

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación
Trabajo fin de máster

MATEMÁTICAS SIN
LÁPICES: APLICACIÓN
DEL ORDENADOR A
LA ASIGNATURA EN
4º DE E.S.O.

Presentado por:	DAVID BELVER PINEDO
Línea de investigación:	1.1.1. MEDIOS AUDIOVISUALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA EDUCACIÓN
Director/a:	JUAN JOSÉ VICENTE MARTORELL
Ciudad:	URNIETA (GUIPÚZCOA)
Fecha:	18/01/2013

RESUMEN

Dado el bajísimo nivel de la calidad de la educación, cada vez más a la luz en las encuestas e investigaciones elaboradas interna y externamente, es un hecho la necesidad de innovar en la metodología aplicada para que el alumno se interese por los estudios y de esa manera pueda evolucionar en su educación, desarrollando una personalidad activa y descubridora. Para ello fijo los esfuerzos en la asignatura de matemáticas de 4º de la ESO, y los ordenadores son el medio para lograr dicho objetivo. Primeramente se realiza un breve diagnóstico de los problemas existentes en la manera actual de impartir la asignatura y enfocarlo principalmente en los problemas que los estudiantes reflejan en su actitud hacia la asignatura. Después, se utilizan ciertas aplicaciones informatizadas en las que se trabajen los objetivos del temario de matemáticas sin previo aviso a los voluntarios. Tras un período de prueba de los educandos, se desarrollan una prueba de aptitud y un cuestionario extendido al alumno para que dé su opinión y encuentre los fallos a renovar en la nueva metodología, para poder observar posibles mejoras y complementariedad con el trabajo realizado. Por último, se verifica si es eficaz compaginarlo con las actuales líneas curriculares vigentes en el sistema educativo de hoy en día.

Palabras clave: Matemáticas- Ordenadores- aplicaciones informáticas- línea curricular.

ABSTRACT

After analyzing the low level of education, being showed with internal and external investigations and tests, it is a fact that methodology has to be improved applied to students, having the main interest in their active mentality and trying to make them discover their own way of learning. In this case, we are going to work on Math subject, especially in the fourth year of Secondary School. First thing to do is a diagnosing of the actual system of working, focusing it to the point of view of the group of students who is not excited about that system. After that, we are going to enforce the use of apps with the help of computers, making the volunteers work on the goal marked in the Math subject. Once this process is finished, an aptitude test is going to be hold, and the students will explain which errors they have seen and we will be able to improve them and preview the complementary work with the method nowadays.

Keywords: Maths- Computers- Informatics applications- Curricular lines

INDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INDICE.....	4
INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO	6
 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	 8
OBJETIVOS	8
FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	10
BREVE JUSTIFICACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.....	10
 DESARROLLO:	 12
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	12
<i>PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL</i>	<i>12</i>
<i>PRINCIPALES MODELOS DIDACTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE</i>	
<i>LAS CIENCIAS. EL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO</i>	<i>16</i>
<i>ALGUNAS CUESTIONES EN RELACION CON LAS DIFICULTADES EN</i>	
<i>EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.....</i>	<i>21</i>
<i>EL ORDENADOR Y LA INFORMÁTICA APLICADO A LA ENSEÑANZA</i>	
<i>DE LAS MATEMÁTICAS.....</i>	<i>27</i>
MATERIALES Y MÉTODOS	30
<i>CARACTERIZACIÓN DE LOS ALUMNOS</i>	<i>30</i>
<i>MATEMÁTICAS EXPERIMENTALES.....</i>	<i>31</i>
<i>CABRI JAVA PROJECT.....</i>	<i>32</i>
<i>CÁLCULO MENTAL</i>	<i>33</i>
<i>MÉTODO DE WOLFRAM</i>	<i>33</i>
RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
<i>ANÁLISIS CUANTITATIVO.....</i>	<i>37</i>
<i>ANÁLISIS CUALITATIVO.....</i>	<i>46</i>

PROPUESTA PRÁCTICA.....	48
CONCLUSIONES	60
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS	64
BIBLIOGRAFÍA.....	67
REFERENCIAS: LIBROS Y ARTÍCULOS CITADOS EN EL TRABAJO	67
ANEXOS.....	70
ANEXO 1	70
ANEXO 2.....	72

INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO

Múltiples autores e investigadores llegan a la misma conclusión sobre el estado de la educación en los últimos tiempos: Hace falta un cambio radical. No son pocos los que critican el estado actual, por ejemplo, Sir Ken Robinson (artífice de la solución basada en la creatividad del alumno) o John Taylor Gatto (precursor de la enseñanza mediante descubrimiento), a nivel continental y en el propio ámbito nacional: García Hoz (promotor de la enseñanza personalizada).

Aunque son muchas las voces que piden un cambio del sistema educativo actual, pocas son las soluciones efectivas y concretas, ya que no podría generalizarse una forma de actuar determinada para cada uno de los alumnos que tenemos en nuestras aulas.

En lo que sí parece que se ponen de acuerdo, tanto investigadores como educadores, es en la necesidad de individualizar la enseñanza y de que los educandos sean el eje de su propia educación, reclamando esa necesidad el cambio de metodología hacia el aprendizaje personal.

A pesar de que se trata de un concepto muy general, lo voy a centrar en una de mis asignaturas favoritas, las matemáticas, que -con cierta impotencia- veo apartada y marginada por los colectivos estudiantiles como consecuencia del vacío que existe en la motivación por su aprendizaje y la poca implicación en actualizar los sistemas actuales de enseñanza de esa materia.

De todas maneras, hay que reconocer que es bastante sencillo mostrar un problema y no dar ningún tipo de solución. Por ello, se me ocurrió fijarme en los adolescentes de hoy día. Entreno a un equipo de chicas de 4º de la ESO y -aparte del deporte- solemos dedicar mucho tiempo a actividades variadas. Pude observar la facilidad e interés que muestran por los aparatos tecnológicos, pero ese interés es exponencialmente proporcional al uso de los mismos: se esmeran mucho más rápida y eficazmente con una pantalla delante.

A la vista de esa evidencia, estuve pensando en cómo coordinar su interés por las nuevas tecnologías con mi implicación con las matemáticas y decidí probar una manera de jugar con esa materia tan rechazada.

Por lo tanto, tras escuchar sus dificultades para superar la asignatura de matemáticas y ciencias o simplemente para comprenderlas con una mínima visión crítica, pretendo que el siguiente proyecto trate de aportar una pequeña ayuda para que el alumnado se conciencie de que no tiene por qué suponer una angustia estudiar esta materia.

Para ello, realizo una prueba como prototipo, utilizando programas informáticos con el fin de que los alumnos se acostumbren a usarlos. En este caso, se utilizan pequeños juegos y aplicaciones multimedia con el ordenador, siempre en el contexto del área de Matemáticas, con el único fin de entretenerse mientras se aprende.

Después de un momento inicial de aclimatación, el siguiente paso será adaptar dichas aplicaciones a la Guía Didáctica. El objetivo se refiere a poder ofertar una nueva manera de trabajar aplicando las nuevas tecnologías, por lo que también se aporta una innovación en las Tecnologías de la Investigación y de la Comunicación.

Por lo tanto, el objetivo general será integrar el uso de los ordenadores en el proceso de aprendizaje de la asignatura de Matemáticas, para lo cual se darán varios pasos previos con la finalidad de poder hacerlo realidad y con el mayor provecho posible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este trabajo fin de máster se plantea realizar una investigación científica con un grupo de alumnos de 4º de ESO, en concreto, con 14 participantes del equipo que entreno, fuera del horario escolar, con una seria implicación en su desarrollo, por lo tanto, estimo que los datos que se presentan son fiables, puesto que los participantes han sido francos y consecuentes con sus opiniones y actuaciones.

OBJETIVOS

El primer objetivo que se pretenderá en este trabajo es el siguiente: La búsqueda de la causalidad de fracaso actual. A pesar de ser un problema a nivel mundial en el que no se podría diagnosticar una solución viable con carácter general, voy a intentar hacerlo a escala más concreta, utilizando una pequeña muestra de alumnos en esta prueba.

Para poder interactuar con estas alumnas en torno al problema, se parte de un cuestionario sobre sus razones para estigmatizar la asignatura. Los cuestionarios son cerrados y se ofertan cuatro opciones posibles en cada uno de ellos.

Tras comprobar la preocupación real del alumnado, paso a manejar los medios de trabajo: ordenadores de sobremesa –aunque había pensado en la utilización de los teléfonos móviles- pues me parece más útil este uso. La razón principal es que quería ajustar todo lo posible este experimento a la funcionalidad que se le pueda dar en el ámbito escolar (entiendo que el empleo de un móvil no sería demasiado fructífero, ya que no es aconsejable por la posible distracción que podría suponer).

El objetivo de estas pautas es indagar el uso que los alumnos pueden dar a los ordenadores, tanto en la búsqueda de actualizaciones de los programas que utilicemos como en la utilización ágil del ordenador y el aprovechamiento de los recursos de que dispongamos.

Se trata de que, además de que el alumnado pueda tener la capacidad de usar el ordenador para actividades lúdicas, emplee convenientemente estas tecnologías

en el sistema escolar. Por lo tanto, la propuesta didáctica del proyecto consistirá en adecuar el trabajo realizado a la Guía Docente que se elabora en el currículo de 4º de la ESO y que usamos de referencia. En fin, debemos seguir una hoja de ruta, no demasiado rígida pero sí direccionada, ya que fijaremos los temas en que trabajar desde el primer momento.

FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El proyecto se va a desarrollar gracias a la implicación de las 14 alumnas de 4º de la ESO, voluntarias, fuera de los horarios de clase y por la amistad que nos une, con una clara decisión de ayudar. Hemos quedado en la biblioteca municipal. Les dejo mi ordenador portátil y les doy unas nociones elementales de utilización de la programación. Después de adaptarse durante una hora, les paso los cuestionarios y les pregunto sobre sus sensaciones al trabajar de esta manera.

Tras la búsqueda de la bibliografía correspondiente, (desarrollada en la sección "fundamentación teórica"), el primer paso que debemos dar -según los objetivos concretados- será buscar las razones por las que los alumnos no aceptan la asignatura de Matemáticas. Por lo tanto, recorro a una actividad de investigación de campo de tipo cuantitativa completada con un test de preguntas cerradas a las que deberán –además de responderlas- dar su opinión (Anexo 1).

Con todo ello, me basaré en mis sensaciones al contemplar a estas alumnas trabajando, por ello, mi fuente de información cualitativa será mi propia sensación personal.

Después de la utilización de las aplicaciones propuestas, las alumnas rellenan otro test en el que escriben también sus conclusiones e ideas sobre este trabajo (Anexo 2), para que yo pueda obtener unas conclusiones lo más reales posibles.

BREVE JUSTIFICACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.

Conociendo ya los objetivos propuestos, tendremos que cimentar los conocimientos que poseemos y, así, deberemos documentarnos específicamente sobre los distintos aspectos que vamos a trabajar.

Por una parte, conviene recordar el concepto de *educación personalizada*, que tanta relevancia está adquiriendo en los últimos tiempos: posee un contenido

tan importante, que conviene dominarlo porque precisamente uno de los objetivos que hemos marcado en el apartado anterior es el flexibilizar-adaptar la enseñanza a cada alumno concreto. Me ha parecido conveniente que la metodología que utilicemos sea una metodología por descubrimiento. Por eso será esencial detallar esa metodología.

Añadido a todo y con el fin de coordinar este trabajo con el entorno educativo existente, deberemos también tener presentes las líneas curriculares que se recogen en la LOE (documento que será referente siempre).

Por último, ya que la base de nuestra investigación es el uso de los ordenadores, la documentación conseguida por el medio informático será fundamental, puesto que las soluciones y correcciones serán también aplicadas al mismo porque la búsqueda de información con el ordenador será uno de los aspectos más extensos.

DESARROLLO:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como vengo diciendo, abundan los autores que han venido criticando el funcionamiento educativo en los últimos años, ya que consideran que su nivel va decayendo y la motivación de los alumnos ha descendido a cotas realmente bajas.

PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL

Existen en la literatura del sector variados ejemplos de autores que han presentado serias correcciones al sistema educativo, citando entre sus principales errores su falta de reciclaje e innovación que convierten al sistema en caduco y a la metodología en desacertada.

El psicólogo Lev Vygotski atribuye –en resumen- el aprendizaje de los niños al juego. Mediante los juegos, el ser interioriza conocimientos de la vida real, por lo que poco a poco prepara ese ser para la sociedad adulta. En esta línea, lógicamente, habría que recurrir al juego con más frecuencia para que los alumnos aprendan y se preparen más eficazmente. (Vygotski, 1978)

El sociólogo Jean Piaget define los modelos de asimilación y de acomodación: el niño asimila un nuevo aprendizaje y lo interioriza. Por ello, *acomodarse* significa que un hecho se vuelve conocido. Por lo tanto, en los niños pequeños habría que trabajar más el modelo de asimilación para que la estructura cognitiva se mantenga intacta y la adquisición-visión de nuevos conceptos se realice en el modo adecuado. (Piaget, *Lógica y conocimiento científico*, 1967) (Piaget, *Estudios sociológicos*, 1968)

El educador brasileño Paulo Freire (1970-1978) recogió en su amplia bibliografía muchas recomendaciones en las que alude a consejos para lograr una educación más factible. Se muestra partidario de que los profesores no respondan –sin más- a los alumnos, sino que sean ellos mismos los que busquen soluciones, ya que enseñar implica respeto hacia el educando, dejándole, evidentemente,

expresarse y trabajar por sí mismo. (Freire, *Pedagogía del oprimido*, 1970) (Freire, *La educación como práctica de la libertad*, 1978)

El profesor Sir Ken Robinson dirige sus lanzas hacia el sistema industrial al que está orientado –según él- el centro educativo. Incide en la gravedad que supone tratar a todos los alumnos como iguales, sin hacer hincapié en su creatividad. Deduce que, por esta ignorancia de las aptitudes personales, los alumnos acaban por amoldarse a sus trabajos manuales y no desarrollan su propio potencial, que se podría explotar de otra manera más adecuada. (Robinson, 2009)

El autor trata reiteradamente este tema en su obra general y de modo especial en su libro “El elemento”, en el cual especifica los problemas que surgen, desde su punto de vista, en parte por la rígida organización de las asignaturas y de la clasificación de niveles por edades o especificaciones horarias. Es, en opinión de este autor, una forma de enseñar a los estudiantes que refleja el modo de trabajar en un sistema en cadena. Por lo tanto, concluye que la escuela ahoga la creatividad del alumno.

Sir Ken Robinson es un conocido sociólogo de la educación en el ámbito europeo, quizá habría que entender que en la enseñanza americana no sufren ese problema. Si bien es cierto que el tipo de educación europeo y el americano suele ser distintos, es evidente que también existen autores varios que critican este último sistema muy seriamente.

John Taylor Gatto es un profesor estadounidense ya retirado, con décadas de experiencia en la enseñanza. Destaca su similitud con el anterior autor mencionado en el diagnóstico el mismo problema, siendo –para él- la rigidez institucional uno de los mayores obstáculos. En opinión del profesor Gatto, el centro educativo realza la obediencia como virtud, por lo que los alumnos están encasillados en un trabajo específico desde el principio de su íter educativo. (Gatto, 2010)

Para este autor, el alumno debe ser el principal descubridor de sus propios conocimientos y romper con esa regla nefasta de la simple obediencia, ya que si logra interiorizar los conceptos por sí mismo, éstos serán más duraderos y su comprensión será mucho más efectiva. El profesor sólo debe ser un mentor y un guía para poder facilitar esa vía al alumno, sin tener que ser un mero y monótono transmisor de información. Le apoyará cuando el estudiante lo necesite.

Por lo tanto, hablamos de un tipo de metodología por descubrimiento. Esta vía de aprendizaje señala que el alumno debe experimentar para aprender. En consecuencia, el profesor no será el que ofrece sus conocimientos, sino que dejará la vía libre a los alumnos para que ellos mismos desarrollen sus pautas de investigación para que su interés no se vea menguado y puedan adoptar la elección de información que más les motive.

