

La conexión matemática

Josefina Galán Olloqui
Marian Bermeosolo Urrea
Josu González Capetillo
Andrés Castrillejo Hernantes

EXISTE una gran cantidad de personas, que si bien están de acuerdo en que las Matemáticas son muy importantes y necesarias en el normal desarrollo de la actividad cotidiana, no sabrían expresar ejemplos de su utilidad, salvo los que hacen referencia a sencillos cálculos tales como pesar, medir o contar.

A partir de encuestas realizadas entre nuestro alumnado de REM, hemos obtenido un perfil de asignatura alejada de la realidad, sin utilidad en otros campos de la vida, que no resuelve problemas prácticos y, en todo caso, un perfil bastante diferente del necesario según los objetivos planteados para la asignatura.

Sin embargo, las Matemáticas están conectadas con muchos, variados e importantes aspectos de nuestra vida cotidiana y cultural tales como: la música, el arte, la tecnología, nuestra forma de razonar... habiendo contribuido en buena medida a su desarrollo aunque para mucha gente permanezca oculta.

Lo que hemos pretendido, precisamente, es mostrar algunos ejemplos que saquen a la luz la conexión de las Matemáticas con el mundo tecnológico. Para lo cual hemos aprovechado algunos talleres que tenemos en nuestro Instituto y hemos visto, al hilo de algunas prácticas que allí realizamos, las ideas matemáticas subyacentes.

Las matemáticas, una herramienta más en el taller

Aunque las Matemáticas no sólo son cálculos, uno de los argumentos que el profesorado de Matemáticas utiliza, curso tras curso, para que el alumnado respete y aprecie esta asignatura es la dimensión instrumental de las Matemáticas. Ante la pregunta: ¿para qué sirve esto? generalmente se responde que hay muchas disciplinas científicas

Este trabajo presenta un resumen del proyecto de innovación curricular realizado en el curso 1995/96 en el IES de Fadura (Getxo) y dirigido al alumnado de 2.º REM, también aplicable en un futuro en 4.º de ESO.

Se ha pretendido conectar con los talleres del instituto y comprobar la conexión tan estrecha entre las

Matemáticas y el mundo tecnológico y dar respuesta a muchas de las preguntas que insistentemente realiza nuestro alumnado; ¿Y esto para qué sirve?

**IDEAS
Y
RECURSOS**

cas: Física, Tecnología... que necesitan una mínima herramienta matemática para su desarrollo y tratamiento, teniendo el alumnado que hacer un acto de fe y creer que efectivamente es así.

Con el objeto de que el alumnado vea la conexión tan estrecha que existe entre las Matemáticas y el mundo tecnológico, y dado que nos encontramos en una situación privilegiada, ya que tenemos a nuestra disposición un gran laboratorio matemático: *los talleres*, en junio de 1995 presentamos un proyecto de innovación curricular, dirigido a los alumnos y alumnas de 2.º de REM, que pusiese en evidencia la relación existente entre esas disciplinas. Este proyecto fue aprobado y lo llevamos a cabo durante el curso 1995/96, habiendo tenido una gran aceptación por parte del alumnado.

Nuestro objetivo prioritario ha consistido en mostrar el carácter instrumental de las Matemáticas y poner en evidencia que para construir una pieza mediante el sistema de mecanizado por control numérico, o en la realización de un circuito electrónico, o para la lectura e interpretación en el Banco de Potencia FLA 203 utilizada en los talleres mecánicos de automóviles,... una de las herramientas que el operario tiene que utilizar para realizar esas actividades son las Matemáticas.

El ciclo más adecuado para llevar a cabo este proyecto es, en un futuro, el 2.º ciclo de la ESO, más concretamente en el 4.º curso. Actualmente, lo estamos aplicando en 2.º curso de REM. La razón por la que hemos elegido esta etapa educativa es porque será final para algunos alumnos y tendrá continuidad en la ESPO para otros. Es una etapa en la que la orientación adquiere una especial trascendencia, siendo uno de los objetivos de este proyecto «el conocimiento y apreciación de algunas actividades del mundo tecnológico».

