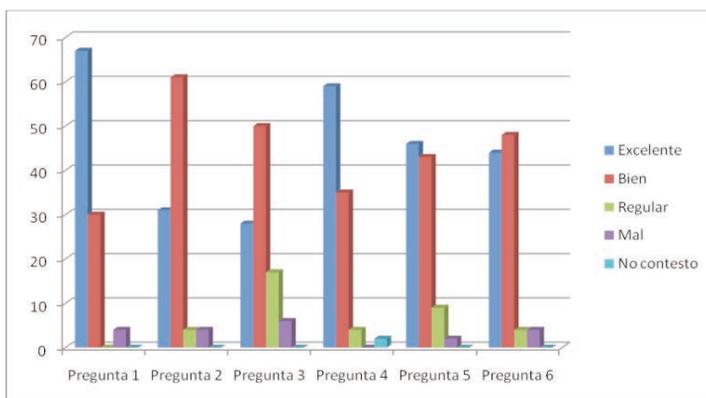
Dentro del programa de formación y después de valorar algunas opciones, se optó en el diseño curricular por el uso y aprovechamiento del *open source Learning Management System* (LMS), concretamente de la plataforma educativa Moodle, por considerarla una herramienta útil y práctica para apoyar la actividad docente a distancia. Sus características de manejo, administración y desarrollo constante la presentan como una excelente opción para trabajar un Entorno Virtual de Enseñanza dentro de la múltiple oferta de LMS existentes, además de que permite crear un ambiente virtual de enseñanza y aprendizaje, así como realizar todo el trabajo a distancia de forma organizada, segura y eficaz.

El diseño de un curso a distancia debe responder también a un enfoque formativo que permita el logro de los propósitos planteados. *La ciencia en tu escuela*, al ser un programa compensatorio de intervención educativa dirigido a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, requiere de asesores que se centren más en el aprendizaje que en la enseñanza; es por ello que el proceso educativo está centrado en los docentes que participan bajo los siguientes supuestos:

- El maestro es un factor de cambio en la percepción que los niños y los jóvenes de las aulas de educación básica tienen sobre estas disciplinas, tradicionalmente consideradas como “difíciles”, lo cual parece justificar socialmente el bajo nivel de desempeño de los estudiantes mexicanos en las pruebas internacionales y nacionales estandarizadas. En el programa se pretende influir de manera decisiva en la práctica cotidiana del docente al interior del aula, de forma tal que sea un quehacer sustentado tanto en la comprensión profunda de conceptos matemáticos y de ciencias básicas, como en una concepción didáctica que respete al alumno como constructor de su propio conocimiento.
- Cualquier programa de formación continua para los docentes debe ofrecer experiencias de aprendizaje vivenciales, es decir, actividades indagatorias que les lleven a entrar en conflicto con sus conocimientos previos acerca de los temas curriculares que imparten y lograr que valoren el sentido didáctico de sus propias prácticas, lo que implica el reto de ofrecer nuevas aproximaciones a los contenidos de ciencias y matemáticas y adecuarse a los nuevos enfoques curriculares de reciente implementación por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP). En el programa se desarrollan las competencias indispensables para generar en los maestros la capacidad y la posibilidad de trabajar los contenidos de los programas oficiales de estudio.
- El docente, además de guía, puede constituirse en un modelo a seguir para los estudiantes. El docente es un factor determinante en la percepción del alumno hacia las ciencias y las matemáticas, así como en la calidad de su alfabetización científica. Sin embargo, este mejoramiento no es posible si no se incide, por un lado, en las actitudes y, por otro, en la formación continua a través de experiencias indagatorias que le sean significativas, así como en las condiciones institucionales y estructurales que enmarcan su trabajo. El programa pretende mejorar la actitud hacia las matemáticas y las ciencias y elevar la calidad de enseñanza en las disciplinas científicas.
- Dado el buen resultado que, en la modalidad presencial, ha dado la metodología indagatoria, se decidió usar esta misma metodología en la modalidad a distancia. La elaboración de los guiones instruccionales ha sido laboriosa, pues hay que reflejar la metodología en los materiales y no simplemente poner en línea un libro de texto. El hecho de que el docente tenga un asesor es algo fundamental para que la metodología indagatoria funcione adecuadamente a distancia.

Los maestros pueden influir en muchas generaciones de estudiantes a lo largo de su carrera profesional, en un efecto multiplicador de situaciones de aprendizaje motivadoras, atractivas y plenas de sentido para favorecer una actitud más positiva frente a los contenidos de ciencias naturales y matemáticas que imparten. La labor social del docente es muy importante para la formación de egresados que desarrollen habilidades de pensamiento que les lleven a analizar, comparar, estimar, contar, inferir, registrar datos,

Figura 2 Resultados de la evaluación realizada por las autoridades educativas



formular hipótesis, interpretar evidencias y contar con una serie de herramientas más para conocer el mundo y adoptar una visión crítica de los acontecimientos cotidianos. El programa es un espacio de retroalimentación de saberes entre los docentes encargados de la educación científica a nivel básico y los académicos que diseñan e imparten las unidades y secuencias de aprendizaje, en un círculo virtuoso que crea comunidades de aprendizaje permanente (Bosch, 2011).