El psicólogo estadounidense Jérôme Bruner define el aprendizaje como *la categorización de conceptos nuevos, que interactúa con la realidad y facilita la acción* (Bruner, 1983). Dicha categorización trata de seleccionar información, de generar proposiciones, de simplificar, de tomar decisiones y construir y verificar la hipótesis. Para ello el alumno recibe la entrada y la organiza según sus propias categorías o amoldando las ya existentes. Así se logra determinar conceptos en el proceso de aprendizaje.

Esta metodología, a pesar de que es una interesante manera de trabajar, es aún complicada para aplicarse en los centros educativos, ya que aún el método de enseñanza más utilizado es el tradicional: el maestro es el proveedor de conocimientos. Es cierto que cada vez se desea utilizar menos esta forma de trabajo, pero aún sigue usándose y posee una notable vigencia.

Según Bruner, existen dos procesos relacionados con la categorización: *Concept Formation* (aprender los distintos conceptos), y *Concept Attainment* (identificar las propiedades que determinan una categoría). En su teoría, defiende que la *Concept Formation* se desarrolla principalmente hasta los 15 años, mientras que, a partir de esa edad, evoluciona la *Concept Attainment*.

Otro autor americano, David Ausubel, basa su investigación en el Aprendizaje Significativo por Recepción (Ausubel, 2002). Según este autor, la nueva información con aspectos relevantes logra que el aprendizaje significativo adquiera valor en la estructura cognitiva de la persona. El alumno toma la decisión de continuar el proceso, basándose en sus conocimientos previos, en los materiales significativos y en que no utiliza el aprendizaje memorístico.

Las características más importantes de este tipo de aprendizaje que cita Ausubel son las siguientes:

- La *inclusión* (que los conceptos vayan vinculándose entre ellos –con los aprendidos previamente-).
- La *inclusión obliterativa* (Los conceptos permanecen en la memoria del educando si sigue una estructura cognitiva, los mensajes específicos se olvidan).
- La *diferenciación progresiva* (la información que tiene significatividad para el alumno hace que los nuevos conocimientos aumenten de forma rápida).
- La *reconciliación integradora* (los nuevos conceptos se integran con los anteriores) y
- El *aprendizaje supraordenado* (tras integrarse, los conceptos se jerarquizan y se ordenan con los previamente adquiridos) (UNIR, 2012).

Visto el enfoque que se le da a la educación macroscópicamente, es el momento de citar cómo se desarrolla a nivel nacional. Quizá el máximo exponente de la crítica hacia el sistema educativo sea el pedagogo Víctor García Hoz (García Hoz, 1988).

La idea de García Hoz versa sobre la Educación Personalizada, en la que la persona busca dos cosas: La plenitud según la naturaleza humana, desarrollando las facultades netamente humanas, y la plenitud según el ser personal, que exige un modelo educativo propio.

Por lo tanto, el alumno necesita ser educado individualmente y también socialmente. La dualidad de ambas es necesaria para tener presentes todas las dimensiones (física, psíquica, social y moral) de la persona.

PRINCIPALES MODELOS DIDACTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. EL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

Creo que podemos aceptar que el objetivo prioritario de la enseñanza de las Ciencias Naturales es conseguir que los alumnos desarrollen sus capacidades intelectuales en relación con el método científico: conseguir que el alumno asuma en su interior el método científico, como medio adecuado que le permite resolver situaciones problemáticas. Ahora bien, ¿cómo enseñar ciencias de modo significativo?

Es indudable que el profesor es un componente vital en este proceso. Pero el profesor, como persona que es, necesita unos conocimientos pedagógicos, didácticos y disciplinares, posee sus modelos mentales que dirigen sus acciones y unas concepciones concretas de su ejercicio profesional. En muchas ocasiones, no se tiene en cuenta que, aunque se cambie de modelo o de sistema educativo, el componente humano –el profesor- sigue siendo el mismo en los distintos modelos y cambiar su estructura mental y su personalidad es una tarea muy complicada.

Los diversos modelos didácticos de la enseñanza de la ciencia que se plantean hoy se pueden concretar así: (Ruiz Ortega, 2007)

1. Modelo de enseñanza por transmisión-recepción.

Seguramente, es el más usado en los centros educativos pero también uno de los más criticados. No obstante, posee muchos defensores en el día a día de la docencia.

Entiende la ciencia como un modelo de conocimientos ya dados, con objetivos absolutos y verdaderos, pero deja a un lado el desarrollo epistemológico e histórico.

Partiendo de la enseñanza de la estructura lógica de la ciencia, olvida el proceso de construcción conceptual y, en consecuencia, pretende enseñar de modo inductivo. Estamos ante una transmisión fiel del libro de texto.

El estudiante es una *tábula rasa* en la que se van grabando los diferentes contenidos del texto. El profesor es portavoz de la ciencia: expone de manera rigurosa, clara y precisa, los logros de la ciencia y pretende que el alumno aplique ese conocimiento a la resolución de problemas.

2. Modelo por descubrimiento

Es, en cierta manera, una respuesta a las dificultades del modelo anterior. Quiere que la ciencia se reconozca en el ámbito escolar desde bases como:

- El conocimiento se encuentra en la realidad diaria y el alumno puede acceder espontáneamente a él.
- Vale más aprender procedimientos y actitudes que los contenidos científicos.

La ciencia sigue entendiéndose como conjunto de conocimientos, cercano al estudiante, pues todo ese conocimiento está en su realidad diaria. Es, por tanto, un producto natural del desarrollo de la mente del educando.

El alumno, vivirá y actuará como pequeño científico y descubrirá las leyes y los conocimientos de la ciencia. El profesor coordina esta labor.

3. Modelo de recepción significativa

Destaca principalmente el rol de la ciencia, del docente y del educando. Adopta la perspectiva del aprendizaje significativo (la exposición en el aprendizaje científico).

El alumno posee una estructura cognitiva que permite el aprendizaje; en esta estructura se hallan ideas y preconceptos para acercarse a las distintas disciplinas, también las científicas.

La guía de este modo de enseñanza- aprendizaje es el profesor. Explica, aplica los llamados organizadores preexistentes que unen los presaberes y la nueva información.

4. Modelo del cambio conceptual.

Este cuarto modelo recoge algunos planteamientos de la teoría asubeliana, puesto que reconoce una estructura cognitiva previa en el educando y valora mejor los presaberes de los estudiantes de cara a conseguir un óptimo aprendizaje, utiliza, además, la enseñanza de las ciencias por el conflicto cognitivo, como nuevo procedimiento docente. El profesor plantea y dirige las situaciones, los conflictos.

5. El Modelo por investigación.

Este modelo pretende también responder a las carencias de los anteriores modelos.

También reconoce una estructura interna previa con problemas de orden científico. A partir de ellos, aplica la correspondiente secuenciación de los contenidos.

Así, el alumno (ser activo) que tiene conocimientos previos va construyendo su aprendizaje con el desarrollo de procesos muy estructurados que pueden generar posteriores procesos más significativos.

El profesor debe plantear problemas representativos, con sentido y significado y permitirá un tratamiento flexible del conocimiento, en un entorno adecuado, y un reconocimiento de factores múltiples (de motivación, de comunicación, cognitivos y sociales) en el aula.

6. Modelo de los miniproyectos.

(Son pequeños trabajos con situaciones nuevas para los alumnos. En ellas – experimentando- se obtendrán resultados muy prácticos).

La estructura ahora es distinta de las anteriores, se acepta que la ciencia es dinámica, con una relación de feed-back entre ella y el alumno, que también será un sujeto activo y promotor de su propio aprendizaje. El profesor será el promotor del escenario dialógico y del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia que se pretende significativo, permanente y dinámico.

El máximo exponente del aprendizaje por descubrimiento (que he citado antes y que también recibe varias críticas) es Jérôme Bruner (Bruner, 1983), que en su obra defiende que la mejor forma de aprender ciencia es hacerla, experimentando para seguir los pasos del científico. Por tanto, hay que encaminar al alumno hacia el descubrimiento científico.

Esa postura se basa en que la mente del estudiante está formada como la de un científico y se supone que posee la capacidad de deducción del mismo, por ello el método explica que el desarrollo de habilidades se realizará según vayan apareciendo problemas a los que se les da solución personalmente.

Por eso, el objetivo es formar investigadores activos. Para ello, hay que crear problemas a los que se debe buscar una respuesta. Esos problemas serán el estímulo para que el alumno progrese en su aprendizaje.

Los pasos que se deben seguir serán los mismos que los de una investigación científica, en la que primeramente se presenta un problema, se observan datos y

variables –después- que más tarde se experimentan y se propone una hipótesis sobre la que se va reflexionando y experimentando, hasta llegar a una proposición final.

De todas formas, esta postura también tiene sus contras tal como se recoge en la siguiente tabla:

TABLA 1: Tabla con la problemática que ofrece la metodología de descubrimiento, tomado de Ausubel, Novak y Hanesian (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978)

Ideas básicas	Limitaciones
El conocimiento es descubierto por uno mismo	La mayoría de conocimientos que uno tiene han sido descubiertos por otros y se han comunicado significativamente
El significado es producto del descubrimiento creativo	El descubrimiento y la memorización son dos alternativas para aprender entre otras
El descubrimiento asegura la conservación en la memoria	No hay pruebas de que sea el más duradero
Es una fuente de motivación intrínseca	Esto es un modelo, la motivación intrínseca tiene que ver con la estructura interna del alumno
La enseñanza basada en exposiciones es autoritaria	La autoridad no es mala de forma intrínseca
La capacidad para resolver problemas constituye la meta primaria de la educación	La capacidad para resolver problemas de forma autónoma no está al alcance de todos
Todo niño debe ser un pensador creativo y crítico	El pensamiento teórico creativo no tiene por qué estar presente en todos

En la tabla se resume la contrariedad que puede surgir según la metodología de descubrimiento (por decir, aunque se le pida a un estudiante que descubra por sí mismo, es posible que lo que logre sea un proceso ya desarrollado).

También se duda de la duración de la memoria gracias a este método, ya que no se puede demostrar la adquisición de manera cierta. Además, el niño no tiene por qué poseer un pensamiento teórico creativo, porque cada uno es diferente y su capacidad para resolver problemas de forma autónoma puede variar, como es lógico suponer.

Por último, la motivación intrínseca puede oscilar según el alumno y la forma en que el mismo acepte la autoridad también será variable, como es de esperar.

ALGUNAS CUESTIONES EN RELACION CON LAS DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS.

En este apartado recojo algunas observaciones generales relacionadas con los principales problemas que presentan los alumnos de la enseñanza reglada al aprender matemáticas. Es evidente que son muchos los estudios y libros sobre este tema. Aunque las causas de este aprendizaje deficitario puedan ser variadas o plurales, sus formulaciones, en el fondo, poseen muchos aspectos comunes.

Las capacidades para el aprendizaje de las matemáticas se han definido como aquellas potencialidades que el sujeto posee para realizar con éxito acciones intelectuales en el área de las matemáticas. (Dirección General de Educación Tecnológica, 2006)

A nadie se le escapa que la matemática es un arte, tal vez, la más pura de todas, que posee el don de ser de las más precisas. Sin embargo, ha supuesto y origina en muchas personas –estudiantes- auténticos quebraderos de cabeza.

La matemática existe desde que existe el ser humano y etimológicamente significa *erudición, aprendizaje*. Podemos decir, en sentido amplio, que Matemática significa *lo que puede ser aprendido*.

Roberto Rodríguez del Río (Profesor de Matemáticas de Secundaria del I.E.S. Valdemorillo -Madrid- y Profesor Asociado de Matemática Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid), junto con Enrique Zuazúa Iriondo, (Catedrático de Matemática Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid) señalan en un artículo que existe una corriente doctrinal que, al debatir sobre el problema de las Matemáticas y haciendo más énfasis en los aspectos didácticos, considera que la mayor fuente de problemas en la enseñanza de las Matemáticas radica en el exceso y complejidad de los contenidos y que las soluciones han de venir

de reducir éstos a la vez que se profundice en la formación didáctica del profesorado (Rodríguez Del Río & Zuazua Iriondo, 2013).

Es decir, si los estudiantes tienen problemas con las Matemáticas es porque, por una parte, los matemáticos han vuelto los contenidos innecesariamente complicados y, por otra, los maestros y profesores no han adquirido la destreza pedagógica suficiente para transmitir con claridad el dominio de las técnicas matemáticas. Y, al mismo tiempo que la ciencia de las Matemáticas no ha dejado de progresar, en el ámbito educativo no se notan sino fracasos y miedos a esa ciencia.

En su informe, estos profesores resaltan algunas cuestiones que hay que tener en cuenta para el aprendizaje de esta materia:

- El exceso de información. Los jóvenes –dicen- no necesitan tanta información. Pero sí necesitan desarrollar sus propios criterios, su voluntad para poder elegir en un mundo cada vez más complejo.
- El mal uso de los ordenadores. Hoy no se puede hablar de *información* sin hablar de los ordenadores o de Internet. Pero existen muchos tópicos en este campo.
- Los libros de texto inadecuados. A veces, son buenos para el profesor, pero inadecuados para el alumno, al que no atraen nada. Falta originalidad.
- Temarios desfasados. Hay temas muy interesantes en Matemáticas que se ponen de moda algunos años en nuestro país. Pasada la moda, desaparecen.

La situación de la enseñanza de las Matemáticas no es la óptima en nuestro sistema educativo. ¿Qué hacer? Aceptando que algo ha de cambiar, ¿cómo hemos de articular esos cambios?

No debemos olvidar que la Enseñanza Secundaria no pretende crear mini-investigadores, sino formar personas.

Seguramente, lo esencial de las Matemáticas se mantiene prácticamente invariado con el paso del tiempo y de los programas o regulaciones de los sucesivos

sistemas y, por tanto, los cambios en la forma de enseñar con las nuevas tecnologías no deben afectar a eso que es básico en la ciencia.

Las últimas estadísticas sobre fracaso escolar indican que nuestro sistema actual no garantiza unos mínimos en el área de las matemáticas.

Debemos combatir el analfabetismo numérico y establecer las condiciones para que en nuestras aulas los estudiantes encuentren el ambiente adecuado que estimule su por las Matemáticas.

Con carácter más específico, la profesora Manuela Jimeno Pérez, en su artículo *Las Dificultades en el aprendizaje matemático de los niños y niñas de Primaria: causas, dificultades, casos concretos* extrae de su práctica docente aspectos muy importantes sobre el aprendizaje-docencia de las matemáticas. Se refiere, evidentemente, a los niveles de Primaria, pero la idea, en mi opinión, vale para la ESO (Jimeno Pérez, 2006).

La estructura de los contenidos de las matemáticas en Primaria –dice- es jerárquica porque se van construyendo conocimientos nuevos sobre los anteriormente adquiridos. Un alumno puede no tener ninguna dificultad para comprender un determinado concepto o adquirir una competencia, pero quizá es más lento y, si no nos damos cuenta y no respetamos esa su situación particular, pretendiendo inculcarle nuevos conceptos o que adquiriera nuevas competencias, estaremos alejándonos del camino correcto.

Y es que, según esta autora, no existe un perfil concreto de estudiantes con dificultades en matemáticas porque los problemas pueden ser muy variados y estar unidos a dificultades en otras áreas de la vida del alumno: socioculturales, socioemocionales, etc.

David Geary distingue cinco componentes básicas que intervienen en los déficits cognitivos de los niños y niñas con dificultades de aprendizaje matemático (Geary, 1990):

- Recuento de otros tipos de procedimientos

- Recuerdo de los hechos numéricos
- Conocimiento conceptual
- Memoria de trabajo
- Velocidad de procesamiento (Especialmente velocidad en el recuento)

Según Ginsburg, las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas no son una enfermedad incurable y sin remedio. Por eso, hay que considerar el fracaso de los niños y niñas en matemáticas dentro de un contexto más amplio. Se enseñan habitualmente unas matemáticas donde lo prioritario son las reglas y los procedimientos, el razonamiento, la exploración... (Ginsburg, 1997).