Además, hemos querido poner nuestro granito de arena en la lucha a favor de la igualdad de sexos, permitiendo que mediante las prácticas que realizamos en este proyecto, nuestras alumnas vean que el mundo tecnológico es un campo al que ellas también pueden acceder, haciéndoles ver que no existen limitaciones, ni físicas, ni intelectuales, por su condición de mujeres.

El taller, un espacio interesante

Al alumnado, en general, no le resulta difícil encontrar Matemáticas en la vida cotidiana. Eso sí, unas Matemáticas elementales, como pueden ser los números enteros o fraccionarios y las operaciones con ellos, así como la presencia de una geometría elemental para medir distancias, calcular áreas, o situaciones en las que necesitan resolver algunas ecuaciones. Pero sí les resulta más difícil dar una interpretación real a ecuaciones del tipo $x^2 + 1 = 0$, cuya solución les resulta imposible de conectar en el mundo

real. Sin embargo la unidad imaginaria y los números complejos son herramientas muy valiosas e imprescindibles para ciertos cálculos sobre aplicaciones físicas y tecnológicas tan concretas como la propagación de vibraciones o el análisis de la corriente alterna. La visita a un taller de Electrónica o Instrumentación, realizando una práctica referida a la corriente alterna, permitiría a nuestros alumnos y alumnas ver el porqué de la existencia de los números complejos y comprenderían el empeño de su profesor en que aprendan cómo se opera con ellos.

Que la trigonometría sirve para medir distancias, es algo que la mayoría de nuestro alumnado sabe, ya que somos muchos los profesores de Secundaria que realizamos actividades fuera del aula midiendo alturas de árboles, anchura de un río,... utilizando teodolitos construidos en clase. Pero la formación sería mas completa si nos acercáramos a un taller de Control Numérico que pertenece a la Rama Metal-Automatismos y vieran que con la trigonometría, no sólo se miden distancias, sino que se pueden construir piezas planas, en revolución o en relieve, piezas que pueden ser destinadas para la fabricación de un motor de un barco, un vaso de cristal, o cualquier objeto que tenemos a nuestro alrededor, y todo esto, una vez más, utilizando la «herramienta» matemática.

Además, verían algo muy interesante, que es la importancia del cálculo exacto; en clase se trata la aproximación y estimación, aspectos no válidos en estos talleres, ya que cálculos erróneos provocan que las piezas construidas, que posteriormente se van a utilizar, por ejemplo, en la construcción de un motor de coche, sean defectuosas, suponiendo un perjuicio económico grave a la empresa.

¿Y las funciones...? Este es un tema que se le está dando mucha importancia en los diseños curriculares, tanto en la ESO como en la ESPO. También, por ejemplo, en el taller de Automoción están presentes y nuestro alumnado podrá

*...nuestras
alumnas vean
que el mundo
tecnológico
es un campo
al que ellas
también
pueden acceder,
haciéndoles ver
que no existen
limitaciones,
ni físicas,
ni intelectuales,
por su condición
de mujeres.*

deducir, según el comportamiento de algunas funciones, dónde puede estar la avería en un motor, si el consumo de gasolina es excesivo, etc.

En resumen, la presencia de las Matemáticas en diversos talleres es lo que se pretende mostrar, visitando algunos de los existentes en nuestro instituto.

El proyecto ha consistido en la realización de cuatro prácticas a lo largo del curso, siempre conectando con los contenidos Matemáticos que se han impartido en esta asignatura. Estas prácticas fueron las siguientes:

- Primer trimestre: «La trigonometría en la fabricación mecánica».
- Segundo trimestre: «Análisis de las funciones en Automoción» y «Algunas funciones en Electrónica».
- Tercer trimestre: «La Combinatoria y la Electrónica».

Esta última práctica se desarrolló de forma experimental.