La fase piloto del diplomado *La ciencia en tu escuela* a distancia inició en octubre de 2009 con la participación de 650 profesores de educación primaria de todos los estados del país convocados por la SEP. El camino que recorrimos junto con los profesores participantes implicó, para el grupo de técnicos y académicos, un reto que asumimos con gusto y entusiasmo.

Esta experiencia fue evaluada de manera interna y externa en diferentes momentos con el fin de tener elementos concretos para validar la experiencia y permitir llegar a lo que hoy es nuestro espacio de trabajo y así lograr una mayor eficiencia terminal.

Por ejemplo, para conocer las impresiones y experiencias de los estudiantes en torno a contenidos, implementación, asesoría y materiales, al término de la impartición del primer módulo del diplomado, la SEP realizó una evaluación sobre la calidad del diplomado (pregunta 1), el contenido (pregunta 2), la plataforma (pregunta 3), el desempeño de los asesores (pregunta 4), el diseño instruccional (pregunta 5) y las secuencias didácticas (pregunta 6). Los resultados se muestran en la figura 2, y los resultados completos de estas evaluaciones se pueden consultar en la siguiente dirección electrónica: <http://www.lacienciaentuescuela.amc.edu.mx/node/48>.

Con base en los datos que hemos recolectado, podemos afirmar que los docentes que estudian y aprueban todos los módulos de cualquiera de las propuestas de formación continua que hemos generado, evaluado e impartido han mostrado ser capaces de:

- Familiarizarse con la dinámica y recursos de la educación a distancia.
- Reconocer la estructura de navegación de la plataforma.
- Identificar la distribución de las secciones y elementos de la interfaz.
- Distinguir las características de las herramientas de la plataforma.
- Reconocer la necesidad actual del manejo de herramientas ofimáticas.
- Identificar las diferentes herramientas ofimáticas actuales.
- Distinguir las diferentes herramientas ofimáticas
- Apreciar la necesidad de utilizar correctamente las diferentes herramientas ofimáticas.
- Comprender los contenidos curriculares de ciencias naturales y matemáticas que se estudiaron.
- Optimizar el uso de los materiales didácticos disponibles.
- Desarrollar nuevas experiencias de aprendizaje que motiven el interés personal y el de sus alumnos por los contenidos matemáticos y científicos.
- Transformar las prácticas tradicionales de planeación y evaluación, en procesos basados en la indagación para la construcción de significado.
- Apoyar el uso de la experimentación como recurso didáctico privilegiado para la elaboración de inferencias, identificación de variables, interpretación de evidencias y elaboración de argumentos sobre temas matemáticos y científicos.
- Desarrollar actividades de aprendizaje para replicar, adaptar y mejorar de acuerdo con el contexto de su salón de clases.
- Promover entre los estudiantes un aprendizaje significativo para evitar la memorización sin comprensión.
- Apreciar las matemáticas y las ciencias en función de su utilidad, poder, belleza y relación con otras actividades presentes en lo cotidiano.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en contextos y situaciones diversas.
- Construir significados a través de procedimientos deductivos, así como la conciencia de éstos.
- Reconocer la necesidad de propiciar que los alumnos elaboren y validen conjeturas cuando intentan resolver problemas matemáticos, y conocer estrategias didácticas que permitan propiciar que los niños conjeturen.

Como una acción para mejorar la eficiencia terminal del programa, durante el 2011 se realizaron los trámites necesarios para que la Dirección General de Formación Continua para Maestros en Servicio (DGFCEMS) de la SEP validara el diplomado *La ciencia en tu escuela* y se logró obtener el registro ante esa dirección general. *La ciencia en tu escuela* cuenta hoy con una oferta de cursos modulares independientes y seriados para ofrecer a los docentes una oferta de estudio diversificada, organizada y sistemática que les permite avanzar en su trayectoria académica a través de un modelo de validación de créditos. Al estudiar los módulos que tenemos diseñados a distancia, los docentes de educación primaria pueden lograr: un diplomado general de ciencias y matemáticas

de 185 horas, un diplomado con énfasis en ciencias de 120 horas, un diplomado con énfasis en matemáticas de 120 horas y una especialidad de ciencias y matemáticas de 280 horas; todo esto validado, como ya se indicó, por la DGFCMS de la SEP. Esa misma dirección tiene también validado un diplomado general de ciencias y matemáticas para profesores de educación secundaria de 120 horas. Los trayectos formativos correspondientes pueden consultarse en el anexo.