Por otra parte, en las aulas de matemáticas se establece una comunidad de aprendizaje, con unas normas, un discurso y unas prácticas que separan drásticamente las matemáticas escolares de las experiencias cotidianas de los estudiantes, sintiéndose algunos de ellos como extranjeros en un mundo que no comprenden, que no les gusta y en el que es difícil estar o sentirse incluidos.

Como afirma Nesher: *Los enunciados que los libros de texto presentan al alumnado no describen la realidad, sino que son meros recursos pedagógicos que crean textos artificiales con el objetivo de enseñar a los alumnos a tomar modelos usando las matemáticas.* (Cita algunos ejemplos: *En la planta 4º de un edificio se encuentra un despacho de abogados, en el ascensor caben 8 personas y hoy han acudido al despacho 96 personas. ¿Cuántas veces ha subido el ascensor a la planta 4º?* -Solución que se considera correcta $96:8$ - *-Para esta solución, un cliente del despacho deberá esperar a que haya un número de 8 para poder utilizar el ascensor-. Juan ha bebido $1/5$ de la botella de zumo de naranja por la mañana y $3/10$ por la tarde ¿Qué fracción de zumo de naranja de la botella ha bebido durante el día?*) (Nesher, 2000).

Los problemas también se encuentran, como ya se ha dicho, en los libros de texto: no sólo suelen tener un lenguaje difícil para la mayoría de los alumnos, sino que presentan unas situaciones tan independientes de los contextos y de situaciones reales que sean significativas para los estudiantes, que los estudiantes llegan a

acostumbrarse a que no tienen nada que ver con la realidad, que son un mero recurso para aprender y “aprobar” matemáticas, por lo que no nos puede extrañar que luego no sepan aplicar las matemáticas a su vida y a las situaciones concretas.

Una enseñanza adecuada de las matemáticas debe ayudar a avanzar a los alumnos más allá de los conocimientos informales que proporciona la vida diaria. Los profesores pueden intervenir para conducir a los alumnos a construir ideas y procedimientos que no surgirían espontáneamente en su mente sin su ayuda.

Unas matemáticas para todos deben partir de una amplia concepción de la competencia matemática y también de que todos pueden acceder al conocimiento matemático; no que todos lleguen a aprender exactamente lo mismo y de la misma forma.

Paulo Freire (como ya he dicho) expone que para que se lleve a cabo una buena enseñanza y un buen aprendizaje, es necesario ser conscientes de que cada uno de los participantes en el aula tiene algo que aprender y algo que enseñar. La comunicación oral entre compañeros y compañeras es una componente importante del proceso de aprendizaje: utilizando un lenguaje natural y sus formas de expresión habituales, los alumnos tienen que narrar lo que hacen.

El estudio PISA 2009 (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos), realizado cada tres años, muestra que España está por debajo de la media de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). A pesar de que, respecto al anterior estudio, se mejoró ligeramente en temas de ciencias y matemáticas, nuestro país está lastrado con el 36% de alumnos repetidores, entre otros factores de peso varios.

Destaca, además, la gran diferencia entre alumnos de un mismo colegio, llegando esa diferencia hasta una cota del 70%. Los expertos atribuyen esa cifra al nivel de los estudios de los padres (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2009).

A expensas de los resultados del estudio de 2012 (El País, 2012), España está muy por debajo de la media de los países desarrollados. Es decir, esa organización

que realiza un estudio sobre el nivel de los alumnos de 15 años y de 65 países (en España han participado 25.000 jóvenes), en base a su conocimiento y dominio de conocimientos básicos (científicos, matemáticos, lectores) presenta unos resultados negativos en el caso español: los españoles, como viene siendo habitual, nos quedamos en la zona media. Y, particularmente en lo referente a la capacidad lectora, nos quedamos 13 puntos por debajo de la media de los países estudiados (494 puntos).

Cecilia Christiansen, considerada la mejor profesora de Matemáticas de Suecia en 2011, estuvo en Madrid, a lo largo del 2012, invitada por el Ministerio de Educación para dar unas charlas a profesores. Le realizaron una interesante entrevista en la que la educadora insiste en la necesidad de enseñar a pensar a los alumnos, en vez de a utilizar, como ella dice, la metodología de la gallina, en la que se hacen ejercicios y se valora el resultado (Christiansen, 2012).

La profesora sueca repite que la base de un buen funcionamiento de la asignatura es tener un profesor vocacional que motive al alumnado. Además, incide en la utilidad de las nuevas tecnologías y en el apoyo familiar. Por otra parte, no restringe necesariamente el aprendizaje a un lugar determinado y apoya, en ese sentido, también la posibilidad que presentan las nuevas tecnologías y las clases online.

Finalmente, se muestra crítica con la bibliografía existente y considera que muchos de los textos utilizados no son realmente útiles hoy día ya que logran que los alumnos no necesiten leer, reduciendo, así, la implicación de los mismos en su proceso de aprendizaje.

Por otra parte, hay varios estudios que alertan sobre las carencias de la situación educativa española. Primeramente, el grupo Pearson desarrollaba en noviembre de 2012 un informe en el que colocaban a España en el puesto 28 entre cuarenta países. En ese informe se cita un trabajo llamado “la curva del aprendizaje” que sirve para identificar los factores clave que impulsan la mejora de los resultados educativos (Grau, 2012).

Además, la Universidad de Boston aporta otra idea que se debe tener en cuenta: La escuela primaria de España también está a la cola de las naciones participantes de la OCDE en matemáticas, siendo su puesto el 29 de entre cincuenta

países. Los investigadores citan –entre otras causas- la clara falta de recursos para que los alumnos lleguen peor preparados a la enseñanza de Secundaria; estos resultados son los esperados. Las naciones que se debería imitar son Corea del Sur, Finlandia y Singapur (Reuters España, 2012).

EL ORDENADOR Y LA INFORMÁTICA APLICADO A LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Las matemáticas son un desafío permanente a la creatividad del profesor y del alumno en la enseñanza-aprendizaje y ambos, y juntos, deben buscar la manera de responder satisfactoriamente a los problemas presentes, tanto en su vida cotidiana como dentro de los mismos contenidos matemáticos, dando un sentido útil a dichos contenidos.

Pero la pregunta es ¿cómo contribuir a desarrollar en el alumno algunas de las capacidades necesarias para ese aprendizaje de las Matemáticas? La respuesta es difícil, seguramente.

Como idea general -y a modo de hilo conductor de las diversas iniciativas en materia educativa- creo que siempre se ha de garantizar que cada alumno reciba la educación en Matemáticas para la que está capacitado y a la que está dispuesto a hacer frente. Pero tal vez es sólo una declaración de intenciones y -en la práctica- es un problema de solución complejo al que –por muchas orientaciones o iniciativas que se tomen- me temo que no se va a responder de manera definitiva.

El ordenador, en este aspecto, supone un recurso de gran utilidad para la enseñanza y enseñanza de las matemáticas.

En Internet existe una gran cantidad de actividades y recursos, sobre todo para la memorización y práctica de procedimientos, aunque también existen algunos juegos o programas específicos para introducir y/o aprender conceptos matemáticos. También hay propuestas comercializadas interesantes. Por citar, la red

Averroes y, a través de los buscadores, podemos encontrar una gran cantidad de páginas. Google ha elaborado un buscador referente a cuestiones educativas. Además hay una buena cantidad de juegos y recursos interactivos en la página web de Eduteka (Junta de Andalucía, 2013; Google, 2013; Shodor Foundation, 2013).

En la red podemos encontrar muchas actividades para memorizar tablas de multiplicar, aplicar procedimientos o hechos. Esto nos puede dejar tiempo para proponer en las aulas otro tipo de actividades que conduzcan a la comprensión y a desarrollar el pensamiento matemático en los estudiantes. *JClic* es un buen programa para proponer este tipo de actividades. El programa es gratuito. Hay una gran cantidad de actividades en la red que podemos descargar en el ordenador, por lo que no es necesario estar conectados a Internet. Se puede descargar el programa y una buena cantidad de actividades. (Generalitat de Catalunya, 2013)

El ordenador debe ser tratado como un medio importante y muy facilitador de las labores diarias del alumno, por lo que –como digo- puede ser un instrumento valiosísimo. Según la forma de uso que se le dé, será una forma de malgastar un recurso o una gran ayuda para el tratamiento de la información. Por lo tanto, es una herramienta que tiene amplias posibilidades de uso en la educación.

Dentro de las aplicaciones que puede desarrollar un ordenador, hay dos que me llaman la atención por la relación con el contenido de este proyecto: Los videojuegos y los softwares multimedia. Los videojuegos son precisamente juegos que hacen que el usuario disfrute y, mezclándolos con una aplicación didáctica, pueden ser de gran utilidad para la labor educativa.

Por otra parte, el software multimedia es una mezcla de texto, audio y vídeo con el que se desarrolla de manera muy visual y plástica cualquier concepto, haciendo, en fin, al alumno asimilar más fácilmente la idea trabajada. Para la búsqueda de ambos recursos utilizaremos la red, que en los últimos años se ha convertido en la mayor fuente real de información, comunicación y soporte para la formación. Por lo tanto, es un recurso muy adecuado y práctico en la Educación (UNIR, 2012).

Existen educadores que utilizan la red para difundir sus conocimientos – incluso los de Matemáticas-. El profesor Walter Lewin es doctor de Física y da clases en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), sus clases son difundidas en la

red con gran seguimiento (casi 800.000 visitas en uno de sus vídeos de Youtube). Cuelga sus clases en Internet y se descargan más de un millón de veces al año. Su método se funda en la Física visual, siendo sus experimentos llamativos por lo cómico que parece el planteamiento de este profesor, pero mostrando tener gran efectividad en sus propuestas (Trindade, 2012) (Walter Lewin, MIT professor: "All of you have now lost your virginity... in Physics!" (interview), 2012).

El ingeniero Conrad Wolfram desarrolló un programa en el que los conocimientos que se trabajan son lo más parecido al mundo real del que tan distanciado vive a veces el sector científico. Para ello, deja de lado el cálculo numérico y comienza a utilizar el ordenador como recurso para aprender matemáticas. (Wolfram, 2012)

El programa que presenta es un medio muy vistoso en el que resulta fácil comprobar los resultados por los cambios que se originan en el producto en función de las variables. Así mismo, está en inglés y requiere actualizarlo cada cierto tiempo porque se suben aplicaciones cada poco tiempo, sin ánimo de lucro, aunque también posee ciertos recursos bajo precio.

Por último, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado dispone en su web miles de aplicaciones interesantes destinadas al profesorado y a la comunidad educativa (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez fijada la base teórica sobre la que trabajar, llega el momento de poner en práctica el proyecto propuesto. El primer paso es elegir unos voluntarios que participen en él: misión no demasiado difícil, ya que son las componentes del equipo que entreno y sus amigos (todos ellos alumnos de 4º de la ESO que se describen a continuación). Teniendo una estrecha relación extraescolar con ellos, es relativamente fácil convencerlos para tomar parte en este trabajo.

Al no tratarse de un tema netamente escolar, tampoco quería ocuparlos demasiado tiempo, por lo que reduzco las sucesivas sesiones a una hora de utilización del ordenador individualmente actuando yo como supervisor. Antes de comenzar esta sesión, les entrego un test preparado previamente con preguntas cerradas para que contesten refiriéndose a conceptos como el uso del ordenador en el día a día y la relación para con la asignatura de Matemáticas (Anexo 1).

CARACTERIZACIÓN DE LOS ALUMNOS

Los caracteres de esta muestra son los siguientes:

- Alumnos de 14 años, todas chicas. De ellas, 4 son nacidas en los tres primeros meses del año, 6 entre el mes 4º y 9º y el resto, 4, en el último trimestre del año.
- Poseen los siguientes caracteres comunes:
- 8 estudian en un centro público y 6 en uno privado de su misma localidad de residencia; varias son vecinas de piso. Todas están en el mismo curso, 4º, de ESO, como ya he dicho.

Se pueden considerar alumnas de capacidades intelectuales normales ya que de entre ellas suelen suspender una o dos asignaturas durante el curso tan sólo 3 alumnas. Nadie tiene asignaturas pendientes de cursos anteriores.

En general, les gustan –sin más- las matemáticas, pero con cierta frecuencia, no comprenden lo que trabajan en esta asignatura; no tienen intención de optar por una rama científica. 10 de ellas tienen claro que irán a estudiar a la universidad. Sus familias son bastante normales, se preocupan por ellas y por sus estudios y no tienen

conflictos especiales en casa. Ninguno de los padres son separados o divorciados. Algunas de ellas son nietas de emigrantes.

Suelen salir en cuadrilla los fines de semana, pero no constituyen un grupo cerrado, por lo que alternan también con otros compañeros. Practican deporte varias veces a la semana. Algunas realizan, además, otras actividades extraescolares (música, baile regional, idiomas, artes marciales...). Poseen un apreciable nivel de inglés y son también vascoparlantes. Estudian en euskera todas sus asignaturas desde los niveles iniciales. No obstante, no les doy ningún material en euskera, si bien todos lo hablamos habitualmente.

Tras observar los resultados, (los comentaré con mayor detalle en el siguiente apartado), el próximo paso es el empleo de programas informáticos para su uso por parte de los propios estudiantes. Las aplicaciones que se utilizan en esta fase del proyecto no siguen un patrón fijo, ya que proceden de fuentes variadas de información relacionadas con las Matemáticas y el objetivo en este momento se limita a investigar sobre los juegos expuestos y sobre que los alumnos puedan profundizar en la medida en que así lo decidan. Los programas y aplicaciones utilizados en este momento inicial son los siguientes:

MATEMÁTICAS EXPERIMENTALES



FIGURA 1: Imagen de la aplicación de Matemáticas Experimentales

Es una web desarrollada por la UNESCO en la que se combinan juegos y demostraciones virtuales y en la que la vistosidad de las imágenes es apreciable a simple vista, lo que consigue que el usuario se sienta atraído por esa imagen. Los distintos juegos que se encuentran en esta página son reflexivos y poseen una pequeña conclusión explicativa.

Dado que se trata de una página de cierto prestigio, es la más elaborada de todas las opciones y realmente es la que más llama la atención entre los participantes, por su rica variedad de recursos y por la visualidad de los conceptos trabajados. Además, dispone de varios juegos lo que hace muy llevadera esta actividad. En fin, es muy recomendable para una actividad lúdica de este tipo. (UNESCO, 2012)

CABRI JAVA PROJECT

Es una página en francés que contiene unas explicaciones muy sencillas de comprender, en modo de vídeo sobre ciertas reglas físicas y de geometría. Es interesante usarla porque relaciona diversas variables y se puede apreciar de modo sencillo cómo cambian según su diferente valor.

A pesar de su gran utilidad, no fue una actividad muy agradecida por los alumnos, ya que además de no dominar el idioma en el que está elaborada, no les interesaban demasiado los conceptos con que trabaja la página. (Java, 2012)

CÁLCULO MENTAL

Se trata, ahora, de un sencillo juego en el que se trabaja la agilidad mental para calcular rápidamente sencillas operaciones.



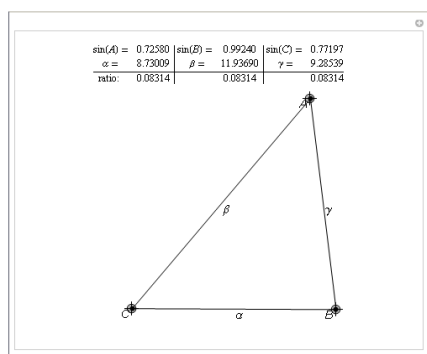
FIGURA 2: Imagen de la aplicación de Cálculo Mental

Pese a ser un juego sencillísimo en el que lo único que hay que resolver son sumas y restas, muy por debajo del nivel de 4º curso en el que trabajamos, fue llamativo el que, a los pocos días de experimentar con los alumnos, decidieran jugar entre ellos mismos compitiendo, aprovechando que el programa éste posee una aplicación que permite disputar entre los jugadores algún premio, pero trabajando las Matemáticas de la misma manera. (Rodríguez, 2009)

MÉTODO DE WOLFRAM

La idea de la utilización de este medio es dejar husmear a los participantes del proyecto en varias demostraciones, sin ningún objetivo concreto, aunque con el simple interés de que participen e investiguen por su cuenta.