Ejemplo de práctica

Cada una de las prácticas se realizó con un esquema semejante, que constaba de tres partes fundamentales: desarrollo, evaluación y análisis. para fijar ideas, ejemplificamos este esquema en la práctica llevada a cabo en el primer trimestre: «La trigonometría en la fabricación mecánica».

Desarrollo de la práctica

Se dividió en tres sesiones.

Sesión teórica en el aula

Se realizó en el aula, donde se trataron:

- Evolución histórica de la máquina-herramienta.
- Información de la especialidad Metal-Automatismos.
- Realización de cálculos matemáticos de la pieza que en la próxima sesión se iba a fabricar en el taller. Los cálculos realizados se muestran en la ficha de la figura 1.

...la presencia de las Matemáticas en diversos talleres es lo que se pretende mostrar, visitando algunos de los existentes en nuestro instituto.

El control numérico, controla una máquina-herramienta mediante un ordenador para realizar unas piezas determinadas. Se va a realizar la pieza dibujada más abajo, para lo cual es necesario que el operario que dirige la máquina conozca las coordenadas de los puntos de contorno de la pieza que se quiere fabricar.

Para ello, en esta sesión se realizarán los cálculos trigonométricos necesarios para el desarrollo de la práctica.

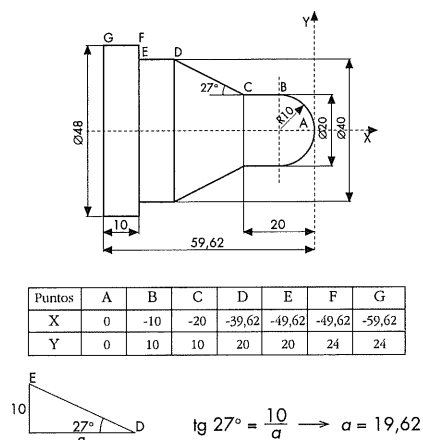


Figura 1

Esta sesión, de una hora de duración, la impartió el profesor de Matemáticas correspondiente.

En el desarrollo de esta sesión se utilizaron transparencias, diapositivas, así como una muestra de piezas, en metacrilato, que en la sesión siguiente se iba a construir en el taller.

Sesión práctica en el taller

La práctica se desarrolló en dos aulas del taller de Metal-Automatismos, con la mitad del grupo de alumnos en cada una.

En el aula de diseño y programación se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Se diseñó el plano de la pieza.
- Se presentaron los cálculos geométricos.
- Se elaboró la hoja de operaciones.
- Se preparó el programa del ordenador.

En el aula o laboratorio de prácticas tuvo lugar la fabricación de las piezas.

En primer lugar, se visitó el aula de diseño y programación, donde 15 alumnos y alumnas de 4.º y 5.º de FP de esta especialidad habían introducido en el ordenador el correspondiente programa y tenían la hoja de operaciones elaborada. Cada uno de los alumnos de 2.º de REM, en colaboración con los de los últimos cursos de FP, introdujeron en el programa los cálculos geométricos realizados en la sesión anterior, y simularon en pantalla la pieza diseñada.

Con el disquete que habían utilizado en el aula de diseño pasaron al aula de prácticas, donde introdujeron el disquete en el Centro de control de las tres máquinas-herramientas: torno, fresadora y centro de mecanizado, realizando las piezas correspondientes (fotografías 1 y 2).

