

Investigar para aprender estrategia didáctica para modelar con matemáticas

Mtra. Dulce Ma. Peralta González Rubio
Matemáticas, CCH Sur

En la actualidad, el conocimiento matemático es de suma importancia para desarrollarse profesionalmente y la escuela ha de proporcionar las herramientas y estructuras para que sus alumnos se apropien de éste. En particular, el modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades CCH se propone formar individuos útiles a la sociedad, capaces de aprender a aprender, aprender a ser, aprender a hacer y aprender a convivir; consideramos que la estrategia de aprendizaje basada en proyectos de investigación se apegue a estos principios educativos que son el eje vertebral del Plan de Estudios del Colegio.

Expongo aquí el programa y resultados de un trabajo realizado con el equipo docente que está compuesto, por los profesores: Daniel Flores Ibarra, Bertha Medina Flores y Carolina Rodríguez González, además de mí. Esta experiencia de enseñanza era una idea que teníamos desde hace algún tiempo y que, desde hace una década, ha sido posible concretarla. Cabe mencionar que esta labor requiere de tiempo adicional al estipulado en los programas de estudio debido a que el trabajo implica actividades de diseño, organización, asesoramiento sistemático, orientación, supervisión y evaluación de los reportes, por lo que los muchachos están atendidos, tanto en clase como fuera del aula.

Esta metodología es una poderosa herramienta para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje porque permite enriquecer y diversificar aún más las formas de aprender que, como docentes, ofrecemos a nuestros alumnos. El trabajo con base en proyectos de investigación promueve la integración de diversos contenidos de los programas de matemáticas con los conocimientos de otras disciplinas y áreas de interés de los estudiantes, lo que permite un trabajo más amplio al potenciar las habilidades de los alumnos.

El desarrollo de este trabajo integrador para aprender matemáticas a través de esta metodología de enseñanza se justifica por la intención de promover propuestas educativas que reconozcan la capacidad y responsabilidad del estudiante y la colaboración de los grupos escolar, familiar y social en el aprendizaje de las matemáticas.

El trabajo basado en proyectos de investigación habitualmente ofrece a los alumnos cierta libertad en decidir los problemas a trabajar guiados por el profesor.

Descripción breve del aprendizaje basado en proyectos de investigación

Esta estrategia de enseñanza constituye un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y validan proyectos que tienen aplicación en el mundo real y/o de la propia disciplina y que pueden ir más allá del aula de clase.

La tarea general es saber conseguir o generar la información pertinente que se requiere en la intención de resolver un problema planteado por los propios alumnos, para luego organizarla, analizarla, sintetizarla y simbolizarla en la búsqueda de regularidades y patrones que ayuden a crear un modelo matemático que represente la realidad en estudio y permita, al operar con él, dar respuesta a dicha problemática. Esto involucra un gran trabajo, tanto de los alumnos como de los docentes que los asesoramos; los estudiantes, al desarrollar sus investigaciones, aprenden a conducirse en sus tareas de indagación y estudio, tanto en forma independiente como colectiva, elaborando y adquiriendo conocimientos —de matemáticas y otras disciplinas— con sus compañeros de equipo, utilizando para ello el apoyo de las tecnología de la información y comunicación y otros recursos que eligen o generan en sus metodologías para lograr los objetivos planteados en sus trabajos de investigación.

Características del aprendizaje basado en proyectos de investigación

Las metas del programa de aprendizaje de las matemáticas por proyectos de investigación considera, además del reforzamiento en el dominio de los contenidos del programa de la materia, el logro de aprendizajes nuevos sobre la disciplina, el mejoramiento de las relaciones interpersonales e interinstitucionales —que se refleja en las participaciones en concursos de las ciencias, competencias de matemáticas, exposiciones, ferias y otros eventos académicos— así como los impactos positivos en la adquisición y desarrollo de habilidades intelectuales en todos y cada uno de los integrantes del equipo y del grupo, por lo que el cambio positivo en actitudes y valores es también altamente apreciado por todos.