4. ALGO DE MATEMÁTICAS PARA SECUNDARIA

En el módulo general de matemáticas de *La ciencia en tu escuela* a nivel secundaria, se tienen cuatro sesiones que se relacionan con aplicaciones de las matemáticas a las ciencias: Matemáticas y Geografía, Matemáticas y Física, Matemáticas y Biología, Matemáticas y Química. Este módulo lo cursan todos los maestros que llevan el diplomado, independientemente de su especialidad; participan maestros de matemáticas, biología, geografía, física y química. Aquí encontrará el lector una muestra de los materiales que los maestros trabajan en las sesiones presenciales del diplomado y a los que pronto también podrán acceder a través del trabajo que se está haciendo para que el diplomado se pueda llevar a distancia y así tengan acceso a éste un mayor número de maestros. A continuación presentamos el escrito de la sesión de Matemáticas y Geografía que se les entrega a los maestros al final de la sesión y que es una guía para el expositor de dicha sesión; en ella, con itálicas, encontrará el lector comentarios sobre las actitudes y reacciones de los maestros al enfrentarse a estas actividades.

SESIÓN GENERAL: MATEMÁTICAS Y GEOGRAFÍA

Objetivos

- Aclarar que la geometría plana y la geometría en la esfera tienen distintas propiedades.
- Comparar la suma de los ángulos internos de un triángulo en ambos casos.
- Poner coordenadas en la esfera-Tierra.
- Calcular el radio de la Tierra y aplicar ese método para calcular el radio de alguna otra esfera.

I. Introducción

Un problema muy conocido es el siguiente: Un cazador va persiguiendo a un animal que primero corre hacia el sur 1 km, luego 1 km hacia el este y finalmente otro kilómetro hacia el norte. Como resultado, el animal termina su recorrido en el punto que empezó. La pregunta usual es: ¿a qué animal está persiguiendo el cazador?

En general, los maestros se quedan perplejos al pensar que en matemáticas se les plantea un problema así, ya que muchas veces se piensa que las matemáticas se refieren más a cuentas y a procesos más mecánicos.

Incluso se han tenido protestas en el salón de clases de algún participante que cree que se le está tomando el pelo.

Los pocos maestros que empiezan a tratar de resolver no piensan en que la Tierra es una esfera, y se plantean el problema en el plano. Es importante orientarlos para que, en efecto, se planteen el problema en la Tierra.

Ésta es la primera etapa de la metodología indagatoria: hay que resolver una pregunta y se expresan todas las ideas previas; éstas son el punto de partida para la experimentación.

En este momento se les proporciona una pelota grande (aproximadamente de unos 35 cm de radio).

En la etapa de exploración se inicia la discusión. Se plantea la siguiente cuestión: "Haz un dibujo en la pelota y descríbelo de modo que tus compañeros lo puedan reproducir de manera idéntica en su pelota". Se inicia entonces una discusión acerca de la orientación sobre la pelota y los "polos".

Luego de realizada esta "experiencia", algunos maestros empiezan a pensar en un modelo donde la pelota represente a la Tierra y es el momento para darles la oportunidad de que repiensen el problema inicial sobre la pelota como modelo de la Tierra. Es una etapa de reflexión, comparación o contraste; se confrontan las predicciones realizadas (los maestros empiezan por decir que el problema ni siquiera tiene sentido) con los resultados obtenidos (algunos maestros trazan algunos trayectos sobre la pelota hasta que al empezar en el Polo Norte iiiiregresan al Polo Norte!!!). Se elaboran conclusiones propias respecto al problema analizado. Se empieza a hablar de meridianos y paralelos. Finalmente se discuten las soluciones propuestas. Es importante insistir que para explicar el problema es necesario ser muy preciso en la forma de expresarse.

Sorprende para los maestros, pues se les hace una nueva pregunta: "...y si solamente se quiere ir 1 km hacia el sur, otro hacia el este y otro hacia el norte y regresar al punto de partida, ¿habrá algún otro punto en la Tierra donde se pueda hacer eso?"

Ahora regresan a la pelota para tratar de hacer el trayecto en puntos específicos de la pelota. Con un poco de ayuda resuelven también ese problema.

En general, los maestros –y no únicamente ellos– no están acostumbrados a que un problema tenga soluciones múltiples y, al entender que en el Polo Sur hay muchas soluciones, varios de ellos quieren dar una nueva solución empezando en

algún punto específico, sin darse cuenta de que las soluciones son esencialmente del mismo tipo.

Con esta actividad se les abre a los maestros un nuevo panorama y, hasta los más molestos que al principio se negaban a aceptar como matemático el problema planteado, quieren participar activamente. Usualmente empiezan a tratar de encontrar nuevas soluciones y posibilidades que se discuten y analizan.