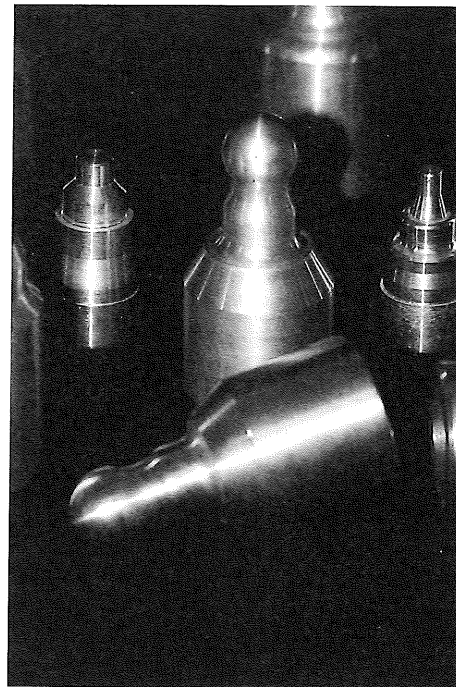
La duración de la sesión fue de una hora. La dirigió el profesor de Metal, con colaboración de alumnos y alumnas de 4.º y 5.º de FP de esa especialidad

Una vez terminada la visita, se completó la práctica, viendo el taller convencional de máquina-herramienta y así pudieron observar la evolución que ha experimentado en poco tiempo la especialidad de Metal-Automatismos.

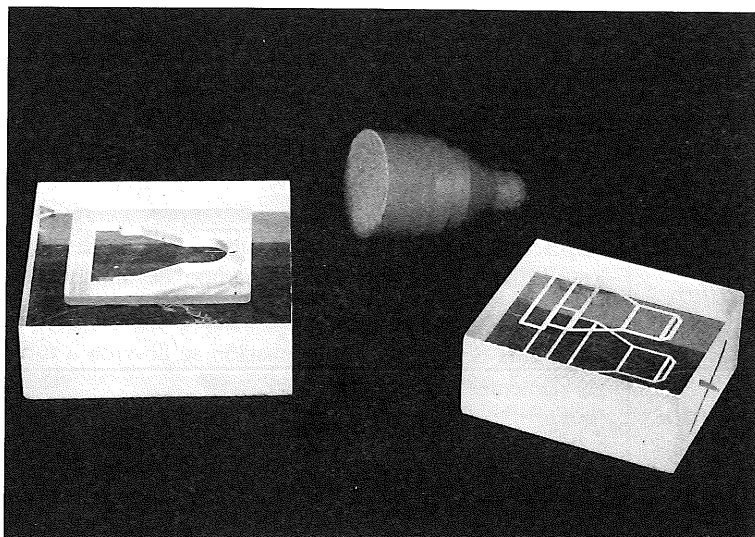
Sesión de reflexión de nuevo en el aula

Una vez terminada la visita al taller, los alumnos presentaron un pequeño informe sobre el desarrollo de la práctica. Con las conclusiones que se obtuvieron de la lectura de estos, se analizó en gran grupo:

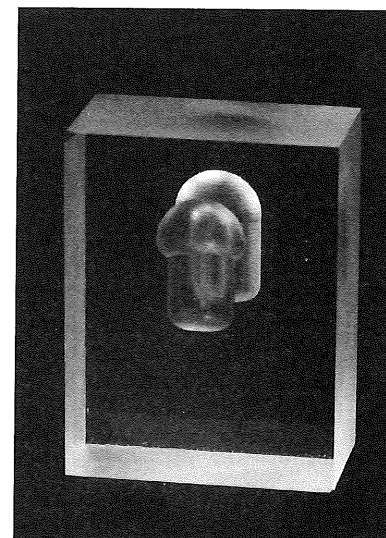
1.º) La presencia de las Matemáticas en ese taller. El profesor explicó qué otros conocimientos de esta asignatura se podían aplicar en Metal (fotografía 3).



Fotografía 2. En la construcción de estas piezas se han utilizado conocimientos de trigonometría. En las centrales, se han resuelto triángulos oblicuángulos y en el resto rectángulos



Fotografía 1. Piezas realizadas (de izquierda a derecha) en el centro de mecanizado, torno y fresadora



Fotografía 3. En la construcción de estas piezas se han utilizado conocimientos de derivadas

2.º) La actividad real que se realiza en el taller de Metal-Automatismos.

Así los alumnos y alumnas obtuvieron más datos para poder elegir el camino profesional que podían seguir una vez finalizado 2.º REM.