Lo anterior nos ha llevado a definir las características que conforman nuestra propuesta de programa de aprendizaje de las matemáticas por proyectos de investigación, misma que a continuación enlistamos.

- Está compuesto de actividades diversas orientadas educativamente.
- Responde a necesidades específicas sobre la problemática del aprendizaje de las matemáticas de los alumnos del CCH.
- Las actividades del proyecto pueden corresponder a contenidos transversales y horizontales del Plan de Estudios, dependiendo del problema objeto de la investigación.

- Los estudiantes toman decisiones dentro de un encuadre prescrito.
- Existe un problema o reto sin resolver (es no rutinario, i. e. nadie sabe qué va a resultar).
- Los estudiantes eligen y diseñan las formas de trabajo y métodos para alcanzar una solución.
- Los alumnos son responsables del acceso y manejo de la información que recaban.
- La evaluación se torna constante durante el proceso de investigación.
- Los aprendices reflexionan regularmente sobre lo que están haciendo.
- El producto final que se genera con la investigación es evaluado con criterios de calidad.
- El trabajo en grupo se desarrolla en una atmósfera de tolerancia y respeto al error, al cambio y a la opinión diferente.

Ventajas de aplicar el programa de enseñanza “aprendizaje por proyectos de investigación”

Esta estrategia de enseñanza beneficia a los estudiantes porque los motiva a aprender cosas son interesantes y/o importantes en su vida, ya que ellos mismos son quienes seleccionan el contexto y problema que desean investigar. La elaboración en sus investigaciones haciendo matemáticas les permite percatarse de la belleza y utilidad de esta ciencia en conexión con otras disciplinas como física, química, biología, medicina, arquitectura, música, pintura, escultura, teatro, periodismo y con las mismas matemáticas, por mencionar algunas. Aprender motivado es mucho mejor, parte de la motivación de los estudiantes para realizar sus investigaciones se debe también a que le ven sentido y conexión a lo aprendido en el aula y la realidad que decidieron estudiar, esto deriva en que adquieran y retengan conocimientos con menos gasto de energía y que mejoren desarrollo de sus habilidades y conocimientos de matemáticas.

Los alumnos, en el *programa de aprendizaje por proyectos de investigación* tienen la oportunidad de desarrollar una gran variedad de habilidades y de competencias tales como trabajo en colaboración, planeación de proyectos, toma de decisiones y manejo organizado del tiempo, entre otras. Los valores y actitudes también juegan un papel importante aquí, pues la solidaridad, compromiso, responsabilidad, honestidad, formalidad, respeto al otro, entre otras, son necesarias para realizar sus investigaciones pues es necesario trabajar en ambientes propicios para el desarrollo de sus estructuras axiológicas. Esta experiencia coadyuva a preparar a los estudiantes para el mundo actual que les exige ser emprendedores y trabajar en grupo.

Optimiza la diversificación y la articulación de capacidades individuales y colectivas y potencia las habilidades de comunicación y resolución de problemas. Este aumento en las capacidades cognitivas y académicas apoya a los estudiantes en el mantenimiento y aumento de su autoestima, pues se saben capaces de lograr empresas que tienen valor dentro y fuera del aula. Asimismo, las oportunidades de colaboración para construir conocimiento en colectivo les permiten compartir ideas entre ellos, lo que sirve de caja de resonancia a las ideas de otros para expresar sus propias opiniones y negociar soluciones, habilidades necesarias en sus desempeños futuros como profesionales. Esta estrategia de aprendizaje-enseñanza también les posibilita formas prácticas para enfrentar el mundo real y saber usar la tecnología.

Con esta experiencia de aprendizaje estamos proporcionando a los estudiantes, desde el nivel bachillerato, habilidades y conocimientos para realizar investigaciones que deberán desarrollar con mayor rigor científico-metodológico en el nivel superior, de esta manera estamos contribuyendo a su formación universitaria para que tengan éxito académico.