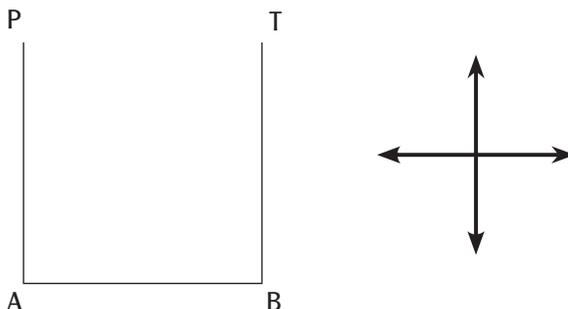
Se hacen preguntas ahora sobre si se puede o no resolver este problema en el plano, ya desde el punto de vista matemático sin involucrar al oso. ¿Será posible encontrar una trayectoria que empieza en un punto, recorre un segmento de una unidad, gira 90° , recorre un segmento de una unidad en esa dirección, vuelve a girar 90° , recorre un segmento de una unidad y regresa al punto de partida? La respuesta casi inmediata de los maestros es que no es posible. Y cuando se les pregunta por qué, lo más común es que se quedan pasmados pues no piensan en triángulos.

Después de estas discusiones, es el momento de recapitular lo que se ha discutido y qué matemáticas han hecho falta. Esta parte es muy importante ya que aunque los maestros las conocen, muchas veces las tienen únicamente para uso escolar y no para resolver problemas. Si el tiempo para trabajar es amplio, conviene que sea alguno de los maestros el que vaya escribiendo en el pizarrón las cosas que fueron descubriendo y que los demás le ayuden a hacer el resumen de lo que se usó. Nuevamente, es muy importante que en el pizarrón haya orden y se expresen con precisión los conceptos y las propiedades que se usaron.

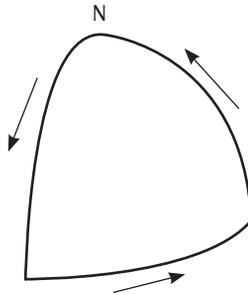
Después de la sesión se les entrega a los maestros un documento, como el que aparece a continuación, para que tengan un resumen de la actividad y de las matemáticas utilizadas.

Un problema muy conocido es el siguiente: Un cazador va persiguiendo a un animal que primero corre hacia el sur 1 km, luego 1 km hacia el este y finalmente otro kilómetro hacia el norte. Como resultado, el animal termina su recorrido en el punto que empezó. La pregunta usual es: ¿a qué animal está persiguiendo el cazador?

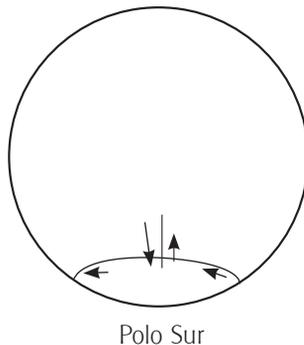
Es claro que este problema no se puede resolver en el plano pues resulta que si se camina hacia el sur 1 km, luego 1 km hacia el este y finalmente otro kilómetro hacia el norte, se obtiene la siguiente figura:



Observemos que esa figura no tiene la propiedad de que empieza y termina en el mismo punto, pues los ángulos denotados con las letras A y B son ángulos de 90° y, como en un triángulo la suma de los ángulos interiores es de 180° , resulta que las rectas AP y BT son rectas paralelas que en la geometría euclidiana no se van a intersectar. Eso quiere decir que el animal no regresa al punto donde salió. La geometría que usamos en la vida diaria es la geometría euclidiana, que se desarrolla en el plano. Esa geometría es la que sirve en general, a nivel humano, para construir casas, calles, anuncios espectaculares, mesas, coches, fuentes... Sin embargo, desde hace muchos años, los humanos –en particular los navegantes– saben que la Tierra es redonda. Regresemos entonces al problema que planteamos al principio, estamos seguros que ya tienen ustedes una respuesta. En efecto, el animal puede ser un oso blanco, pues una forma de hacer el recorrido es empezando en el Polo Norte como se indica en la figura:



Bueno, ésa es la respuesta que pretende este problema, pero no es la única respuesta. En efecto, si buscamos ahora en el Polo Sur un paralelo, un círculo que tenga el centro en el eje de la Tierra y que tenga longitud de 1 km sobre la superficie de ésta, tendremos la situación que se ilustra en la siguiente figura:



Como se ve, el punto de salida puede colocarse en cualquiera de los puntos que están en el paralelo, que corresponde al punto inicial, teniendo así una infinidad de

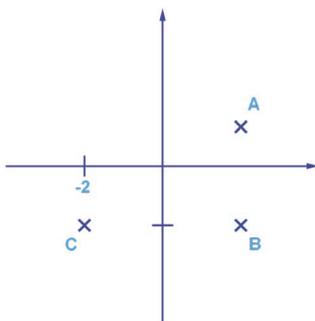
posibilidades. Más aún, podemos ahora buscar un paralelo cuya longitud sea de 250 m, por ejemplo, y a partir de un punto que se encuentre a 1 km hacia el norte de ese paralelo, empezar el recorrido. Así se camina hacia el sur un kilómetro hasta llegar al paralelo de longitud 250 m y luego se dan cuatro vueltas alrededor de ese paralelo caminando siempre hacia el sur, para después caminar hacia el norte regresando al punto de partida.

Como vemos, cercanos al Polo Sur tenemos muchas posibilidades, pero ¡ahí no hay osos, sino pingüinos! Así que la solución adecuada para el problema es la primera que se discutió.