Como tarea, se propuso al alumnado que buscara en la sección de ofertas de empleo de los periódicos, anuncios que demandaran operarios de esta especialidad: torneros, fresadores, especialistas en C.N.C... Una muestra de los recortes presentados fue la siguiente:

eeti Especialistas en Trabajo Temporal, ETT, S.A.
 Nº Autorización Administrativa 79/0048/95
CONTRATA
Oficiales 1º, 2º y 3º
para TORNO DE DESBASTE y C.N.C.
para FRESA CONVENCIONAL y C.N.C.
 Contactar urgentemente : Gran Vía, 63 bis. 1º.
 48011 BILBAO - Telf.: 427 70 80

SOLIDA EMPRESA EN EXPANSION NECESITA
FRESADOR 1.a-2.a
 * Imprescindible experiencia C.N.C. Heidenhain.
 * Experiencia en troquelaría.
 Interesados llamar urgentemente al teléfono 4100520.

3.º) La no existencia de limitaciones física para realizar esta actividad.

En el desarrollo de la sesión en el taller se tuvo especial cuidado en que hubiera alumnas de 4.º o 5.º de FP realizando el diseño y programación de la pieza.

4.º) Se trataron aspectos concretos que en cada grupo habían despertado un interés especial.

Evaluación de la práctica

Para evaluar la práctica se utilizaron dos métodos:

Ficha para evaluar la actitud del alumnado en la visita al taller

El profesor de matemáticas del grupo, evaluó la actitud del alumnado en la visita al taller, utilizando el siguiente modelo.

Cada apartado se puntuó de 0 a 10, con el objeto de calcular medias aritméticas, y así extraer conclusiones de la actitud del grupo frente a la práctica. La media de los resultados por grupo viene expresada en la siguiente tabla.

Curso	Presta atención	Muestra interés	Formula preguntas	Toma anotaciones	Solicita más información
2.ºA	8,3	7,7	6,8	4,9	6,0
2.ºB	8,9	7,9	6,8	6,7	6,2
2.ºC	8,8	9,1	7,0	6,6	6,6
2.ºD	6,1	6,2	5,2	4,9	5,1
2.ºE	7,8	7,6	6,1	7,7	5,0
Total	8,0	7,7	6,4	6,2	5,8

Informes presentados por el alumnado

El alumnado presentó una serie de informes una vez finalizada la práctica. Las conclusiones extraídas fueron:

- En general describieron perfectamente el desarrollo de la actividad, incluso apuntando datos que el profesor de prácticas había comentado de forma somera.
- La mayoría se sorprendió ante la presencia de las Matemáticas en este taller. Esta práctica les dio ideas para el Concurso de Fotografía Matemática que se celebra anualmente en el instituto.
- En algunos, el taller de metal ha despertado interés como posible opción para cuando acabe 2.º R.E.M.
- Todos opinaron que la visita había sido interesante y entretenida.

De estos informes extrajimos frases interesantes, que expresan las opiniones de algunos alumnos sobre la práctica:

- * «Yo creía que todo lo que estudiábamos en Matemáticas no servía para nada».
- * «Hemos visto una salida para el futuro».
- * «Me parece un oficio interesante».
- * «Me he dado cuenta de que esta especialidad no es para mi, ya que soy bastante mala en Matemáticas».
- * «No sabía que había un taller así en nuestro instituto».
- * «En el taller sólo vimos a una chica, pero comentamos que no hace falta ser chico o chica para hacer lo que se hace en un taller».
- * «La visita fue muy educativa, hubiera sido muy interesante escuchar alguna opinión de algún alumno, cómo llegó hasta ahí, por qué, y si ha merecido la pena».

En general describieron perfectamente el desarrollo de la actividad, incluso apuntando datos que el profesor de prácticas había comentado de forma somera.