The Law of Sines



The Law of Sines is a relationship among the angles and sides of a triangle. The ratio of the sine of any of the interior angles to the length of the side opposite that angle is the same for all three interior angles. In symbols, $\frac{\sin(A)}{\alpha} = \frac{\sin(B)}{\beta} = \frac{\sin(C)}{\gamma}$.

Suppose angle C is a right angle. Then $\sin(C) = 1$, and the formula becomes $\sin(A) = \frac{\alpha}{\gamma}$ and $\sin(B) = \frac{\beta}{\gamma}$. In other words, the sine is the opposite side over the hypotenuse.

THINGS TO TRY

Drag Locators

FIGURA 3: Imagen de la aplicación de Wolfram Demonstrations

El problema de esta aplicación está en que para poder realizar una verdadera utilización, se debe pagar por el programa. A pesar de ello, dispone de varias demostraciones muy visuales que hacen que los alumnos deseen jugar con ellas, aunque no se le puede sacar todo el partido que se desea, ya que su precio prohibitivo supone una seria limitación de uso.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Al realizar este pequeño proyecto, las capacidades que intento desarrollar en la solución de los problemas que aquí se plantean son:

1. Capacidad para la comprensión de los enunciados matemáticos. (Interpretar adecuadamente la información contenida en un texto escrito, incluso de las instrucciones o indicaciones).
2. Capacidad para realizar inferencias lógicas. (Integrar la información de modo coherente).
3. Capacidad de abstracción reflexiva. (Como capacidad de abstraer mediante la asociación de características -forma, tamaño, color, posición- en conjuntos o series de elementos numéricos o gráficos y para interiorizar conceptos que no son tangibles).
4. Capacidad para establecer relaciones. (Capacidad para apreciar diferencias y semejanzas en las relaciones).
5. Capacidad para generalizar. (Capacidad para pasar de lo particular a lo general).
6. Capacidad de simbolización. (Capacidad para representar expresiones del lenguaje cotidiano por medio de signos convencionales).
7. Capacidad de imaginación. (De representar mentalmente imágenes de objetos reales o ideales).

Se trata de dar importancia a los siguientes extremos:

- que el alumno manipule los objetos matemáticos
- que active su propia capacidad mental
- que ejercite su creatividad

- que reflexione sobre su propio proceso de pensamiento, para mejorarlo conscientemente
- que, a ser posible, haga transferencias de estas actividades a otros aspectos de su trabajo mental
- que adquiera confianza en sí mismo
- que se divierta con su propia actividad mental
- que se prepare así para otros problemas de la ciencia y, posiblemente, de su vida cotidiana
- que se prepare para los nuevos retos de la tecnología y de la ciencia.

En relación con lo antes escrito, debo recordar aquí cuáles son los objetivos que me he propuesto en este trabajo. En este sentido, remarco que, con todas las críticas posibles, me atrae más el método del aprendizaje por descubrimiento, que he citado.

1.- Integrar el uso del ordenador en el proceso del aprendizaje de las matemáticas.

2.- Exponer algunas de las causas del fracaso actual en su estudio. Es decir, algunas de las razones por las que no aceptan esta materia.

3.- Utilización –uso adecuado- posible del ordenador por el alumno en el aprendizaje de las matemáticas.

También debo resaltar las ideas ya recogidas al referir algunos de los autores en el capítulo PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL y que me parecen fundamentales para el presente trabajo:

Vygotski (el juego en el aprendizaje), Piaget (acomodarse), P Freire (el alumno busca), Robinson (cada alumno usa su medio y es creativo), Gatto (la rigidez institucional del sistema), el alumno ha de experimentar para aprender, se le debe dejar vía libre para que investigue. Ausubel, Garcia Hoz, Bruner... aprender ciencia es hacerla, experimentando. No está de más, tampoco, recordar la conferencia de la profesora C. Christiansen: motivar al alumno.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

Según he venido comentando, entrego el primer test a las 14 alumnas con las que realizo el presente proyecto. Este primer test contiene 7 preguntas, son preguntas sencillas y todas salvo una encierran cuatro respuestas. Las respuestas también son sencillas y concretas.

Cada alumna realiza su test y emplean unos 10 minutos para finalizarlo. Les ha resultado sencillo y concreto.

Una vez revisadas las respuestas, no existe ningún test al que le falte alguna pregunta por responder.

Las siete preguntas mencionadas se detallan en las siguientes tablas. Este test preliminar presenta resultados muy orientados hacia conclusiones muy concretas, como se puede apreciar en la tabla siguiente y en las siguientes especificaciones:

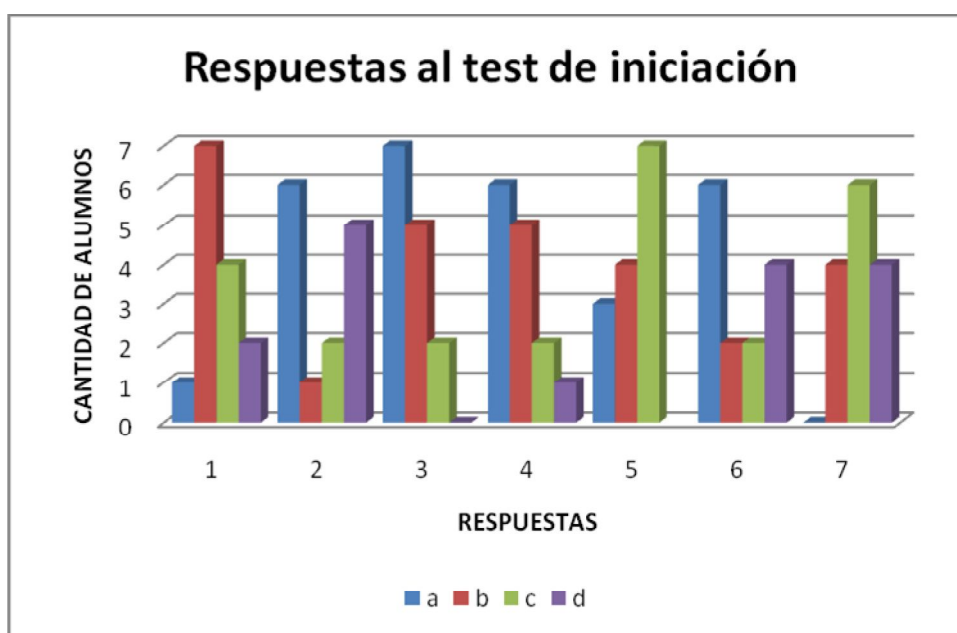


FIGURA 4: Resultados del test (Anexo 1) antes de iniciar la experimentación por parte del alumnado

Observando las respuestas del test, podemos comprobar que los resultados son variables, aunque siguen un patrón bastante estable por la homogeneidad del grupo. A continuación se detallan las respuestas de cada pregunta:



FIGURA 5: Resultados de la primera pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

Como se puede observar en la gráfica anterior, la mitad de los alumnos que realizaron el test pasan entre 1 y 2 horas diarias frente al ordenador y el resto pasa más, por lo tanto es un dato muy apreciable, siendo bastante el tiempo empleado en la actividad.

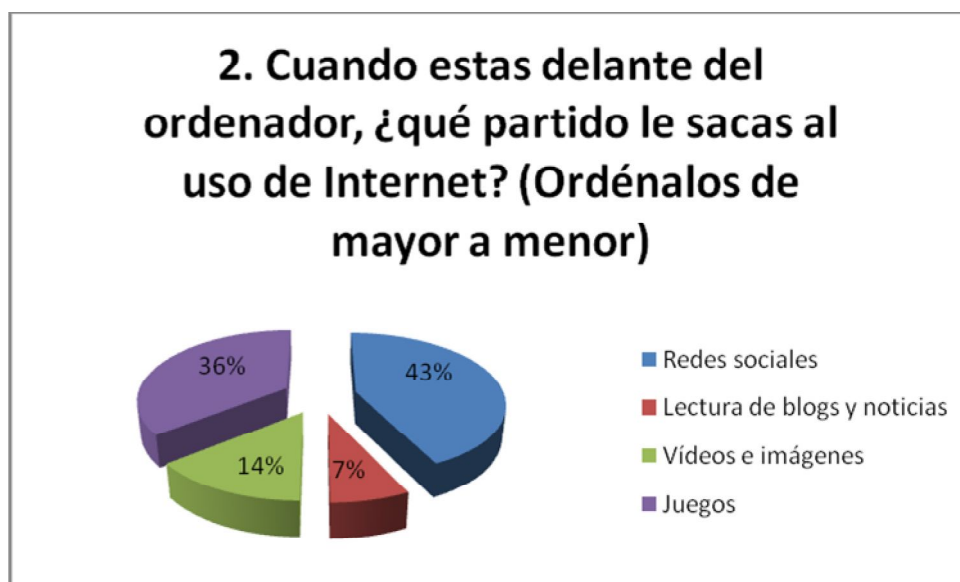


FIGURA 6: Resultados de la segunda pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

Observando las actividades en las que los alumnos pasan la mayoría del tiempo delante de la pantalla, se puede notar que son actividades lúdicas pero poco educativas.

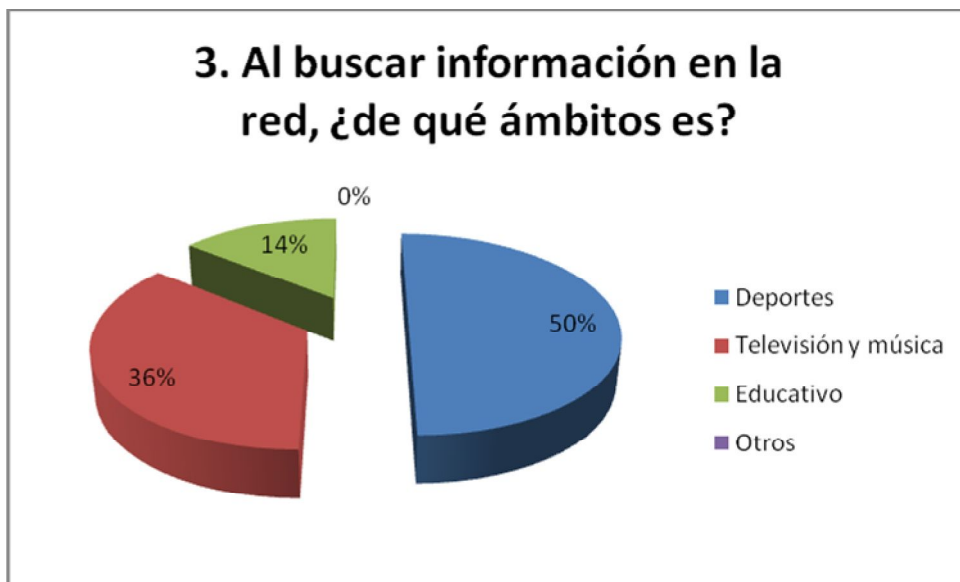


FIGURA 7: Resultados de la tercera pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

Además de pasar varias horas con poco aprovechamiento educativo, la mayor parte de la información buscada en la red es social, en la inmensa mayoría de los casos, tanto de deportes como de televisión y de música. La menor parte de la información sería educativa y se refiere a trabajos enviados desde el colegio.

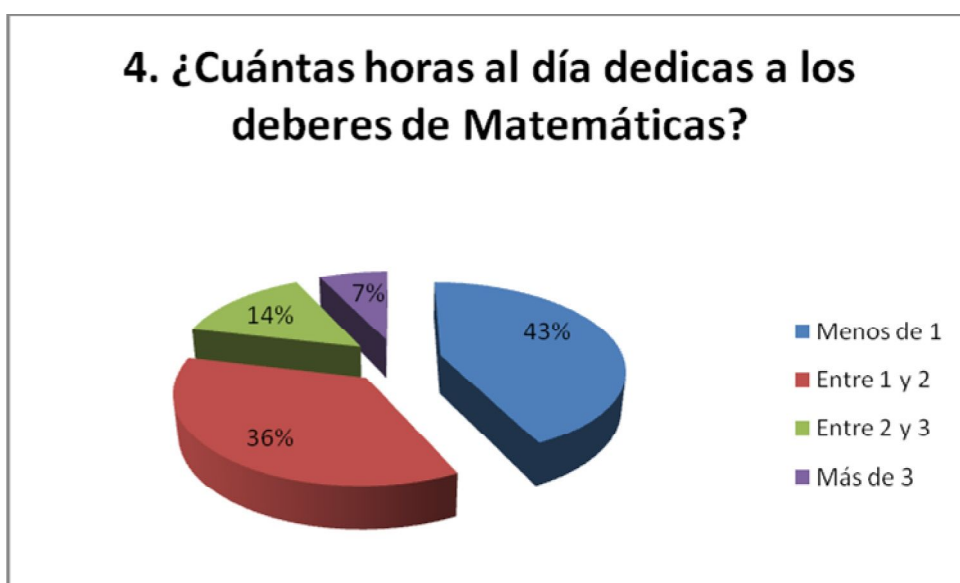


FIGURA 8: Resultados de la cuarta pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

Contrariamente a las respuestas de la primera pregunta, en la que los alumnos admiten pasar más de 2 horas al día delante del ordenador, el tiempo empleado a los deberes de Matemáticas es inversamente proporcional. Solo una quinta parte de los educandos pasan más de 2 horas estudiando, suele tratarse de horas en academias, por lo que el aprovechamiento real es menor que el empleado en las tareas informáticas lúdicas.

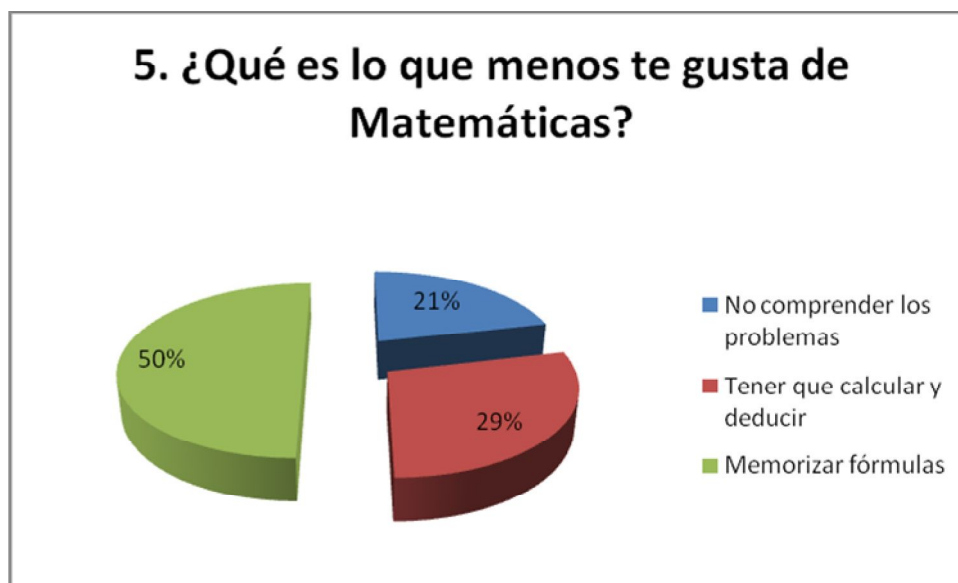


FIGURA 9: Resultados de la quinta pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

Respecto a las razones por las que la Matemática es una asignatura tan poco apreciada, la necesidad de memorizar es el motivo que presenta la mitad del alumnado para dejar de lado la asignatura. Aún así, las tres razones ofertadas fueron elegidas, por lo que los alumnos se podrían dividir en grandes grupos. Eso significaría que los problemas que puede originar el temario son muy generalizados y también pueden ser arrastrados de etapas anteriores.