Como acabamos de ver, la geometría sobre la Tierra –es decir, sobre la superficie de una esfera– es muy diferente a la geometría que se hace en el plano. En particular si vemos la figura 1, entonces podemos tener “triángulos que tienen tres ángulos rectos” y, por lo tanto, la suma de sus ángulos internos es de 270° , mayor que la suma de los ángulos internos de un triángulo en el plano donde es de 180° . Ésa es una de las grandes diferencias geométricas que hay entre la geometría plana y la geometría esférica.

Actividad

Al plano cartesiano (plano euclidiano) se le dota de un sistema de ejes coordenados para localizar los puntos. Éstos se caracterizan por parejas ordenadas, como por ejemplo: el punto A corresponde a (2,1) y el B a (-2, -1.5). En la siguiente figura se han colocado en un plano cartesiano los puntos A, B y un punto C del cual se quiere obtener sus coordenadas.



¿Qué coordenadas corresponden al punto C? (,)

De manera análoga, también se coloca un sistema de coordenadas en la superficie de la Tierra. Se usan el ecuador y el meridiano que pasa por Greenwich como los ejes coordenados.

Investigue y escriba lo siguiente:

¿Qué son los paralelos? _____

¿Qué son los meridianos? _____

¿Qué es la latitud? _____
¿Qué es la longitud? _____

Es importante que los maestros escriban lo que creen que es cada uno de esos conceptos, pues en general les cuesta mucho trabajo dar definiciones precisas.

La siguiente tarea es algo sencillo y representa solamente un recuento de nombres que los maestros en general conocen, aunque no todos; recordemos que en esta sesión hay maestros de matemáticas, biología, física, geografía y química.

Tarea:

El círculo y la esfera

Un círculo queda determinado en cuanto sepamos su centro y su radio, y algo similar sucede con una esfera. Conteste las siguientes preguntas:

¿Cómo se puede calcular la longitud de la circunferencia de un círculo cuyo radio sea r ? _____
¿Qué longitud tiene la mitad de esa circunferencia? _____
¿Qué es un ángulo central en un círculo? _____
¿Qué ángulo central corresponde a media circunferencia? _____
¿Qué proporción es dicho ángulo respecto a 360° ? _____
¿Qué longitud tiene la octava parte de una circunferencia? _____
¿Qué ángulo central corresponde a un octavo de circunferencia? _____
¿Qué proporción es dicho ángulo respecto a 360° ? _____
¿Qué longitud le corresponde a un ángulo central de 90° ? _____
¿Qué longitud le corresponde a un ángulo central de 60° ? _____
Si el ángulo central correspondiente tiene medida x , ¿qué longitud tendrá el arco de circunferencia de radio r ? _____

El siguiente problema de proporciones es difícil para algunos maestros.

Chicago y Estambul se encuentran en el mismo paralelo, el cual tiene un radio de 4,000 km. Entre ambas ciudades hay un ángulo de 120° . Encuentre la longitud del arco a lo largo de ese paralelo que separa a las dos ciudades. _____

El número π es de gran interés para la mayoría de los maestros y se les puede pedir que hagan algún tipo de trabajo sobre éste. Basta con darles algunos datos, como los siguientes, para que ellos investiguen y presenten trabajos interesantes.

Nota: El símbolo π se originó en Inglaterra en el siglo XVIII.

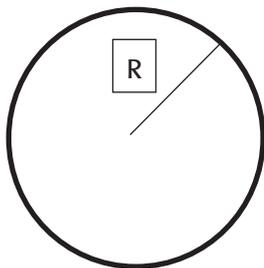
La historia de π es algo que a los maestros les llama mucho la atención, por lo que se les recomienda que muestren a sus alumnos el objeto de aprendizaje (ODA) que está en la página del Sistema Nacional de Educación a Distancia (SINED), en donde además podrán encontrar otras ayudas a través de la red.

Todos estos conceptos y definiciones los manejan bien, en general, para un círculo pero no en la esfera. Así, cuando se les pide la longitud del arco de círculo entre Chicago y Estambul les cuesta mucho trabajo usar proporciones.

Se propone a los maestros la siguiente actividad y se les ayuda con la parte histórica del cálculo del radio de la Tierra hecho por Eratóstenes. Aunque ésta es una actividad más guiada, a los maestros les agrada mucho poder repetir los cálculos hechos por Eratóstenes y usar su método para calcular el radio de una pelota grande.

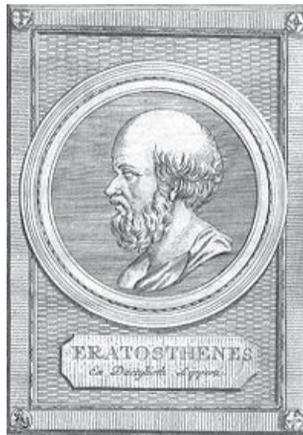
II. La Tierra y su radio

Para calcular distancias sobre la Tierra es necesario usar el radio de ésta. Así que la pregunta que ahora vamos a tratar de resolver es, ¿cuánto vale el radio de la Tierra y cómo podemos nosotros calcularlo?