- * «Me gustaría volver, una experiencia interesante».
- * «Muy buena la visita, si no nos hubieran avisado nos hubiéramos quedado con la boca abierta, al ver que sí sirven las Matemáticas».

Análisis del desarrollo de la práctica

Una vez terminada la práctica reunidos los profesores llegamos a las siguientes conclusiones:

Respecto a la sesión teórica en el aula

Debido a que en una hora no hubo tiempo suficiente para tratar todos los aspectos previstos: históricos, información especialidad, cálculos matemáticos. Se propuso al departamento de Tecnología General que se incorporara el próximo curso al proyecto. La parte teórica de la práctica se impartiría en dos horas: una la impartirían los profesores de Tecnología tratando la historia e información de la especialidad de metal y la otra sesión los profesores de Matemáticas y tratarían la historia de la trigonometría y se realizarían los cálculos matemáticos previo a la visita al taller.

Respecto a la sesión en el taller

Se decidió que, para dar más agilidad y participación del alumnado, el profesor de Matemáticas iría formulando cuestiones básicas y sencillas al profesor de taller que pudieran interesar al alumnado tales como:

- * «Al estar todo mecanizado, ¿es una ventaja que no se necesiten para este trabajo cualidades como la fuerza?».
- * «Para trabajar en esta especialidad, ¿sólo hacen falta conocimientos matemáticos de trigonometría?».
- * «Las fresadoras y los tornos de una fábrica, ¿son de tamaños similar a éstos?».
- * «¿Cuál es el precio de estas máquinas?».
- * «¿Prestar atención a las pegatinas de las máquinas herramientas del taller C.N.C.!».
- * «Un tornero que lleva 20 años trabajando, ¿cómo se pone al día sobre C.N.C.».

También se vio lo importante que es «controlar» el vocabulario que en los talleres se utiliza, para que el alumnado entienda con más facilidad lo que allí sucede.

Además, para próximos cursos, decidimos diseñar una nueva pieza, que tuviese cálculos geométricos algo más complejos que el presente curso.

El alumnado ha asistido al taller encantado y esperando con gran impaciencia la próxima visita.

Respecto a la sesión de reflexión en el aula

Esta es la que menos se ha desarrollado, no por considerarla menos importante, sino por falta de tiempo que el

profesorado participante ha tenido. Sin embargo, para próximos años se ha elaborado ya un esquema para fomentar el debate y la verbalización de lo visto, presentando material complementario por transparencias, videos... así como otro tipo de conexiones matemáticas que se pueden realizar en cada taller.

Además, en esta sesión, el próximo curso se elaborarán posters que les fuerce a sintetizar lo visto en el desarrollo de todas las sesiones. Con todos los posters se realizará, al final del curso, un concurso.

Respecto a la evaluación de la práctica

Al evaluar la actitud del alumnado ante la práctica, se ha visto que los aspectos que se han valorado recogidos en el modelo de ficha eran correctos, no siendo así la escala utilizada (0 a 10), resultando esta excesiva y muy difícil de matizar. Por lo que para el próximo curso la escala será:

- 1: Actitud negativa.
- 2: Actitud normal.
- 3: Actitud positiva.

El alumnado, en cada práctica, ha presentado un informe con el objeto de comprobar:

- a) El grado de asimilación de la práctica.
- b) La capacidad de conectar las Matemáticas y la Tecnología.
- c) La opinión sobre la práctica realizada.

En algunos grupos no se ha recogido toda la información que se deseaba, por lo que para el próximo curso se elaborará un modelo, que deberá rellenar el alumnado, con un guión que contenga:

- Descripción de la práctica.
- Evaluación del desarrollo de la práctica.
- Aspectos que se deben modificar en la visita al taller.
- Comentarios «libres» que se deseen exponer.

*El alumnado,
en cada práctica,
ha presentado
un informe
con el objeto
de comprobar:
el grado
de asimilación
de la práctica;
la capacidad
de conectar
las Matemáticas y
la Tecnología;
y la opinión
sobre la práctica
realizada.*

Evaluación del proyecto

Una vez finalizadas todas las prácticas, se realizaron reuniones donde todos los profesores integrantes del proyecto evaluaron globalmente el mismo.