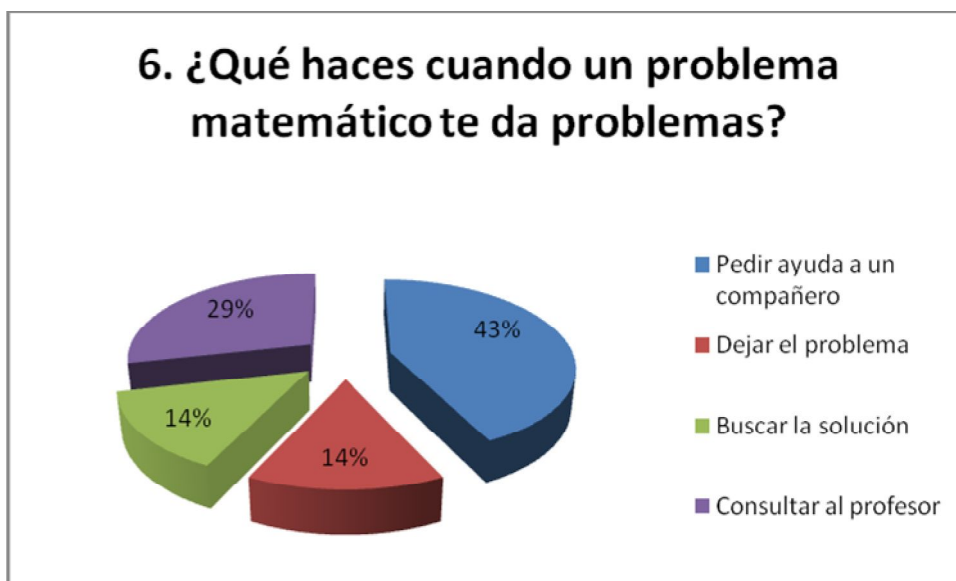


FIGURA 10: Resultados de la sexta pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

La minoría de los alumnos busca una solución por sus propios medios, mientras que la mayor parte de ellos consultan primeramente a un compañero o a un profesor. Es remarcable la cantidad de alumnos que dejan de lado sus problemas.

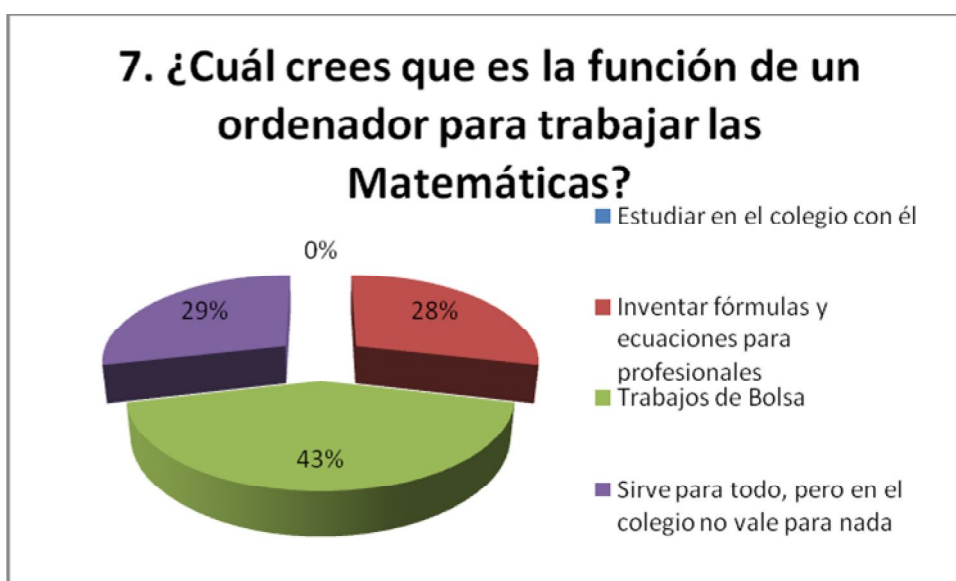


FIGURA 11: Resultados de la séptima pregunta del test antes de usar las aplicaciones (Anexo I)

La totalidad de los alumnos niega la relación de la informática con las Matemáticas, aún reconociendo posibles usos de los ordenadores en ramas distintas, principalmente en la Bolsa. Ninguno de ellos relacionaba su uso con el colegio.

Para finalizar esta etapa de proyecto, se les entrega otro test a los alumnos; en él deben sacar conclusiones (Anexo 2). Entregamos este segundo test a las mismas alumnas. El test contiene 6 preguntas, de las cuales cuatro tienen 4 opciones de respuesta y las dos restantes solamente tres.

Son, al igual que el anterior test, preguntas muy concretas y sencillas de entender y responder. Este test pretende que las alumnas relacionen el uso del ordenador con las Matemáticas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

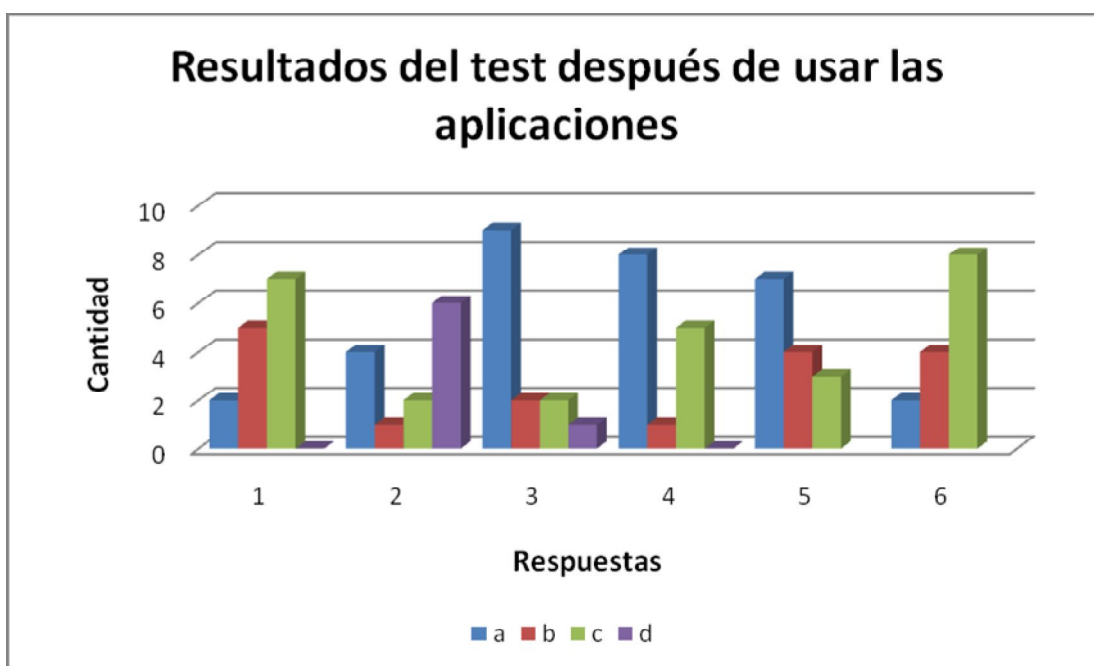


FIGURA 12: Resultados del test después de usar las aplicaciones

El desglose de las respuestas efectuadas por el alumno se expresa a continuación, detallando las contestaciones de los mismos:

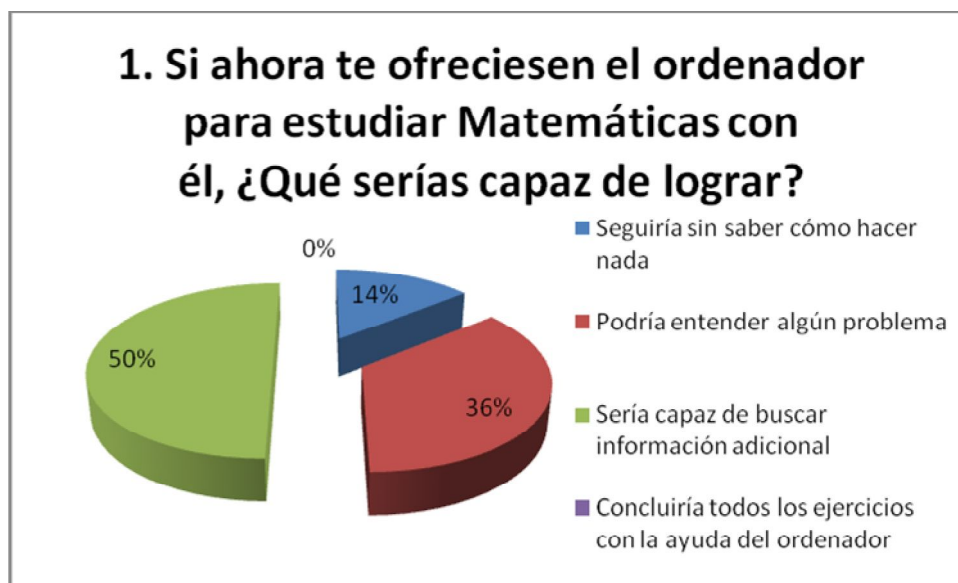


FIGURA 13: Resultados de la primera pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

La mitad de los alumnos sería capaz de usar el ordenador para utilizar las aplicaciones y un tercio de ellos se ve apto para poder resolver algún problema. Por lo tanto, la gran mayoría de ellos notaría una evolución en la utilización de aplicaciones informáticas.

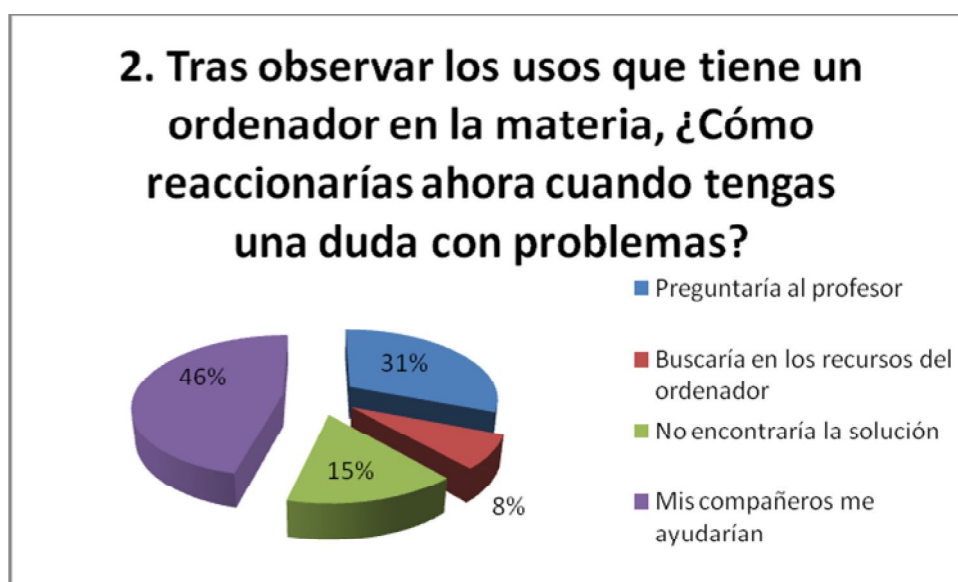


FIGURA 14: Resultados de la segunda pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

De todas formas, la cantidad de alumnos que estaría capacitada para buscar soluciones por sí mismos es ínfima comparándola con el gran porcentaje que sigue siendo partidario de buscar ayuda en compañeros y en profesores.

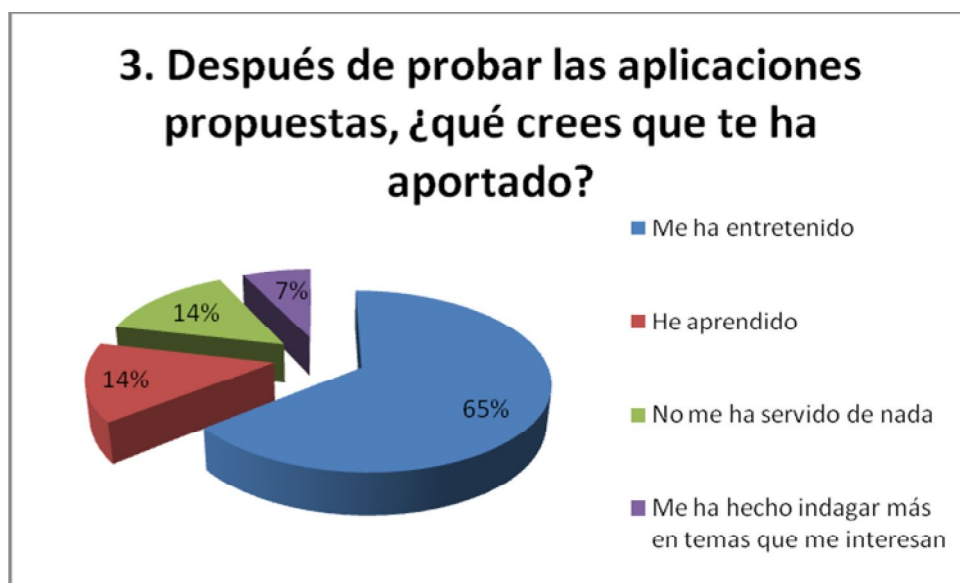


FIGURA 15: Resultados de la tercera pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

La mayor parte de los alumnos ha entendido estas actividades como mero entretenimiento, si bien una quinta parte ha utilizado las técnicas enseñadas para aprender o profundizar en el tema.

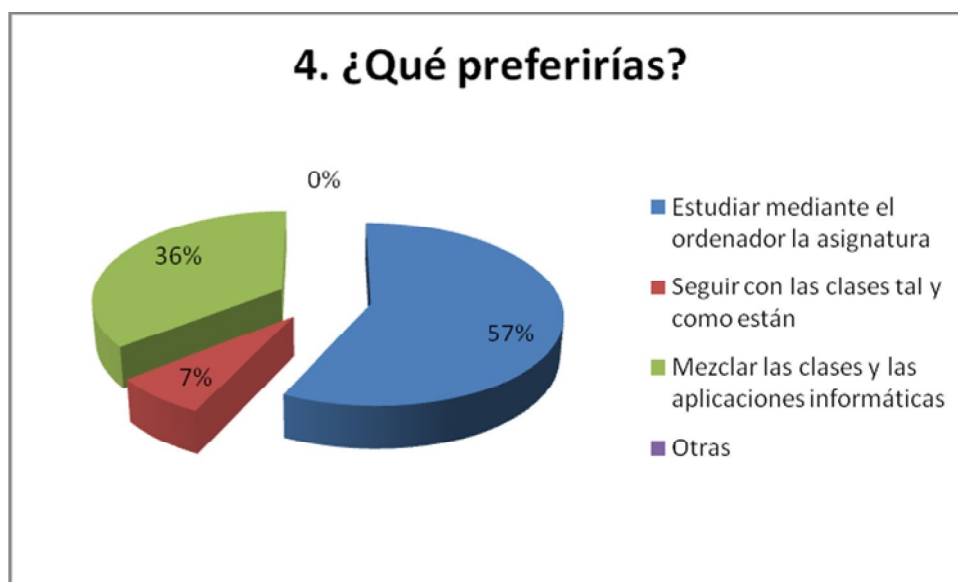


FIGURA 16: Resultados de la cuarta pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

Aún así, el alumnado sería partidario de utilizar las nuevas tecnologías como medio idóneo para las clases, aunque no sabrían si de modo aislado o mezclándolas con las clases magistrales.