Como la Tierra es una esfera y queremos saber cuál es su radio, debemos de encontrar un método para calcularlo.

Eratóstenes (276 a.n.e.-194 a.n.e.) fue un matemático, astrónomo y geógrafo griego. Fue gran amigo de Arquímedes. Desde 236 a.n.e. hasta su muerte se hizo cargo de la biblioteca de Alejandría. A la edad de 80 años perdió la vista y a partir de ahí se descuidó hasta morir a los 82 años.



Eratóstenes poseía una gran variedad de conocimientos y aptitudes para el estudio; sin embargo, dicen que siempre ocupó el segundo lugar en todas las ramas de la ciencia que cultivó. En astronomía inventó algunos aparatos que sirvieron durante varios siglos para distinto tipo de mediciones. En matemáticas, tal vez su contribución más conocida sea la criba de Eratóstenes para obtener los números primos. En geografía, con un ingenioso método y muchos cálculos, dio una muy buena aproximación al radio de la Tierra. Hace más de dos mil años, Eratóstenes calculó el radio de la Tierra con un método muy ingenioso. Pensó que dos palos clavados sobre la superficie de la Tierra, alejados de una distancia considerable, darían sombras de distinto tamaño en virtud de la curvatura de la superficie del planeta.



Una misma estaca da sombra de distinto tamaño si ésta se clava en distinto lugar sobre el mismo meridiano a la misma hora.

Ahora, si nos fijamos en la siguiente figura, podemos obtener, usando el hecho de que la suma de los ángulos interiores de un triángulo es de 180° , la relación que se indica entre los ángulos a_1 y a_2

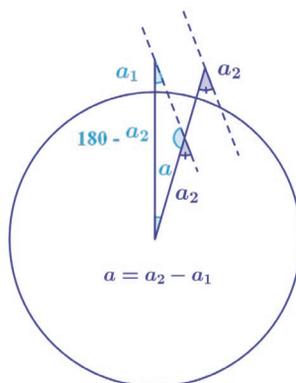
$$a_1 + 180 - a_2 + a = 180, \text{ es decir: } a_1 - a_2 + a = 0, \text{ o sea: } a = a_2 - a_1$$

Si tenemos ahora una forma de calcular a y conocemos la distancia entre los dos palos, la cual denotaremos por d , podemos entonces calcular la longitud de la circunferencia de la Tierra usando las siguientes proporciones:

Sea L la longitud de la circunferencia de la Tierra:

360 grados corresponden a L kilómetros

a grados corresponden a d kilómetros



Entonces, calcular la longitud de la circunferencia de la Tierra usando las siguientes proporciones:

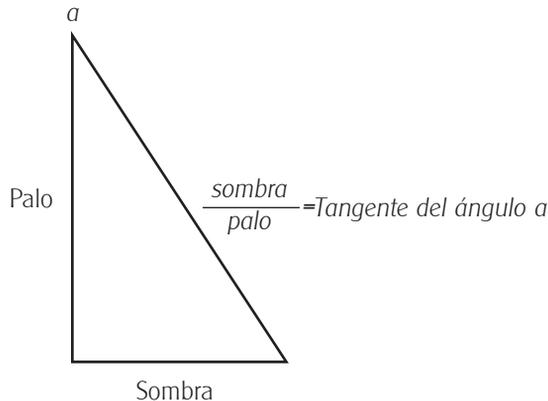
De donde se tiene la proporción $360/a$ y L/d y así se obtiene una fórmula para calcular la circunferencia de la Tierra, de donde es inmediato dividiendo entre 2 el radio de la Tierra.

Eratóstenes usó esencialmente este método con una pequeña variante que, en parte, le facilitó los cálculos. Supuso que Asuán y Alejandría tenían la misma longitud (realmente distan 3°) y que el Sol se encontraba tan alejado de la Tierra que sus rayos podían suponerse paralelos (lo cual también es una de las suposiciones anteriores, aunque no se hace explícita). Así fue como decidió medir la sombra de un palo o una estaca de la misma longitud en Alejandría y en Asuán el día del solsticio de verano, al mediodía (ésta es la diferencia). Se dio cuenta que la sombra de dicho palo era diferente en Asuán y en Alejandría y utilizó esta peculiaridad para calcular primero el ángulo central a que hay entre Alejandría y Asuán y luego el radio de la Tierra de la siguiente manera. De hecho, en Asuán no hay sombra a las 12 de ese día, es decir, la longitud de la sombra en ese día particular es nula debido a que Asuán está sobre el trópico de Cáncer, entonces el ángulo a lo puede determinar directamente del palo que clavó en Alejandría y su sombra, y un poco de trigonometría, o midiéndolo directamente. El hecho es que ese ángulo es de aproximadamente 7° . Para saber la distancia entre Alejandría y Asuán, Eratóstenes les pidió a las caravanas que comerciaban entre ambas ciudades que le dieran una estimación. Cinco mil estadios –unos 800 km– fue la distancia acordada, y usando eso obtuvo que la circunferencia era aproximadamente de 40 000 km. De ese modo, el diámetro en números redondos era de 13 100 y el radio de 6 550 km.

