



Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Estado actual del uso de las calculadoras en la enseñanza de las Matemáticas

State of the art on the use of calculators for teaching Mathematics

Alumna: Natalia Fernández Ibáñez

Especialidad: Matemáticas

Directores: Claudia Lázaro del Pozo y Tomás Recio Muñiz

Curso 2016 – 17

Junio 2017

Firma Autor:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Natalia Fernández Ibáñez', written over a light blue grid background.

VºBº Directores:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Claudia Lázaro del Pozo', written over a light blue grid background.

Claudia Lázaro del Pozo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tomás Recio Muñiz', written over a light blue grid background.

Tomás Recio Muñiz

Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) consiste en un análisis del estado actual de las calculadoras en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

Para ello, este documento recoge las referencias a estas herramientas tecnológicas en la normativa educativa, la opinión sobre las mismas de los coordinadores y miembros del tribunal de las pruebas de acceso a la Universidad, así como la posición de colectivos de docentes sobre las calculadoras. Además, se incluye una experiencia, realizada durante el Prácticum, relativa a su uso en los cursos de ESO y Bachillerato en los que he impartido docencia. El TFM termina con una valoración y conclusiones personales sobre este debatido asunto.

Palabras clave: Calculadoras, pruebas de evaluación, currículo, matemáticas.

Abstract

This Master Thesis is a step towards describing the state of the art on the use of calculators for teaching and learning Mathematics in Spain.

To achieve this, our work details references to these technological tools in our current legal regulations for education. It also includes the opinion on this subject from several groups of teachers and, more precisely, from those involved in the examination required to enter in the university system. Moreover, the Master Thesis describes a pedagogical experience, that I have developed along my internship, on the role of calculators for the ESO and Bachillerato courses I have been involved in.

This work ends with some reflections and personal conclusions on this arguable issue.

Keywords: Calculators, evaluation test, curriculum, mathematics.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REFERENCIAS A LA CALCULADORA EN LA NORMATIVA OFICIAL	4
2.1. REFERENCIAS AL USO DE LAS CALCULADORAS EN EL CURRÍCULO OFICIAL.....	6
2.1.1. <i>Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)</i>	8
2.1.2. <i>Ley Orgánica de Educación (LOE)</i>	10
2.1.3. <i>Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)</i>	12
2.2. REFERENCIAS A LAS CALCULADORAS EN LOS REQUISITOS DE ACCESO A LA DOCENCIA	16
2.3. USO DE LAS CALCULADORAS EN LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN.....	18
2.3.1. <i>Prueba de Acceso a la Universidad</i>	19
2.3.1.1. Opinión de los coordinadores de la prueba en Cantabria.....	23
2.3.2. <i>Programme for International Student Assessment (PISA)</i>	27
3. POSICIÓN DEL PROFESORADO SOBRE EL USO DE LAS CALCULADORAS.....	31
3.1. REVISTA SUMA	33
3.2. ESCUELA MIGUEL DE GUZMÁN.....	34
3.3. SOCIEDAD PUIG ADAM	36
3.4. NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM).....	38
4. MI EXPERIENCIA EN EL PRÁCTICUM	39
4.1. EL CONTEXTO DEL CENTRO	39
4.2. LAS CALCULADORAS EN EL PRÁCTICUM.....	39
4.3. OPINIÓN DEL DEPARTAMENTO SOBRE EL USO DE LAS CALCULADORAS.....	40
5. VALORACIÓN PERSONAL Y CONCLUSIONES	43
6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	46
7. ANEXOS	51
ANEXO I. ENTREVISTA A LOS COORDINADORES Y TRIBUNAL DE MATEMÁTICAS EN LA PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD.	51
ANEXO II. ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS DEL CENTRO DE PRÁCTICAS.....	67
ANEXO III. EJEMPLO DE PRUEBA CON CALCULADORA Y SIN CALCULADORA	94

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster (TFM) es estudiar la realidad, en nuestro país, sobre el uso de las calculadoras; la opinión que tienen los docentes de matemáticas sobre ellas; y cómo esta opinión puede influir en la frecuencia de uso de las mismas en las aulas y en las pruebas de evaluación externa.

Este objetivo respondería al afán personal por profundizar en el análisis de la introducción de las nuevas tecnologías en las aulas, entendiendo estas tecnologías como una herramienta de apoyo a la enseñanza de las Matemáticas. Además, desearía estudiar las ventajas y los inconvenientes que puede presentar el uso de estos instrumentos en la práctica del aula, así como la influencia que tiene el juicio de los profesores sobre ellos en la docencia.

A tal fin se comenzará revisando (véase sección 2.1. de este TFM) las distintas referencias a estos recursos en el currículo de matemáticas de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del Bachillerato en diversas leyes educativas españolas. En la sección 2.2. se abordará este mismo aspecto en los temarios de los procesos selectivos de los últimos años para el acceso a la profesión docente.

A continuación, en la sección 2.3, se considerará el uso de las calculadoras en distintas pruebas de evaluación externa, como pueden ser las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment) o la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU), actualmente denominada EBAU (Evaluación de Bachillerato para Acceso a la Universidad) o EvAU (Evaluación de Acceso a la Universidad)¹. En particular se realizará un estudio de la permisibilidad o no del uso de las calculadoras en las pruebas de acceso de las distintas comunidades autónomas. Se recogerán, además, a través de diversas entrevistas, las opiniones de la

¹ La falta de planificación, las dudas y la ausencia de organización concreta sobre las nuevas pruebas de acceso a la Universidad llegan a afectar incluso a su nombre. Nos encontramos con distintas denominaciones dependiendo de las Comunidades Autónomas, aunque todas heredarán, prácticamente, la misma estructura y procedimiento de calificación de las anteriores PAU. Véase por ejemplo <http://www.20minutos.es/noticia/3014987/0/evau-ebau-cuenta-atras-nueva-selectividad-junio/> [Consultado el 10 de mayo de 2017]

actual coordinadora general de las pruebas de acceso en Cantabria, la profesora María José González, y de los dos coordinadores de Matemáticas para dichas pruebas, los profesores Luis Felipe Tabera y Patricia Gómez. De forma análoga, se incluirá también la opinión de dos presidentes de tribunales de estos exámenes, los profesores Saturnino Marcos y Laura Bravo.