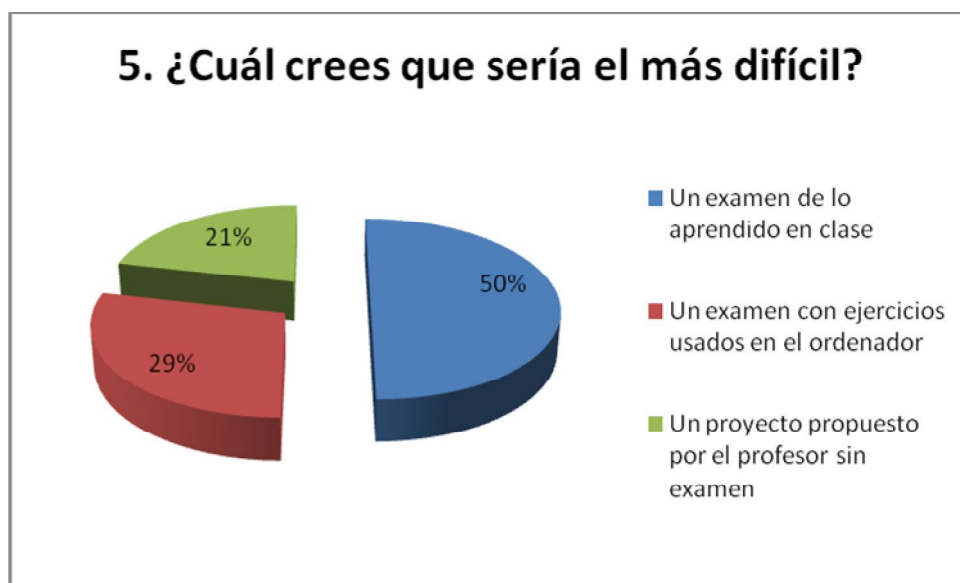


FIGURA 17: Resultados de la quinta pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

Además, el grupo de alumnos considera que los exámenes podrían ser más llevaderos si se utilizara el ordenador, incluso sin tener que realizar ninguna prueba final (una especie de proyecto sería el objetivo deseable que sustituyera al examen).

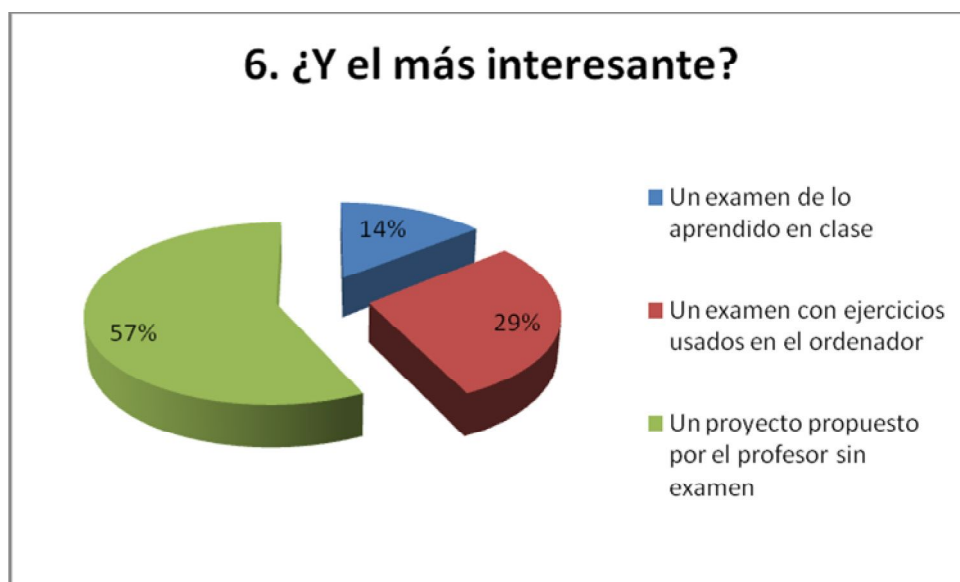


FIGURA 18: Resultados de la sexta pregunta del test después de usar las aplicaciones (Anexo II)

A pesar de que no todos los alumnos consideran una opción viable la realización de un proyecto como medio más sencillo para la evaluación, la mayor

parte de los educandos sí se muestra partidaria de realizar un proyecto sin examen como medida más atractiva para estudiar.

ANÁLISIS CUALITATIVO

La primera toma de contacto con los ordenadores era simplemente informativa, ya que no se planteaba ningún objetivo concreto: sólo la simple adaptación a los recursos informáticos y un poco de juego consentido para que los educandos conciban una habilidad realizable con el ordenador y además disfruten del mismo, puesto que esa primera idea se les quedará grabada y el objetivo es que se lo pasen bien.

Entre las aplicaciones utilizadas, la que mayor aceptación ha tenido ha sido la de MATEMÁTICAS EXPERIMENTALES (UNESCO), pues dispone de medios muy avanzados y se trata de una página web realmente trabajada antes de su divulgación.

El programa de WOLFRAM no ha caído en el olvido, porque sus experimentos visuales han resultado realmente prácticos, aunque los alumnos no hayan percibido la falta de profundidad de sus aplicaciones, ya que, como decía, el objetivo principal era sólo que trataran de disfrutar con el programa mismo.

En el lado opuesto a las dos anteriores se colocaría la aplicación de CABRI JAVA, que -a pesar de que educativamente pareciera la más interesante- no ha llamado la atención de los alumnos, debido al idioma y a la temática poco atractiva para estos voluntarios.

El juego del cálculo ha resultado muy exitoso para lograr que los alumnos compitan, pero no dispone de una profundidad tal como para sacarle un rendimiento mayor o como para mantener su uso durante más tiempo, porque los jóvenes se aburrían de él al poco tiempo, entre otras razones, por el nivel de las operaciones de cálculo.

Se puede apreciar la reticencia que existe aún a utilizar el ordenador como medio de trabajo docente, aunque la idea de aplicarlo a los estudios es algo que interesaría a la mayoría de los estudiantes. Los complejos ante el uso de la

tecnología como método podrían surgir de la escasez real de aplicaciones utilizadas o, simplemente, de la falta de costumbre.

Es cierto que, al no haber una exigencia curricular, no se insiste en unos objetivos determinados sobre ello, pero también es verdad que han aprendido cosas novedosas y que, poco a poco, han investigado sin la presión de tener que realizar tareas que probablemente no les resultarían agradables. Por eso, el siguiente paso será analizar el modo de actuar de los estudiantes cuando existen una exigencia y unos mínimos que cumplir, como se ve en la siguiente sección, la propuesta práctica.

PROPUESTA PRÁCTICA

Está claro que este proyecto es un ensayo previo, un pequeño intento que supone un paso inicial. Es evidente que, en un curso reglado y de duración estándar, si la idea es adecuada y se ajusta a los parámetros antes indicados, se deberá realizar una programación detallada de aprendizaje de los distintos temas del currículum a través de unidades didácticas o miniproyectos que las desarrollen y que tengan en cuenta el uso de este medio didáctico de gran atractivo para los estudiantes. Deberá, por tanto, confeccionarse una programación detallada y secuenciada en el tiempo y en los contenidos para todo el curso.

Como hemos concluido en el anterior apartado, vamos a ir incrementando gradualmente el esfuerzo de los alumnos. Han realizado, inicialmente un test de conocimientos previos sobre su uso del ordenador, sin haber utilizado todavía ninguna aplicación informática. Tras el uso de éstas, para poder comprobar la relación de los medios informáticos con las matemáticas, hemos pasado a utilizar algunas aplicaciones.

Ahora tomaremos un plan de curso de 4º de la ESO de Matemáticas e intentaremos compaginarlo con el método informático del cual estamos elaborando este proyecto.

Existen varios recursos en la web con caracteres determinados. Cito en adelante los que me parecen más adecuados.

A continuación, he comprobado la línea que marca el Ministerio de Educación y Cultura respecto a la asignatura en el curso citado (Profesorado, 2011) y he detallado la siguiente lista de contenidos:

GUÍA DOCENTE DE MATEMÁTICAS DE 4º DE LA E.S.O.

1. Los números enteros y racionales

2. Los números reales

3. Problemas aritméticos

4. Polinomios

5. Ecuaciones e inecuaciones

6. Sistemas de ecuaciones

7. Semejanza y trigonometría

8. Problemas geométricos

9. Funciones y gráficas

10. Funciones elementales

11. Estadística

12. Probabilidad

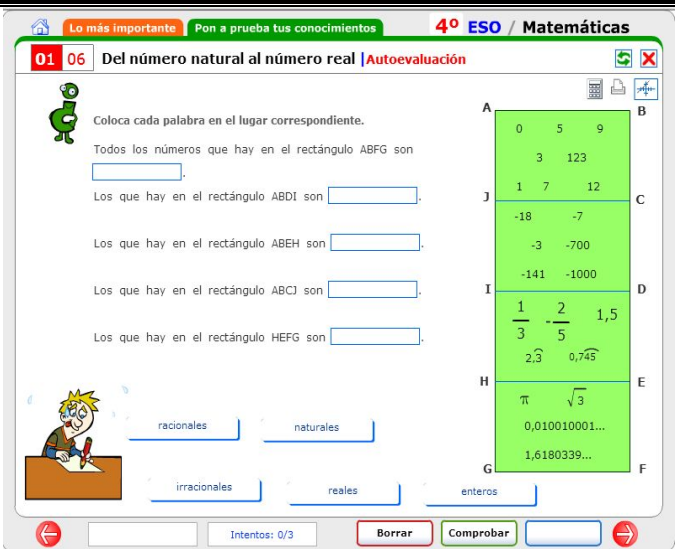
TABLA 2: Guía docente de Matemáticas de 4º ESO. Tomado de recursostic.educacion.es

Por consiguiente, intento buscar una aplicación verdaderamente útil para cada uno de los temas que se deben trabajar. Al principio, decidí adoptar la página web de Conrad Wolfram (Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers, 2010), pero la mayoría de las aplicaciones que tiene se obtienen mediante pago; además, no se limita solamente a una Unidad Didáctica, sino que generaliza los conocimientos y fomenta la búsqueda de información personalizada.

Aún así, el objetivo de este proyecto es adecuar la Guía Docente a la Informática, por lo que acoto un poco el trabajo a una página del Gobierno de Extremadura que ofrece ventanas distintas para las Matemáticas que resultan mucho más específicas y adecuadas al temario trabajado (Amolasmates, amolasmates 4º ESO, 2010).

Relaciono ahora los programas que considero más apropiados para ser usados en el aprendizaje de la asignatura de matemáticas de 4º curso de la ESO, como apoyo posible al aprendizaje y para fomentarlo mediante el método de aprender por descubrimiento.

Los programas siguen la línea que contiene la Guía Docente.

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Autoevaluación. Del número natural al número real.</p> <p>LINK:</p> <p>http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/CUARTO/numeros_reales/index.html</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 1: Números enteros y racionales</p>	
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Tras leer y escuchar los conceptos que presenta, el juego trata de diferenciar los números racionales, naturales, irracionales reales y enteros. Para ello hay que arrastrar cada opción a su casilla.</p>	

Tomo este primero, a modo de ejemplo de desarrollo de una posible unidad didáctica que se puede concretar posteriormente en un proyecto o en varios para su trabajo en el aula.

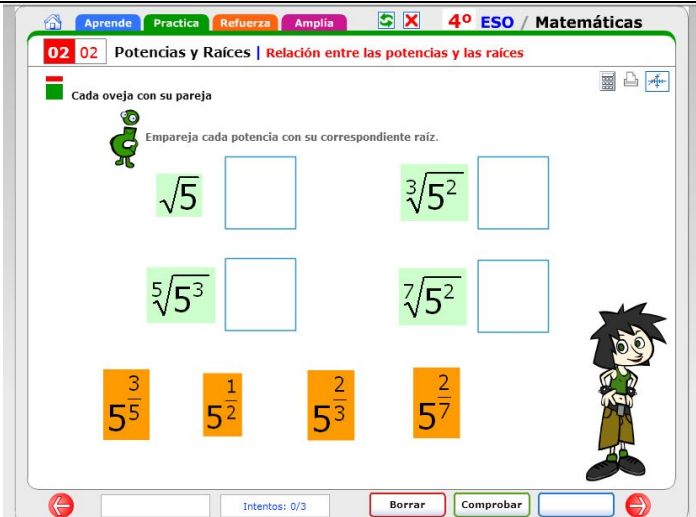
Evidentemente, no estoy inventando programas, ni recursos, ya que no soy informático. Pero estoy sugiriendo una vía muy adecuada para el trabajo de la asignatura. El programa, los recursos están disponibles. Queda pendiente su uso y adaptación en proyectos o miniproyectos sobre las unidades didácticas.

Por ejemplo, Unidad 1: Números enteros y racionales.

La página, en sucesivas secuencias didácticas, trabaja los siguientes contenidos:

Del número natural al número real. Significado y uso de los números. Números irracionales. Números reales. Aproximaciones. Errores. La recta real. Intervalos de números reales. Lo más importante. Autoevaluación.

Utilizada sin más, en mi opinión, puede no ser muy eficaz y no dar mucho de sí. Si debemos trabajar los números reales, por ejemplo, deberíamos realizar un proyecto concreto en que se puede integrar este recurso del que estoy hablando y compaginarlo con otras actividades, de aula, realizadas en la web... para completar el tratamiento y desarrollo de ese proyecto. Bien individualmente bien en pequeños grupos ante el ordenador. Ello supondrá un trabajo más minucioso y posterior que creo no es el lugar para realizar.

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Relación entre las potencias y las raíces.</p> <p>LINK:</p> <p>http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/CUARTO/potencias_raices/index.html</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 2: Los números reales.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Al igual que la anterior aplicación, el programa ofrece explicaciones mediante audio y vídeo y pide asemejar las potencias y las raíces equivalentes.</p>	

NOMBRE DE LA

APLICACIÓN:

División de un polinomio por el binomio x-a.

LINK:

http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/CUARTO/cociente_polinomios/index.html

UNIDAD DIDÁCTICA:

Unidad 4: Polinomios.

Regla de Ruffini

Vamos a volver a dividir el polinomio $5x^4 - 6x^3 + 2x^2 - 5$ entre el binomio $x - 3$.
Al identificar $x-3$ por $x-a$ el valor de a es 3.

FÍJATE BIEN EN LA TABLA. SI NO EXISTE ALGUNA POTENCIA DE X, EL COEFICIENTE ES 0.

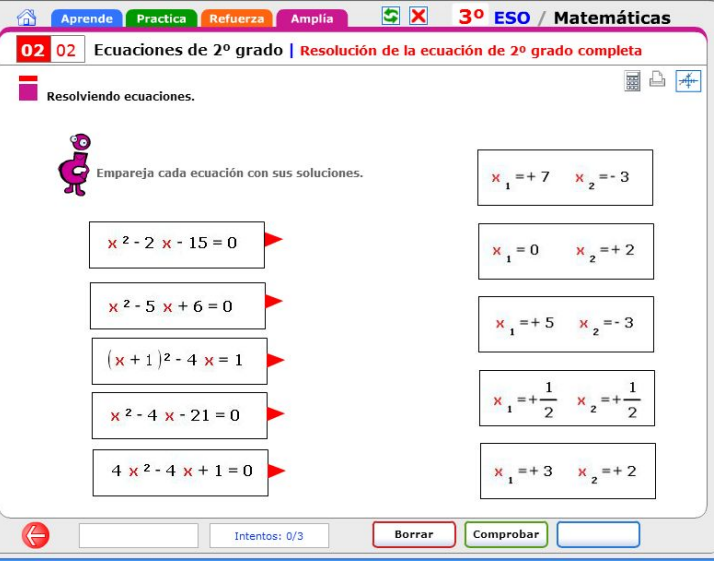
	5	-6	2	0	-5
3		15	27	87	261
	5	9	29	87	256

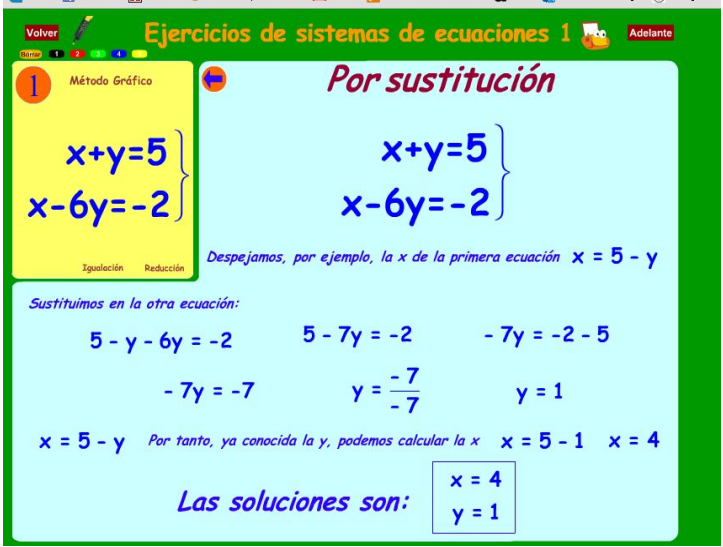
Cociente: $5x^3 + 9x^2 + 29x + 87$ Resto: 256

Para dividir por el binomio $x+a$, se divide por $x-(-a)$.