¿En qué consiste el aprendizaje basado en proyectos de investigación?

Es un programa de aprendizaje a desarrollar en un año escolar (dos semestres) y consiste en la elección de un problema de interés para un grupo de alumnos (máximo 5 integrantes).

Es una actividad cuya finalidad principal es fomentar la interdisciplina, es para llevarse a cabo a mediano plazo (un año) y están centradas en el estudiante, quien aprende construyendo en colectivo, nuevas ideas o conceptos con base en sus conocimientos previos, actuales y, los futuros por aprender que visualiza como de acceso posible en el corto plazo para llevar a buen logro su investigación.

Las actividades del proyecto responden a contenidos transversales integrando las áreas de conocimiento que forman el Plan de Estudios del Colegio —historia, ciencias experimentales, talleres y matemáticas— vinculándolas de acuerdo con los temas y fenómenos que eligen investigar los alumnos.

Las metas del proyecto de investigación consideran el logro de los aprendizajes, mejoras de las relaciones inter-personales e interinstitucionales y la generación de conocimiento nuevo que por sí mismo, genera en ellos motivación, retos y gozo al jugar un papel activo durante la realización de la investigación.

Elementos a considerar en el diseño de los protocolos de investigación que sirven como anteproyectos

Para el diseño de los protocolos y con la finalidad de conseguir con éstos los objetivos de aprendizaje planteados en nuestros cursos, nos preguntamos lo siguiente:

- ¿Qué habilidades cognitivas deseamos que nuestros discípulos desarrollen?
- ¿Cuáles son las habilidades afectivas y sociales que queremos promover en nuestros alumnos?
- ¿Qué habilidades meta-cognitivas anhelamos que desarrollen los estudiantes?
- ¿Qué tipo de problemas serán los que estén en capacidad de resolver los alumnos a este nivel?
- ¿Qué actitudes y valores queremos que nuestros educandos pongan en juego al realizar este trabajo?

Con base en lo anterior, para cada ciclo escolar diseñamos tres protocolos generales de investigación y los dejamos en libertad de elegir el tema que sea de su interés relacionado con alguno de los protocolos propuestos.

Instrumentación del trabajo

Para llevar a cabo la estrategia de aprendizaje-enseñanza de las matemáticas mediante la realización de investigaciones, procedemos como sigue:

Orientación de los trabajos de investigación. La plática introductoria para los estudiantes versa sobre:

- Impartición de plática introductoria a los estudiantes de lo significa investigar y el valor de una investigación matemática, para que se enteraran, en un primer acercamiento, de qué partes se compone una investigación (introducción, objetivos, delimitación del problema, hipótesis, marcos teórico y de referencia, metodología, análisis de resultados, conclusiones y alcances), qué es un protocolo de presentación, cómo realizar la presentación de sus reportes finales.
- Durante los meses que dura la actividad, orientamos a los estudiantes y hacemos énfasis en:
- Cómo se hace una investigación matemática.
- Las investigaciones en matemáticas y el diseño metodológico según la modalidad (experimental o documental).
- La organización del trabajo en equipo para lograr las metas de la investigación.

- Cómo delimitar el problema, realizar la descripción clara de los objetivos y las hipótesis a probar.
- En el diseño de la metodología para cada investigación, según la modalidad que escogieran (experimental, documental).
- En la elaboración de los marcos teóricos y de referencia adecuados.
- Cómo llevar a cabo el análisis de los datos recabados.
- Cómo validar la modelación matemática de lo estudiado.
- En cómo debe ser la estructura de presentación de un reporte de investigación, entre otras cosas.

Temas y contenidos, los estudiantes tienen como opciones para elegir tres temas presentados mediante protocolos de investigación para estudiar sobre (varía cada año): uso y abuso del agua, número de oro, nutrición, sismos, entre 10 más. Una vez elegido el tema, hicieron su investigación.