En la actualidad, se dice que el radio de la Tierra es de 6 371 kilómetros, es decir, que el error de Eratóstenes con sus aproximaciones y mediciones fue de menos del 1%.

Durante el año internacional de la astronomía, en 2009, entre las actividades de grupo que realizaron en España estuvo la de calcular el radio de la Tierra. Nosotros también lo podemos hacer siguiendo un método parecido al que indicamos anteriormente. Bastaría con conseguir a alguien que viva a más de 50 km de donde se encuentra y pedirle que un día acordado haga las mediciones necesarias, o bien hacer la medición durante el solsticio de verano y determinar la distancia que existe entre su ciudad y el trópico de Cáncer; por ejemplo, Durango se encuentra a una distancia de 80 km del trópico de Cáncer. Mientras más lejos esté la otra persona o más separados del trópico de Cáncer se hagan las mediciones, se obtendrá mayor precisión. Si hay más participantes será mejor, pues los errores de medición se minimizan.

1. Deberíamos primero de acordar un día y una hora para hacer la medición.
2. Usar el mismo tamaño de palo. En España, para minimizar errores al respecto, usaron un recogedor cuyo palo es de la misma longitud y gracias a eso todos los participantes tenían las mismas medidas y no tenían necesidad de clavar el palo.
3. Medir la sombra con la mayor precisión posible a la misma hora (las dos personas o a la hora del solsticio de verano).
4. Para determinar los ángulos a_1 y a_2 en un caso, y a en el otro, es importante o bien medirlos, lo cual es extremadamente difícil, o bien usar la trigonometría, en particular la función tangente y luego la inversa de la siguiente manera:



5. Una vez teniendo la tangente de a , hay que buscar el valor en las tablas trigonométricas o usar una calculadora para obtener el valor del ángulo a . Un método idéntico se hace para los ángulos a_1 y a_2 . Y luego se restan para obtener el valor de a .

Aunque los maestros conocen algo de trigonometría no se sienten totalmente a gusto con su uso, por lo que tal vez aquí sea un buen momento para hacer una revisión de dicho tema.

6. Ahora hay que determinar la circunferencia de la Tierra usando los datos obtenidos.
7. Finalmente se puede obtener el radio de la Tierra.

Mientras más mediciones se tengan, se podrá obtener una mejor aproximación, por ejemplo, haciendo promedios de los resultados obtenidos.

En varias ocasiones, los maestros han comentado que si la Tierra fuese plana, el método de Eratóstenes no funcionaría, y en ese instante sé que al menos a esos maestros les he enseñado algo.

En la sesión se pide a los maestros que calculen el radio de una pelota (grande) que se entrega a cada tres maestros. Se les pide que lo hagan de varias maneras diferentes, una de ellas siguiendo el método de Eratóstenes con unos palitos y sombras.

Después de esta explicación del trabajo de Eratóstenes, se proporciona a los alumnos pelotas grandes y se les pide que, usando este método, calculen el radio de esa pelota. Esta actividad les gusta mucho a los maestros, quienes salen con su pelota y regla, palillos o lápices que les servirán de estacas y se ponen en equipos a hacer sus mediciones para calcular el radio de su pelota. A pesar de que hacen con cuidado todo lo necesario para obtener el radio de la pelota, los reportes que presentan no son tan cuidadosos y los cálculos o mediciones a veces ni siquiera aparecen. Tenemos que hacer mucho énfasis en que la presentación de los resultados, así como las mediciones o los cálculos, son fundamentales en los reportes.

5. A MANERA DE CONCLUSIÓN

Lo que acabamos de exponer usa herramientas que se encuentran en los programas de estudio de matemáticas. En los aprendizajes esperados se intenta ir más allá, se trata de desarrollar competencias cuyo desarrollo derive en ser competente en matemáticas. En los programas se hace referencia únicamente a cuatro competencias claras y distintas entre sí: el planteamiento y la resolución de problemas, la argumentación, la comunicación y el manejo de técnicas. La metodología didáctica de los programas de matemáticas está orientada al desarrollo de estas competencias y por eso exige dejar atrás la postura tradicional que consiste en dar clases a los alumnos explicando paso a paso lo que deben hacer y de donde no se deben apartar.

Para la evaluación se propone seguir las siguientes líneas como indicadores de la adquisición de las competencias:

- De resolver con ayuda a resolver de manera autónoma.
- De los procedimientos informales a los procedimientos expertos.
- De la justificación pragmática a la justificación axiomática.