DESCRIPCIÓN:

No existe un juego como actividad educativa, pero esta aplicación es la que más se asemeja al juego, ya que realiza el problema mediante la regla de Ruffini paso a paso, por lo que el alumno puede seguirla a su velocidad, resultando ser muy adecuada y pedagógica.

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Resolución de la ecuación de 2º grado completa.</p> <p>LINK:</p> <p>http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/TERCERO/ecuaciones%20%C2%BA/index.html</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 5: Ecuaciones e inecuaciones.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Es una aplicación que necesita la utilización de papel y lápiz, porque requiere calcular las soluciones. La ayuda está en el hecho de que en los pasos anteriores desarrolla ejercicios parecidos, al igual que la anterior aplicación, explicándolos paso por paso.</p>	

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Ejercicios de sistemas de ecuaciones 1.</p> <p>LINK:</p> <p>http://contenidos.educarex.es/mci/2006/05/Definitivo%20Sistemas/sistemaseexacto.html</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 6: Sistemas de ecuaciones.</p>	 <p>The screenshot shows a green interface for solving systems of equations. It displays the system: $x + y = 5$ and $x - 6y = -2$. The method used is 'Por sustitución'. The steps shown are: 1. Despejamos x from the first equation: $x = 5 - y$. 2. Substitute $x = 5 - y$ into the second equation: $5 - y - 6y = -2$. 3. Simplify: $5 - 7y = -2$. 4. Isolate y: $-7y = -2 - 5$, $-7y = -7$, $y = \frac{-7}{-7}$, $y = 1$. 5. Calculate x: $x = 5 - y$, $x = 5 - 1$, $x = 4$. 6. Final solution: $x = 4$ and $y = 1$.</p>
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Al igual que los dos anteriores programas, no dispone de un juego, pero al ir paso a paso enseñar los tres tipos de sistemas de ecuaciones, ayuda al alumno a proseguir el ejercicio y comprenderlo.</p>	

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Razones trigonométricas de un ángulo agudo.</p> <p>LINK:</p> <p>http://concurso.cnice.mec.es/cnic_e2006/material098/geometria/geoweb/2eso.htm</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 7: Semejanza y trigonometría.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Permitiendo visualizar las ecuaciones trigonométricas en la página, el alumno puede modificar las variables del triángulo mediante el ratón, observando cómo varían los ángulos y la longitud de los lados hacia las razones trigonométricas.</p>	

NOMBRE DE LA

APLICACIÓN:

Geometría analítica. Sistema de referencia cartesiano.

LINK:

http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/BACH_1_CCNN/sistema_referencia/index.html

UNIDAD DIDÁCTICA:

Unidad 8: Problemas geométricos.

08 02 Geometría analítica | Sistema de referencia cartesiano

Calculando módulos de vectores

Con ayuda de la calculadora, halla el módulo y el punto medio de los vectores de la figura:

Coloca cada celda el valor que corresponda.

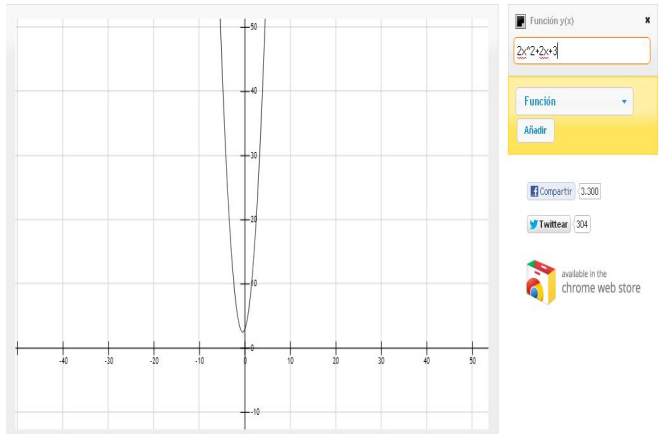
$A(1,1)$ $B(4,5)$
 $M_1(x_1, y_1)$
 $C(3,2)$ $D(7,-1)$
 $M_2(x_2, y_2)$

$\vec{AB} =$
 $M_1 =$
 $\vec{CD} =$
 $M_2 =$

Intentos: 0/3

DESCRIPCIÓN:

Se trata de otra aplicación que exige la utilización de papel y lápiz para los cálculos, pero también permite la deducción, por lo tanto, da pie a prohibir el cálculo como recurso para que el alumno utilice su ingenio.

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Fooplots: Funciones y(x).</p> <p>LINK:</p> <p>http://fooplots.com/?lang=es#W3sidHlwZSI6MCwiZXEiOiIyeF4yKzJ4KzMiLCJjb2xvciI6IiMwMDAwMDAifSx7InR5cGUiOiJEWMDAsIndpbnRvdyl6WyItNTAuNDc0NjY2NjY2NjY2NjY0IiwuNTMuNTI1MzMzMzMzMzM2IiwuLTExLjY1Nzc3Nzc3Nzc3OCIsIjUxLjM0MjlyMjlyMjlyMjlyIiOsluNpemUjOls3NTAsNDUwXX1d</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 9: Funciones y gráficas.</p>	
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Esta aplicación representa cualquier ecuación que se escriba, por lo que es un excelente método visual para verificar el comportamiento que tendrá cada ecuación.</p>	

NOMBRE DE LA

APLICACIÓN:

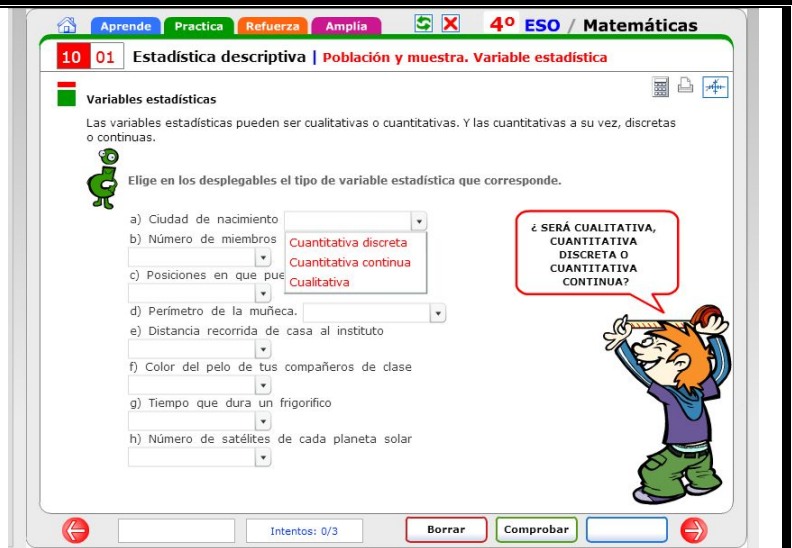
Estadística descriptiva. Población y muestra. Variable estadística.

LINK:

<http://www.amolasmates.es/EDUCAREX/CUARTO/estadistica/index.html>

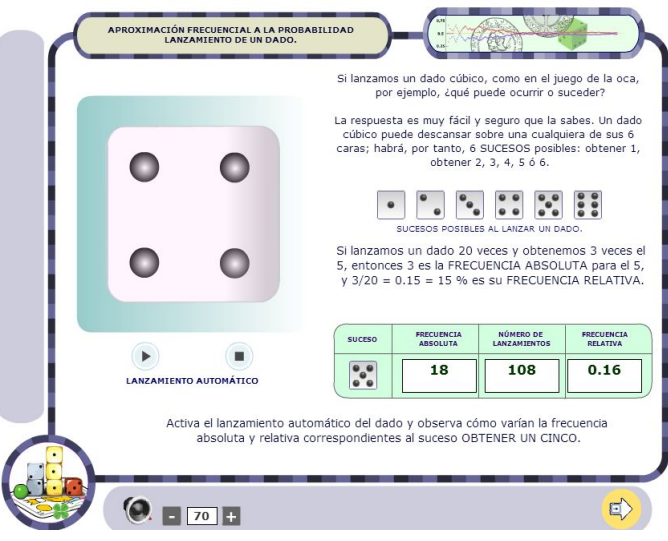
UNIDAD DIDÁCTICA:

Unidad 11: Estadística.



DESCRIPCIÓN:

Este juego trata de un test en el que se evalúan los conocimientos del alumno, poniendo ejemplos y obligando a clasificarlos en grupos estadísticos, por eso el usuario puede deducir los tipos de estadística que existen.

<p>NOMBRE DE LA APLICACIÓN:</p> <p>Aproximación frecuencial a la probabilidad de un dado.</p> <p>LINK:</p> <p>http://www.amolasmates.es/mas_mates/laboratorio/index.html</p> <p>UNIDAD DIDÁCTICA:</p> <p>Unidad 12: Probabilidad.</p>	 <p>APROXIMACIÓN FRECUENCIAL A LA PROBABILIDAD LANZAMIENTO DE UN DADO.</p> <p>Si lanzamos un dado cúbico, como en el juego de la oca, por ejemplo, ¿qué puede ocurrir o suceder?</p> <p>La respuesta es muy fácil y seguro que la sabes. Un dado cúbico puede descansar sobre una cualquiera de sus 6 caras; habrá, por tanto, 6 SUCESOS posibles: obtener 1, obtener 2, 3, 4, 5 ó 6.</p> <p>SUCESOS POSIBLES AL LANZAR UN DADO.</p> <p>Si lanzamos un dado 20 veces y obtenemos 3 veces el 5, entonces 3 es la FRECUENCIA ABSOLUTA para el 5, y $3/20 = 0.15 = 15\%$ es su FRECUENCIA RELATIVA.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SUCESO</th> <th>FRECUENCIA ABSOLUTA</th> <th>NÚMERO DE LANZAMIENTOS</th> <th>FRECUENCIA RELATIVA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>20</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Activa el lanzamiento automático del dado y observa cómo varían la frecuencia absoluta y relativa correspondientes al suceso OBTENER UN CINCO.</p>	SUCESO	FRECUENCIA ABSOLUTA	NÚMERO DE LANZAMIENTOS	FRECUENCIA RELATIVA	5	3	20	0.15
SUCESO	FRECUENCIA ABSOLUTA	NÚMERO DE LANZAMIENTOS	FRECUENCIA RELATIVA						
5	3	20	0.15						
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Se trata de una aplicación visual en la cual un dado se tira automáticamente durante el tiempo que desee el usuario. En él se comprueba que, a medida que se lanza, la frecuencia en la que sale un resultado concreto se va estabilizando.</p>									

CONCLUSIONES

La Psicología Evolutiva nos dice que el alumno de 12 años posee, además de las destrezas adquiridas en las etapas anteriores, la capacidad del pensamiento lógico. Pueden resolver problemas y se fascinan con el trabajo experimental. Idean modelos mecánicos para realizar determinados trabajos de tipo científico.

A partir de los estudios de Piaget, surge una nueva tendencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales que remarca el desarrollo de capacidades intelectuales, psicomotrices y actitudinales, frente a los contenidos, de la Didáctica tradicional.

Según Piaget, la enseñanza de las Ciencias Naturales debe reunir características especiales:

- Debe tener relación con los procesos científicos y con el contenido.
- Debe partir del entorno natural del niño.

Todas estas actividades podrán ser realizadas a través de proyectos. Uno de los problemas más frecuentes en la enseñanza de las Ciencias Naturales se relaciona con la falta de capacidad de asombro y duda de los alumnos. A través de proyectos de aula se les puede estimular para que se motiven e interesen por la indagación y el descubrimiento.

En el presente caso, se ha planteado un proyecto elemental, pero puede servir de pauta para el desarrollo de otros proyectos durante el curso reglado.

Para favorecer la resolución de problemas hay que proponer situaciones o problemas familiares, juegos o actividades que alienten la curiosidad. Las situaciones cotidianas son una buena fuente para los problemas aritméticos. También existe una buena cantidad de juegos que fomentan la agilidad en el cálculo, la capacidad de razonamiento, la búsqueda de estrategias y motivan a los estudiantes.

Los problemas abiertos sobre situaciones familiares son más fáciles de abordar por todos los estudiantes, pues se enfrentan a situaciones conocidas en las que están acostumbrados a actuar.

Las tecnologías de información y de comunicación se han convertido sin duda en una herramienta muy útil en el proceso de enseñanza -aprendizaje dentro del aula, específicamente el uso de software educativo, para el desarrollo de las actividades. Resulta muy motivador para los estudiantes, ya que es un entorno en el cual la mayoría de ellos se desenvuelven a diario.

En el caso de estas 14 alumnas de ESO, se ha mostrado la facilidad con que están dispuestas para esta utilización. No cabe duda de que la motivación será una tarea que deberá llevar a cabo el profesor. En la manera más adecuada, además.

Los simuladores y programas permiten aprender de manera práctica; el recurso de las tecnologías educativas debería ser aprovechado por todos los docentes para incluirlas en sus planificaciones escolares y presentar la información de una forma novedosa, utilizando animaciones, vídeos, audio, gráficos, textos y ejercicios interactivos que refuerzan la comprensión de los contenidos del texto, tal como ha manifestado también la UNESCO. (OECD/ UNESCO, 2001)

La motivación de los estudiantes -como he dicho- es un factor determinante y complejo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es un proceso continuo que el docente no debe descuidar en ningún momento en el aula, puesto que la motivación es el gran secreto que garantiza el éxito en la tarea educativa, promueve la voluntad y estimula el interés. A mí me ha resultado bastante sencillo, quizá también por la relación extradocente con las 14 alumnas.

Conviene, ahora, volver la vista atrás para valorar los pasos realizados.

La primera medida que se tomó fue realizar un test con los educandos que iban a participar en el proyecto (Anexo 1). Los resultados demuestran una gran tendencia a usar los ordenadores habitualmente en el hogar, mayoritariamente más de dos horas. Por lo tanto, se podría pensar que el provecho que se le da es máximo, pero una gran parte de los alumnos rechaza la idea de aplicarlo a su educación, ya que su utilización se centra preferiblemente en el ocio, sin buscar, en consecuencia, utilidad educativa alguna.

También es cierto que, tras utilizar los programas propuestos por el método, han demostrado más interés por la búsqueda de información, en este caso concreto, por las Matemáticas.

Me sorprendió observar los números de alumnos que admitían el poco tiempo que dedican diariamente al estudio de la asignatura citada. En casi la mitad de los casos los sujetos *pasan* simplemente el doble de tiempo en el ordenador que con sus estudios. También es cierto que casi un cuarto de ellos recibían clases extraescolares de refuerzo, por lo que el tiempo empleado a los estudios era más considerable.

Respecto a la programación utilizada en este proyecto, los estudiantes, en el primer paso de la investigación, mostraron una gran disposición para el uso de aplicaciones sin objetivo fijo alguno ya que lo que tenían que hacer era sencillamente "jugar".