Materiales, la recopilación de materiales y datos acerca del problema a investigar queda a cargo de cada equipo.

Propósitos del trabajo, los alumnos plantean los objetivos de sus trabajos de investigación dentro del marco de uno de los tres protocolos presentados.

Formas de realizar la investigación, los alumnos eligen las formas que consideran más convenientes para realizar sus investigaciones.

Asesoramiento. El trabajo de dirección de investigaciones se realiza durante las asesorías impartidas los viernes en horario extra-clase de 8 a 15 horas. Los alumnos van presentando sus avances semanalmente, así como sus dudas y problemáticas de cada grupo. La orientación les sirve también para superar obstáculos.

Trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo impartir un taller extraordinario para que aprendan a trabajar en equipo. Hacemos esto, ante los problemas de los estudiantes para trabajar integrados en equipo y observar que al término de un semestre han sido incapaces de concretar sus trabajos de acuerdo con las metas propuestas. Como resultado de esta actividad, la mayoría de los estudiantes logran terminar sus investigaciones, incluso algunos equipos participan en los Concursos Feria de las Ciencias que se lleva a cabo todos los años.

Evaluación, es un proceso continuo ya que desde el inicio de la experiencia los alumnos son supervisados, valorados y retroalimentados por nosotros, sus asesores. Al término del segundo semestre, cada equipo prepara un audiovisual para presentar su trabajo al pleno del grupo y de los asesores con lo cual logran una de las valoraciones que componen la nota final del trabajo realizado. Los elementos a considerar en esta evaluación que contempla, tanto el desempeño individual como el global por equipos, lo que se cristaliza en las respuestas a las siguientes puntos: I.

La exposición ¿deja claro cuál es el objetivo del estudio? Digan porqué. 2. El trabajo de investigación, ¿realmente aporta un conocimiento (para el grupo) relacionado con matemáticas? ¿Cuál? 3. Digan cuál es el conocimiento que más les llamó la atención y califiquen al equipo con una escala del 0 al 10, dependiendo de lo claro que les quedó el trabajo.

Logros y avances

Los alumnos tienen claro que el quehacer matemático se sustenta en actividades como: medir, contar, clasificar, ordenar, inferir, estimar, representar, estructurar espacialmente, modelar matemáticamente, relacionar funcionalmente, elaborar algoritmos, optimizar, entre otras muchas, y que es mejor o más fácil hacerlo, si estas actividades se conectan con su cultura y eventos conocidos.

- Logran comunicar resultados en forma matemática. Construir un discurso coherente para hablar de una realidad utilizando herramientas e ideas matemáticas.
- El aprendizaje en equipo les permite valorar el ser tolerantes y respetuosos con los otros.
- Aprenden a conocerse mejor y a valorar, a través de la cercanía humana, que existen otros de sus compañeros que son valiosos y humildes.
- En términos generales, aprenden a acercarse al lado humano de las matemáticas y percatarse de que no se trata de una ciencia “fría”.
- Aunque no es el objetivo principal, los estudiantes perciben una forma de aplicar, en lo inmediato, los conocimientos matemáticos aprendidos.

Al ir buscando conocimientos y datos para realizar su proyecto de investigación, los estudiantes se enfrentan a un mundo de información variada que les permite visualizar que hay muchos caminos y respuestas alternativas a su trabajo, por lo que tienen que acotar su universo de datos y decidir en consecuencia, enfocándose a una pregunta a la vez para responderla; expresiones como —“maestra, hay mucho sobre esto y toca varias disciplinas, nos podríamos ir por la química, la física, los materiales, etc.”— ante la variedad de posibilidades de estudio que los deslumbraba, la mayoría son capaces de enfocarse en lo que pueden atender.