Sin embargo, los maestros de educación básica no han recibido la preparación necesaria para poder guiar a sus alumnos de la forma en que se pretende en los programas. Por eso, *La ciencia en tu escuela* y su metodología indagatoria se ha vuelto una opción para aquellos maestros que desean entender mejor las ciencias y las matemáticas, y así poderlas enseñar mejor. Los maestros en nuestros diplomados hacen ciencias y matemáticas para poder enseñar ciencias y matemáticas.

Es claro que todo esto requiere de esfuerzo e implica un cambio importante de actitud, y eso no se da de un día para el otro, ni entre los profesores ni entre los alumnos. Pero si realmente se quiere obtener mejores resultados en los aprendizajes, es indispensable desarrollar competencias y revalorar el trabajo del docente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis colaboradoras Silvia Romero y Carmen Villavicencio el excelente trabajo que llevan a cabo en *La ciencia en tu escuela*. También quiero agradecer las sugerencias y correcciones hechas por los árbitros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosch, C. (2011), *Del origen al paralelismo educativo. La ciencia en tu escuela*, México, Academia Mexicana de Ciencias.
- Díaz Barriga, F. y G. Hernández (1998), *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*, México, McGraw-Hill.
- Kolb, D. A. (1984), *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*, New Jersey, Prentice-Hall.
- Morera, F. (2002), *Educación a distancia y diseño instruccional. Conceptos básicos, historia y relación mutua*, México, Ediciones Taller Abierto.
- Piaget, J. (1950), *Introduction a L'Epistemologie Genetique. Tome I, La pensée Mathématique* Paris, Presses Universitaires de France. Disponible en: "http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/textes/index_livres_alpha.php"
- Song, L., E. Singleton, J. Hill y M. Hwa Koh (2004), "Improving online learning: Student perceptions of useful and challenging characteristics", *The Internet and Higher Education*, vol. 7, núm. 1, pp. 59-70. [http://esinglet.myweb.uga.edu/portfolio/singleton_ihe.pdf]
- La ciencia en tu escuela*, www.lacienciaentuescuela.edu.mx

ANEXO. TRAYECTOS FORMATIVOS DE LOS DIPLOMADOS “LA CIENCIA EN TU ESCUELA”

Presencial

Diplomado para Primaria - 32 semanas - 160 horas

El diplomado presencial para primaria se imparte en el Centro de Estudios para Extranjeros (CEPE) de la UNAM en Ciudad Universitaria, en sesiones sabatinas matutinas, a lo largo de 32 semanas, de acuerdo al calendario escolar de la SEP. El diplomado está conformado por los siguientes módulos:

Matemáticas (8 semanas - 40 horas)

Ciencias 1 (8 semanas - 40 horas)

Ciencias 2 (8 semanas - 40 horas)

Desarrollo de habilidades comunicativas (8 semanas - 40 horas)

Diplomado para Secundaria - 32 semanas - 160 horas

El diplomado presencial para secundaria se imparte en el CEPE de la UNAM en Ciudad Universitaria, en sesiones sabatinas matutinas, a lo largo de 32 semanas, de acuerdo al calendario escolar de la SEP. El diplomado está conformado por los siguientes módulos:

Módulo general: matemáticas, química, física, biología y geografía (60 horas)

Módulo de especialidad (50 horas)

Historia de la ciencia (20 horas)

Cómputo (10 horas)

Desarrollo de habilidades comunicativas (20 horas)

A distancia

Solamente pondremos aquí los trayectos del diplomado para primaria y del diplomado con énfasis en matemáticas. Sin embargo, también hay un diplomado con énfasis en ciencias para primaria y otras posibilidades para secundaria de las que no hablaremos por el momento.

Diplomado para Primaria - 33 semanas - 170 horas

Para el diplomado modalidad a distancia para primaria, el entorno de trabajo en el que se llevarán a cabo las actividades académicas del diplomado es la plataforma Moodle. Este diplomado está diseñado en cinco módulos con una duración de 33 semanas, de acuerdo al calendario escolar de la SEP. Estos módulos son:

Propedéutico (1 semana - 10 horas)

Matemáticas (8 semanas - 40 horas)

Desarrollo de habilidades comunicativas (8 semanas - 40 horas)

Ciencias 1 (8 semanas - 40 horas)

Ciencias 2 (8 semanas - 40 horas)

Diplomado con Énfasis en Matemáticas - 33 semanas - 120 horas

Para el diplomado modalidad a distancia para primaria, el entorno de trabajo en el que se llevarán a cabo las actividades académicas del diplomado es la plataforma Moodle. Este diplomado está constituido por tres cursos independientes cuya impartición se dosifica en 33 semanas calendarizadas, tomando en cuenta el calendario escolar de la SEP. Si se considera estudiar este diplomado como primera opción del trayecto formativo, el contenido es:

- Introdutorio (11 semanas - 40 horas)
- Matemáticas 1 (11 semanas - 40 horas)
- Matemáticas 2 (11 semanas - 40 horas)

DATOS DEL AUTOR

Carlos Bosch Giral

Instituto Tecnológico Autónomo de México, México
bosch@itam.mx