Un aspecto que se evaluó en cada una de las prácticas, fue la actitud del alumnado ante cada una de ellas. Los datos se fueron recogiendo, en cada práctica y por grupo se evaluaron tres prácticas de cuatro que se habían realizado, ya que la correspondiente a Combinatoria y la Electrónica se desarrolló de forma experimental.

Cada apartado de este modelo se evaluó de 0 a 10 puntos, calculándose medias aritméticas por grupo y práctica. En la siguiente tabla se resumen los resultados globales obtenidos.

	Práctica n.º1	Práctica n.º2	Práctica n.º3
Presta atención	8,0	6,4	8,0
Muestra interés	7,7	6,7	7,5
Formula preguntas	6,4	6,0	6,4
Toma anotaciones	6,2	5,6	6,3
Solicita más información	5,8	7,1	6,2

Se observa que la actitud, en una escala de 0 a 10, ha sido, en todas ellas, muy satisfactoria, destacándose la atención e interés que ha prestado el alumnado en todas ellas.

Además de la actitud se valoró la capacidad de asimilación del alumnado, sobre las prácticas que se fueron realizando, tanto en el aula como en el taller y así observar la capacidad de enlazar ambas.

También se quiso conocer la opinión que el alumnado tenía sobre el proyecto que estábamos llevando adelante y en el cual participaron activamente.

Para valorar estos dos últimos aspectos se les pidió que una vez finalizada cada práctica elaborasen unos informes con dos apartados obligatorios:

- Descripción de la práctica
- Opinión sobre ella.

Un aspecto que se evaluó en cada una de las prácticas, fue la actitud del alumnado ante cada una de ellas.

De estos informes, queremos destacar las siguientes conclusiones comunes a todas las prácticas realizadas:

- En general el alumnado ha visto la conexión inevitable entre las Matemáticas y el mundo Tecnológico.
- El grado de asimilación ha sido en la mayoría bastante aceptable a pesar de que en alguna práctica, la información fue excesiva y con un vocabulario muy técnico, del que por otra parte opinamos que no hay que prescindir.
- Todo el alumnado opinó que son prácticas muy interesantes, de las cuales han aprendido mucho.

Los objetivos del proyecto eran:

- Relacionar las Matemáticas con el taller y la vida real.
- Ayudar al alumnado en el proceso de orientación académica profesional.
- Eliminar conductas sexistas y discriminatorias.

Para evaluarlos se utilizaron tres variables, que sirvieran para comprobar si el proyecto había contribuido a modificar la opinión del alumnado. Éstas fueron:

- Utilidad de las Matemáticas.
- Conductas sexistas y discriminatorias.
- Conocimiento y apreciación de algunas profesiones.

Para recoger esta información se pasó una encuesta al comienzo del proyecto, en octubre y otra al final, en junio.

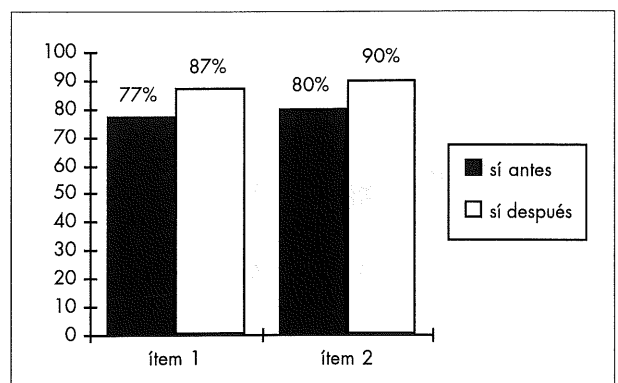
Los resultados obtenidos por variables fueron los siguientes:

Utilidad de las Matemáticas

Para medir esta variable se utilizaron:

Ítem 1: Constantemente te han dicho que las Matemáticas son muy útiles en la vida cotidiana. Aparte de para medir, pesar y contar, ¿crees que sirven para algo más?