En el primer año, tuvimos éxito completo, todos los alumnos presentaron sus investigaciones, tres participaron en la Feria de las Ciencias, dos fueron finalistas y uno obtuvo el primer lugar.

En cuanto a la experiencia del segundo año, convocamos a los estudiantes con 5 protocolos de investigación que tocaban temas de geometría y de funciones polinomiales en el álgebra. Los títulos eran muy sugerentes: *Triangulación de estructuras*, *Pares y nones: funciones polinomiales en el arte*, *De Pitágoras a Bach*.

Afinación de instrumentos de cuerdas, Pienso, luego existo. René Descartes y Para tomar buenas fotos, escritura con luz.

Sentimos que se abría todavía más el abanico de opciones y dado que nuestra tarea era ayudar a los estudiantes a enfocarse y centrar su trabajo, para el siguiente año, con la finalidad de ayudarlos a acotar sus trabajos y evitar la dispersión del ciclo escolar anterior, decidimos que sólo habría tres protocolos para darles a escoger.

Para los siguientes años, repetimos algunos protocolos, diseñamos otros para incluir los temas de números, óptica, modelación estadística (regresiones lineales y exponenciales), gráficas, medición indirecta, semejanza, etc., hasta completar 14 protocolos, los temas que los estudiantes han desarrollado cubren desde el cuidado ambiental, agua, nutrición, aprovechamiento académico, ondas en la física aplicados a la música y su modelación matemática, la proporción áurea y la percepción de la belleza y la estética, el arte y las funciones polinomiales, la poesía y la simetría, inventaron sistemas ahorradores de agua, instrumentos musicales, metáforas, modelos y sistemas de nutrición sana, etc. Todos los años (9 de participar en el Concurso Feria de las Ciencias) hemos tenido alumnos finalistas y ganadores con sus trabajos de investigación.

Perspectivas de este trabajo

Pretendemos continuar trabajando en esta línea, además de socializar la experiencia para que otros profesores y alumnos se beneficien de esta labor; consideramos que ésta es una forma rica de aprender, crear y compartir conocimiento, ya que redunda en posibilidades para el desarrollo del pensamiento matemático en nuestras aulas y permite apreciar a las matemáticas con una visión más amplia y humana de su enseñanza y aplicación en el entorno en que vivimos.

Agencia para proyectos de investigación
Biomatemática

Profesores: Ivánika Lilián Flores
Orlando Alfo, Rosalva González Salas
Carolina Rodríguez González

La divina proporción

Proyecto de investigación

En busca de la razón dorada

El número ϕ

¿Pueden los números proporcionarnos placer y alegría? Por lo menos hay uno que sí: 1.6180339887... Este número representa la sección áurea y surge en el arte, las matemáticas, en la física y en la biología como los patrones en los cuerpos de los polinizadores, es decir, que aparece sorprendentemente donde uno menos se lo espera.

Investiga una situación donde la proporcionalidad implique la razón áurea como necesaria.

Euclides explicaba geométricamente el valor de la sección áurea, indispensable para la construcción del pentágono. ¿Cómo lo hizo? Muestra como lo hiciste y describe el modelo matemático.

- ¿Sabías que Euclides había hallado una ecuación para el número áureo que 3000 años después encontró Kepler? ¿Qué era lo que Kepler estaba buscando que se tropezó con la misma ecuación?
- ¿Sabías que los monjes de Roger Bacon —crearon una cámara en Liverpool— están basados en la proporción áurea y que sus ángulos se derivan del pentágono regular que Euclides construyó en base a la misma proporción?