Los problemas surgían cuando la propuesta se fusionaba con la Guía Didáctica vigente, porque en el mismo momento en el que en la pantalla aparecía algún símbolo que habían estudiado en el colegio o les resultaba conocido de la asignatura, se desanimaban. De todas formas, tras insistir en su empleo, al final recapacitaban y el entusiasmo con el que participaban se veía incrementado, a medida que iban viendo los resultados.

A pesar del gran interés mostrado por los alumnos, además eran voluntarios, considero que he tenido que estar bastante pendiente de que no se desviasen del tema, por lo que deduzco que esta tarea no era excesivamente llamativa. La razón de este problema se puede atribuir a la falta de recursos reales en la red para la implementación del ordenador en la Guía Didáctica.

Tras encontrar aplicaciones matemáticas muy provechosas y gratuitas con relativa facilidad, resultó mucho más complicado armonizar alguna de ellas con las Unidades Didácticas vigentes. Ya he hablado de que algunas de las dificultades para el aprendizaje de las matemáticas provienen de la rigidez institucional y de los propios libros de texto del mercado.

Después de utilizar los programas recomendados en el test, los alumnos han aprovechado el uso de esos programas para desarrollar su propio aprendizaje. El

ordenador ha sido valorado como un instrumento de trabajo y han podido aprender funciones que hasta el momento desconocían, por lo que uno de los objetivos -el referente al uso de nuevas tecnologías- se ha visto cumplido con creces.

Además, al ser los estudiantes mismos los que imponían el ritmo de las sesiones, el estudio ha sido personalizado, así, el aprendizaje se ha vuelto individual, logrando que asimilasen la materia ofertada con más facilidad y sin la presión de seguir una temporalidad impuesta. Eso ha significado, ciertamente, una liberación y una tranquilidad y ha logrado que el espíritu científico de los alumnos se active y se haya demostrado en la búsqueda de juegos y aplicaciones útiles para su tratamiento.

Es objetable, en este punto, el hecho de que un curso –por el paradigma oficial y la rigidez del mismo- estándar no permite estas dinámicas. Creo que es posible y que habrá que realizar las labores necesarias para confeccionar los programas, proyectos o miniproyectos que se estimen de cara a estos usos.

Por lo tanto, sería muy recomendable un cambio en la concepción de la utilización de los ordenadores en clase, aunque habría que incidir en el desarrollo de aplicaciones y programas efectivos para el buen uso y aprovechamiento de los mismos en proyectos relacionados con las distintas unidades didácticas del currículum, como se puede apreciar en el siguiente apartado.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

El sistema educativo español es bastante vertical, con sus excepciones, evidentemente. Para lograr una enseñanza más activa, individualizada y socializadora, son necesarias nuevas condiciones. Las sucesivas leyes de educación no han sabido –creo que la actual tampoco- solucionar los problemas endémicos de nuestro sistema educativo.

En el ámbito científico, en la mayoría de los casos, el énfasis se pone en la solución de problemas numéricos, sin más. La Química, las Matemáticas... se reducen al aprendizaje de fórmulas que se deben asimilar para poder aprobar.

Son variados los cursos y métodos que no consiguen prácticamente nada del alumno., que alejan a los estudiantes de las ciencias, que consiguen que las teman. Educar, por tanto, mejor y de modo más eficaz a los futuros técnicos y científicos implica el uso de enfoques y procedimientos diferentes a los utilizados, para lograr, en definitiva, una auténtica alfabetización científica.

En el nuevo sistema educativo –también a nivel universitario- el centro de referencia no será el docente, sino el discente. Se pretende que el docente no sea un mero transmisor de conocimientos sino un facilitador y orientador del conocimiento y la educación. No obstante, su función sigue siendo vital: pero deberá ser un buen docente, competente, capaz, metódico y pedagógico.

Es evidente que hay profesores con buena formación científico-matemática, pero no didáctica.

La Conferencia Internacional de la UNESCO ya indicaba que hay una cierta desvinculación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico. No basta con saber para saber enseñar. Si partimos de la existencia de profesores competentes, debemos aceptar que el profesor además de estimular el trabajo del colectivo, ha de prestar atención a las diferencias individuales, de los aventajados y de los rezagados, lógicamente. Deberá, en consecuencia, desarrollar un trabajo diferenciado con sus alumnos. (OECD/ UNESCO, 2001)

Pero, con todo, la pregunta previa es: ¿qué tipo de educación científica se debe ofertar y para qué? Si miramos al nuevo currículum, nos daremos cuenta de que la educación del alumno deberá lograr, al final del proceso, que el alumno sea un ciudadano que comprenda mejor el mundo y sepa cómo actuar, para lograr, evidentemente, el crecimiento económico y el desarrollo social duraderos. (Se echa en falta el desarrollo de la competencia *en ser* en el nuevo currículum).

Está claro que cualquier línea de investigación o de trabajo de cara al futuro deberá tener presente estas ideas elementales.

Con todo, las principales orientaciones sobre el aprendizaje de las ciencias recomiendan, entre otras: (OECD/ UNESCO, 2001)

La adopción de métodos activos que partan de la realidad
La vinculación entre los programas educativos y el contexto humano y social
Favorecer el enfoque interdisciplinario y de la contextualización.

El método, en sí mismo, constituye una forma de pensar que induce a tomar conciencia de un problema, a plantear posibles soluciones para resolverlo y a probarlas ordenadamente con el fin de obtener algún resultado.

La realización de proyectos o de microproyectos de aula es adecuada para concienciarse. Por esta razón, se debe procurar que el alumno disponga de un saber fundamental: el método científico como un proceso ordenado para aproximarse a la verdad y enriquecer la personalidad.

El ser humano aprende gran parte de lo que sabe a través de la experiencia, esto es, "haciendo" aquello que le ayudará a obtener datos y sacar conclusiones. Por esta razón, se debe recurrir a la realización de proyectos de aula, pues así el alumno aprenderá con gusto y mejorará su comprensión y su interés por aprender.

Un trabajo experimental en el aula optimiza las capacidades intelectuales, despierta la creatividad, la receptividad y la reflexión y refleja que el aprendizaje es una experiencia intencional y personal del alumno.

Recogiendo lo que he comentado en la anterior sección, el objetivo más importante a largo plazo sería el desarrollo de la informática aplicada al aprendizaje. Si bien es cierto que existe una rica variedad de recursos en la red, adecuarlos a la Guía Didáctica actual es una misión muy difícil, por lo que los esfuerzos deberían centrarse en evolucionar la sección de Matemáticas aplicadas en el ordenador.

En este sentido, al tratarse de un programa individual en el que se trabajan los conceptos de manera muy específica, la aplicación sólo exige una respuesta concreta y no se puede verificar el proceso realizado, valorando ese hecho como un fallo general aunque el alumno pueda haber dado todos los pasos bien y se haya quedado sin una corrección constructiva idónea. Habría que buscar la manera en que un ejercicio con una gama amplia de variables pudiera ser tratado por esos programas y, consecuentemente, se pudiera analizar cada sección, conociendo la situación de los errores para su posterior corrección, lógicamente.

Por otra parte, el trabajo de grupo se ve muy abandonado con esta metodología. En una sociedad en la que cada vez es más resolutivo este tipo de trabajo, habría que reflejar esa manera de interactuar en la preparación escolar, en este caso con los programas desarrollados. Una línea de actuación posible sería el trabajo en grupos reducidos.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS: LIBROS Y ARTÍCULOS CITADOS EN EL TRABAJO

- Amolasmates. (2010). *amolasmates 4º ESO*. Obtenido de http://www.amolasmates.es/cuarto_eso/temas4eso_1.html
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Madrid: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, K. D., & Hancsian, H. (1978). *Educational Psychology*. New York: Holt, Rinchart & Winston.
- Bruner, J. (1983). *Acción, pensamiento y lenguaje*. New York: Norton.
- Christiansen, C. (2 de Noviembre de 2012). *En la enseñanza secundaria se hace mucho y se entiende poco*. Obtenido de <http://www.abc.es/20121102/sociedad/abci-matematicas-suecia-profesores-ensenanza-201211011858.html>
- *Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers*. (15 de Noviembre de 2010). Obtenido de <http://www.youtube.com/watch?v=60OVlfAUPJg>
- Dirección General de Educación Tecnológica (2006). Capacidades para el aprendizaje de las Matemáticas. *Cuadernillos*. 4.
- El País. (13 de Mayo de 2012). *El informe PISA evaluará también la destreza económica de los alumnos*. Obtenido de http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/05/13/actualidad/1336933922_679166.html
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. New York: Herder & Harper.
- Freire, P. (1978). *La educación como práctica de la libertad*. Río de Janeiro: Paz y Tierra.
- García Hoz, V. (1988). *La práctica de la educación personalizada*. Madrid: Rialp.

- Gatto, J. T. (4 de Enero de 2010). *Hazte cargo de tu educación*. Obtenido de <http://www.yesmagazine.org/issues/una-educacion-para-toda-la-vida/take-back-your-education>
- Geary, D. (1990). A Componential análisis o fan early learning deficits in mathematics. *Journal of experimental child psychology*(49), 363-383.
- Generalitat de Catalunya. (12 de Enero de 2013). *ZonaClic*. Obtenido de <http://clic.xtec.es>
- Ginsburg, H. (1997). Mathematics Learning Disabilities: A view from developmental psychology. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 20-33.
- Google. (13 de Enero de 2013). *Google Scholar*. Obtenido de <http://scholar.google.com>
- Grau, J. (28 de Noviembre de 2012). *España, a la cola en el panorama educativo internacional en un nuevo informe*. Obtenido de <http://www.abc.es/sociedad/20121127/abci-espana-cola-educacion-clasificacion-201211271332.html>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, I. (2013). *Recursos Educativos*. Obtenido de <http://www.ite.educacion.es/recursos#mbpopup7889>
- Java, P. C. (12 de Noviembre de 2012). *CabriJava*. Obtenido de <http://www.cabri.net/cabrijava/index-f.html>
- Jimeno Pérez, M. (2006). *¿Por qué las niñas y los niños no aprenden matemáticas?* Barcelona: Octaedro.
- Junta de Andalucía. (16 de Enero de 2013). *Red Telemática Educativa de Andalucía*. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos>
- Nesher, P. (2000). Posibles relaciones entre lenguaje natural y lenguaje . *Matemáticas y educación*. , 109-123.
- OECD/ UNESCO. (2001). *Docentes para la escuela de mañana*. Francia: OECD.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2009). *Programa para la Evaluación de los Alumnos (PISA)*. <http://iaqse.caib.es/documents/aval2009-10/pisa2009-informe-espanol.pdf>. Obtenido de <http://iaqse.caib.es/documents/aval2009-10/pisa2009-informe-espanol.pdf>

- Piaget, J. (1967). *Lógica y conocimiento científico*. Buenos Aires: Proteo.
- Piaget, J. (1968). *Estudios sociológicos*. Barcelona: Ariel.
- Profesorado, I. N. (2011). *Contenidos de Matemáticas A en 4º de la E.S.O.* Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esomatematicasA/index.htm>
- Reuters España. (11 de Diciembre de 2012). *Los escolares españoles suspenden en matemáticas, ciencias y lectura*. Obtenido de <http://es.reuters.com/article/topNews/idESMAE8BA02420121211?sp=true>
- Robinson, K. (2009). *El elemento*. Barcelona: Grijalbo.
- Rodríguez Del Río, R., & Zuazua Iriondo, E. (13 de Enero de 2013). *Enseñar y aprender Matemáticas: Del Instituto a la Universidad*. Obtenido de <http://eprints.ucm.es/9538/1/enseniaryaprender.pdf>
- Rodríguez, M. R. (Febrero de 2009). *Cálculo Mental*. Obtenido de http://www2.gobiernodecanarias.org/educacion/17/WebC/eltanque/todo_mate/calculo_m/calculomental_p_p.html
- Ruíz Ortega, F. J. (17 de Diciembre de 2007). *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 3, 41-60
- Shodor Foundation. (13 de Enero de 2013). *EDUTEKA- Matemática Interactiva*. Obtenido de <http://www.eduteka.org/MI/master/interactivate/>
- Trindade, G. (15 de Febrero de 2012). *'Puedo hacer que cualquiera se enamore de la Física'*. Obtenido de <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/14/barcelona/1329249232.html>
- UNESCO. (13 de Diciembre de 2012). *Maths Experiencing*. Obtenido de <http://www.experiencingmaths.org/>
- UNIR. (2012). *Material no publicado. TICs, tema 3*.
- Vygotski, L. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós.
- *Walter Lewin, MIT professor: "All of you have now lost your virginity... in Physics!" (interview)*. (17 de Febrero de 2012). Obtenido de <http://www.youtube.com/watch?v=sF-m3XZKvLI>
- Wolfram, C. (28 de Diciembre de 2012). *Wolfram Demonstrations Proyect*. Obtenido de <http://demonstrations.wolfram.com/index.html>

ANEXOS

ANEXO 1

TEST: ANTES DE PROBAR LAS APLICACIONES

1. ¿Cuántas horas al día dedicas al uso de ordenador?
 - a. Menos de 1
 - b. Entre 1 y 2
 - c. Entre 2 y 3
 - d. Más de 3
2. Cuando estas delante del ordenador, ¿qué partido le sacas al uso de Internet?
(Ordénalos de mayor a menor)
 - a. Redes sociales
 - b. Lectura de blogs y noticias
 - c. Vídeos e imágenes
 - d. Juegos
3. Al buscar información en la red, ¿de qué ámbitos es?
 - a. Deportes
 - b. Televisión y música
 - c. Educativo
 - d. Otros
 - e. Si es otros, ¿cuáles?
4. ¿Cuántas horas al día dedicas a los deberes de Matemáticas?
 - a. Menos de 1
 - b. Entre 1 y 2
 - c. Entre 2 y 3
 - d. Más de 3
5. ¿Qué es lo que menos te gusta de Matemáticas?
 - a. No comprender los problemas
 - b. Tener que calcular y deducir
 - c. Memorizar fórmulas
6. ¿Qué haces cuando un problema matemático te da problemas?
 - a. Pedir ayuda a un compañero
 - b. Dejar el problema

- c. Buscar la solución
 - d. Consultar al profesor
7. ¿Cuál crees que es la función de un ordenador para trabajar las Matemáticas?
- a. Estudiar en el colegio con él
 - b. Inventar fórmulas y ecuaciones para profesionales
 - c. Trabajos de Bolsa
 - d. Sirve para todo, pero en el colegio no vale para nada

ANEXO 2

TEST: DESPUÉS DE PROBAR LAS APLICACIONES

1. Si ahora te ofreciesen el ordenador para estudiar Matemáticas con él, ¿Qué serías capaz de lograr?
 - a. Seguiría sin saber cómo hacer nada
 - b. Podría entender algún problema
 - c. Sería capaz de buscar información adicional
 - d. Concluiría todos los ejercicios con la ayuda del ordenador
2. Tras observar los usos que tiene un ordenador en la materia, ¿Cómo reaccionarías ahora cuando tengas una duda con problemas?
 - a. Preguntaría al profesor
 - b. Buscaría en los recursos del ordenador
 - c. No encontraría la solución
 - d. Mis compañeros me ayudarían
3. Después de probar las aplicaciones propuestas, ¿qué crees que te ha aportado?
 - a. Me ha entretenido
 - b. He aprendido
 - c. No me ha servido de nada
 - d. Me ha hecho indagar más en temas que me interesan
4. ¿Qué preferirías?
 - a. Estudiar mediante el ordenador la asignatura
 - b. Seguir con las clases tal y como están
 - c. Mezclar las clases y las aplicaciones informáticas
 - d. Otras
 - e. En este caso, ¿cuál?
5. ¿Cuál crees que sería el más difícil?
 - a. Un examen de lo aprendido en clase
 - b. Un examen con ejercicios usados en el ordenador
 - c. Un proyecto propuesto por el profesor sin examen
6. ¿Y el más interesante?
 - a. Un examen de lo aprendido en clase
 - b. Un examen con ejercicios usados en el ordenador
 - c. Un proyecto propuesto por el profesor sin examen