Ítem 2: ¿Crees que cuando una persona realiza un circuito electrónico o una pieza para un coche, para la realización de estos trabajos necesita saber Matemáticas?



Observando el diagrama de barras anterior, se puede comprobar las variaciones antes y después del proyecto respecto a la variable «Utilidad de las Matemáticas».

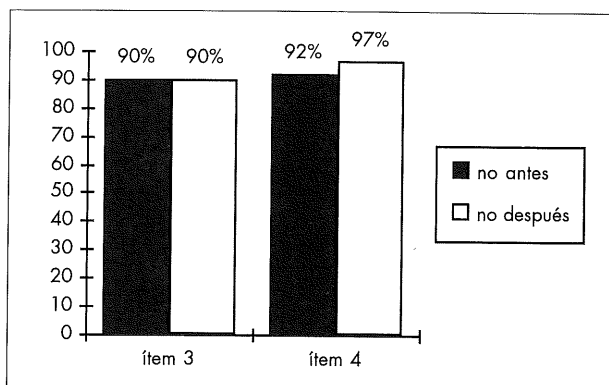
Conductas sexistas y discriminatorias

Para medir esta variable se utilizaron:

Ítem 3: Te parecería normal que una chica trabajase en un taller haciendo piezas para un frigorífico

Ítem 4: Si fueras dueño de una empresa de fabricación de TV contratarías a una chica para trabajar en el taller.

Observando el diagrama de barras de la figura siguiente, se puede comprobar que tenemos un alumnado (50% son chicos) que dice que no tienen conductas sexistas, por lo que el desarrollo de las actividades no ha variado sustancialmente su opinión.



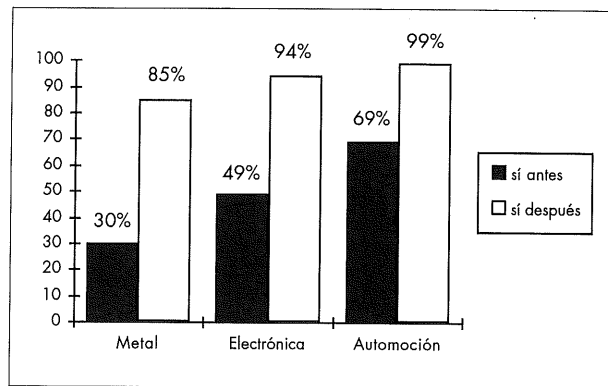
Conocimiento y apreciación de algunas profesiones

Para medir esta variable se utilizaron:

Ítem 5: ¿Conoces lo que se hace en un taller de Metal-Automatismos?

Ítem 6: ¿Conoces lo que se hace en un taller de Electrónica?

Ítem 7: ¿Conoces lo que se hace en un taller de Automoción?



Observando el diagrama de barras de la anterior figura, se puede comprobar las variaciones antes y después del proyecto respecto a la variable «Conocimiento de algunas profesiones».

Profesorado participante en el proyecto

- Alfonso Olaskoaga Fullaondo
- José Antonio Ibáñez Ramos
- Iñaki Gandarias Leiva
- Jesús M^a Basaguren Del Campo
- Agustín Martínez Montoya
- Isaac Aurre Bilbao
- Xabier Ostolaza Marín
- Anastasio Gómez Espinosa
- José Carlos Blanco Rodríguez
- Fermín González Estebanez

Josefina Galán
Marian Bermeosolo
Josu González
Andrés Castrillejo
IFP Fadura
Gelxo (Vizcaya)

SUMA

ENVÍO DE COLABORACIONES

Revista SUMA

ICE Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna, 12. 50009-ZARAGOZA

Tno.: 976 76 13 49

Fax: 976 76 13 45

E-mail: palacian@posta.unizar.es