Amplía tu conocimiento

Número de Fibonacci	Semejanza	Crecimiento geométrico
Secuencia de Fibonacci	Formulas de Binet	
Ejercicios donde	Proporción realista	Equival logarítmica
Entendiendo áureo	Geometría	Estación del balance perfecto

3

Apoyándose por proyectos de investigación Matemáticas

Profesores: Bertha Medina Flores, Dulce Ma. Perla Osuna Ruiz, Carolina Rodríguez González

De José de la Herrería. Resalta ¿Cómo ves? No

GUÍA PARA REALIZAR EL PROYECTO

Investiga

- Busca información acerca de la razón dorada en enciclopedias, atlas, libros de arte y matemáticas o en la Internet.
- Consigue información, investigando acerca de las aplicaciones de la proporción divina en la naturaleza, el arte, las matemáticas, la fotografía, la anatomía, las tarjetas de crédito entre otros posibles del conocimiento y de la vida diaria.
- Investiga los nombres de matemáticos y artistas relevantes que han trabajado con este concepto y cuyos obras sean muy reconocidas.

Elige un camino

- ¿Harias una reseña de la historia de este interesante número?
- ¿Explicarías cómo el modelo matemático de la razón áurea se aplica a la situación que elegiste?
- ¿Harias otra cosa que consideres interesante e importante para aportar un nuevo conocimiento sobre esta tema?

Plan de acción

- Elabora un calendario para cada día de trabajo y agenda la agenda con tu equipo y tu maestro.
- Registra en cada día tus avances.
- Presenta a tu equipo y profesor tus resultados conforme los vayas obteniendo, y discute con ellos lo que se requiere.
- Elige el material adecuado que necesites para llevar a cabo tu plan. Por ejemplo: Regla, transportador, calculadora, apresto para medir la proporcionalidad áurea, papeles para maquetas y dibujos (optativo).

Agenda de trabajo

1° día: Hacer: _____

... día: Hacer: _____

Obtención y organización de tus datos

- Usa regla y compás para obtener dibujos de objetos donde practiques la aplicación de la proporción divina para obtener secciones áureas.



2

Apoyándose por proyectos de investigación Matemáticas

Profesores: Bertha Medina Flores, Dulce Ma. Perla Osuna Ruiz, Carolina Rodríguez González

➤ Puedes tomar idea de la retícula del Dr. Levin en el diseño estético de los dentaduras humanas como puedes observar en estas ilustraciones.



Lleva a cabo el plan

- Halla diversos ejemplos donde aparece la razón áurea o la sucesión de Fibonacci para elegir uno o dos a realizar.
- Describe con la mayor precisión el fenómeno y explica las matemáticas implícitas.

Para enfocar la investigación

- ¿Por qué es importante conocer el número phi?
- ¿Qué problemas prácticos enfrentan los artistas, dentistas, arquitectos, ingenieros, etc. para aplicar este concepto?
- Busca en dónde puedes aprender a construir un aparato de medida que te permita saber si la composición de una figura u objeto guarda la proporción áurea.

Aplicaciones

Una vez que has elegido la situación, fenómeno u objeto a estudiar, deberás describirlo y demostrar que el número áureo es necesario e indispensable en su composición, señalando con amplitud cómo resulta útil, qué bondades le confiere y cómo es que lo caracteriza.

Seguimiento del proceso:

Presenta tus avances semanalmente para que vayas entendiendo las etapas de tu investigación en los tiempos programados.

Haz tu reporte final de investigación acorde con las instrucciones que siguen.

3

Apoyándose por proyectos de investigación Matemáticas

Profesores: Bertha Medina Flores, Dulce Ma. Perla Osuna Ruiz, Carolina Rodríguez González

REPORTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Requisitos que debe cumplir el reporte del trabajo de investigación:

En cuanto al contenido:

1. Debe tener al inicio, una tabla de contenidos.
2. Introducción donde describan el propósito de su trabajo.
3. Hipótesis.
4. Plan.
5. Metodología.
6. Resultados de la investigación procesados y explicados. Señalar en sus partes los obstáculos superados y los que no se pudieron superar y explicar satisfactoriamente.
7. Análisis de los resultados dentro del contexto matemático.
8. Conclusiones.
9. Alcances y perspectivas (explicar para que puede servir su trabajo y lo que faltaría hacer o que otras investigaciones se pueden desarrollar a partir de esta).
10. Fuentes consultadas (bibliografía, testimonios, y otros).
11. Agregar al final, los avances periódicos con las firmas en el apartado ANEXOS.
12. Las entrevistas van en los anexos.

En cuanto a la forma:

- En hojas blancas, sólo la carátula va en color.
- Todos los márgenes en las hojas de 3 cm.
- Letra única en todo el trabajo para que se vea un trabajo unificado en ideas y lectura.
- Presentación profesional.
- Bien escrito, con buena ortografía y redacción.
- Dibujos, tablas y esquemas, con la mejor definición posible.
- Completo.
- La carátula:
 - a) El diseño artístico es libre.
 - b) Debe contener TODA la información que a continuación se enlistó:

4

Apoyándose por proyectos de investigación Matemáticas

Profesores: Bertha Medina Flores, Dulce Ma. Perla Osuna Ruiz, Carolina Rodríguez González

• Escríbelos con los siguientes:

**COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL SUR, UNAM
MATEMÁTICAS**

- Título del proyecto de investigación.
- Nombre completo de los integrantes.
- Grupo.
- Año lectivo 2018 - 2019.
- Maestros: Bertha Medina Flores, Dulce Ma. Perla Osuna Ruiz y Carolina Rodríguez González.
- Integrantes del equipo:

Proyecto:
Integrantes:
1.
2.
3.
4.
5.

Evaluación general auditiva:

Por el contenido: _____

Por la forma: _____

Calificación global del equipo: _____

Observaciones: _____

5

Bibliografía

- ❖ AWSM (2001). *Advanced algebra*. AdissonWasley Secondary Math, Prentice Hall, USA.
- ❖ AWSM (2000). *Focus in algebra*. Adisson Wesley Secondary Math, Prentice Hall, USA.
- ❖ Bruer, John T. (1995) *Escuelas para pensar*. Temas de educación Paidós. Ministerio de Educación y Ciencia. Barcelona.
- ❖ Cole, Katherine C. (1999). *El universo y la taza de té. Las matemáticas de la verdad y la belleza*. Ed. SineQuaNón. Barcelona España.
- ❖ Cubero, Rosario (2000). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Díada Editorial, Sevilla.
- ❖ Gil, Daniel; et al. (2001) *Formación del profesorado de las ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras*. Editorial Popular. Barcelona.
- ❖ Guillermo Covarrubias Guerrero. *Proyectos Colaborativos*.
http://www.buenosaires.gov.ar/areas/educacion/niveles/primaria/programas/aulasenred/pdf/proyectos_colaborativos_chile.pdf. Consulta del 23 de febrero de 2014.
- ❖ La Cueva, Aurora. (2000) *Ciencia y tecnología en la escuela*. Editorial Popular. Madrid.
- ❖ Mancera Eduardo y Ávila, Alicia. (1989) “Diagnóstico de habilidades computacionales y actividades para remendar los errores”. *Revista de Educación Matemática*. Vol. I. Grupo Editorial Iberoamericano.
- ❖ Mora David y Oberliesen, Rof. (2004) *Trabajo y educación: jóvenes con futuro*. Editorial Campo Iris. La Paz, Bolivia.
- ❖ Mora, David. (2004) *Aprendizaje y enseñanza. Proyectos y estrategias para una educación matemática del futuro*. Editorial Campo Iris, La Paz, Bolivia.
- ❖ Mora, David. (2002) *Didáctica de las matemáticas*. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela.
- ❖ Pozo Juan Ignacio y otros. (2006) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Editorial Grao. Barcelona.
- ❖ Yáñez Álvarez de Eulate Concepción, Villardón Gallego, Lourdes. (2006) *Planificar desde competencias para promover el aprendizaje*. Publicaciones de la Universidad de Deusto, España.