En el capítulo 3 se analizará el punto de vista de algunos colectivos de docentes sobre el uso de las calculadoras, para conocer su grado de aceptación en la enseñanza actual. Para ello se utilizará documentación de la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM), estudiando las referencias sobre estas herramientas que aparezcan en los Seminarios Federales que organiza la misma y en los artículos aparecidos en la revista Suma, que es el órgano oficial de difusión de la FESPM. Además, se revisarán las opiniones que, sobre este asunto, expresan los miembros de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas a través de las contribuciones enviadas al boletín que edita dicha Sociedad. Y ello por dos razones: por el gran interés que muestran, en general, a favor de la introducción de las nuevas tecnologías en el aula, y por la composición singular, dentro de la Federación, de su junta directiva, compuesta mayoritariamente profesores de universidad. De manera análoga, y para concluir este capítulo, se recogerá una aportación de la influyente sociedad National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

En el siguiente capítulo se expondrá la vivencia experimentada en un Instituto de Secundaria durante el desarrollo de mi periodo de prácticas como docente, detallando mi experiencia con el uso de las TIC y, más concretamente, con el uso de las calculadoras en las clases de Matemáticas. Además se recogerán los resultados de una serie de encuestas a los profesores del Departamento de Matemáticas de dicho centro, en las que se recaba su opinión sobre el uso de la calculadora en las aulas y en los exámenes. De esta manera, a lo largo de todo el trabajo se utilizarán tanto los métodos cualitativos (entrevista y observación en el aula) como los cuantitativos (encuesta), siguiendo las pautas recomendadas en la asignatura “Investigación educativa para mejora de la enseñanza y desarrollo profesional” del módulo genérico de este Máster.

Finalmente, se expondrán unas conclusiones en las que se detallarán los resultados obtenidos durante este trabajo, incluyendo una valoración personal sobre el uso de las calculadoras en la enseñanza de las matemáticas.

2. REFERENCIAS A LA CALCULADORA EN LA NORMATIVA OFICIAL

Desde la perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas se ha ido ampliamente analizando el papel de las herramientas tecnológicas en la enseñanza. Así, ya en el año 1985, la Comisión Internacional para la Enseñanza de las Matemáticas (International Commission on Mathematical Instruction, ICMI²), celebra una conferencia *ICMI que da lugar al ICMI Study* titulado “The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching” (Churchhouse, 1986). Un año después, la propia ICMI da a conocer otra investigación (conocida como el estudio ICMI Kuwait (Howson & Wilson, 1986)) en el que aborda de una manera muy destacada el previsible papel de las nuevas tecnologías en la década de los 90. Este tema recurrente continúa activo en la actualidad, como muestra el ICMI Study publicado en 2010 titulado “Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain” (Hoyles & Lagrange, 2010).

A pesar del optimismo que se desprende del estudio ICMI Kuwait, que da por hecho la implantación de nuevas tecnologías en el aula en los años 90, la situación real, incluso en nuestros días, se aleja de lo previsto. El eminente profesor Antonio Pérez Sanz, que fue durante unos años director del Instituto de Tecnologías Educativas del Ministerio de Educación (actualmente Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado³), en dos de sus trabajos fundamentales sobre este tema (2006 y 2008) realiza una crítica al estado actual de las nuevas tecnologías en los centros afirmando, en el año 2006, que “en la actualidad la integración de las TICs en las clases de matemáticas no es un fenómeno generalizado” (Pérez, 2006; 544). Posteriormente (2008) intentará dar respuesta a cuáles pueden ser las causas de esa ausencia de integración de las TIC en el aula de matemáticas, exponiendo lo que describimos a continuación:

² International Commission on Mathematical Instruction (ICMI).

<http://www.mathunion.org/icmi/publications/icmi-studies-publications/icmi-study-volumes-niss/>
[Consultado el 10 de abril de 2017]

³ <http://educalab.es/intef/introduccion> [Consultado el 10 de mayo de 2017]

- Los currículos: Los programas de matemáticas son muy parecidos a los que aprendían nuestros padres o nuestros abuelos. Se reducen a un listado de contenidos conceptuales en los que las referencias metodológicas tienen poco peso. De manera muy general sólo en los preámbulos de estos textos aparecen nombradas las TIC. Por ejemplo, se hace referencia a que hay que enseñar, en la ESO, los logaritmos neperianos usando las nuevas tecnologías; o se indica que los alumnos resolverán los problemas clásicos de aritmética y álgebra usando los ordenadores, etc.

Pero, como señala Pérez y se verá también a lo largo de todo este TFM (véase 2.1. para una descripción de la incidencia de las nuevas tecnologías en los currículos oficiales), en la práctica se está muy lejos de seguir las indicaciones que se recogen en el currículo.

- La metodología: Si bien los nuevos recursos tecnológicos han provocado una relativización de la importancia de algunos contenidos, ante la demanda de la sociedad actual de otro tipo de conocimientos y de actitudes matemáticas, “la tiza, la pizarra, la voz y el libro de texto siguen siendo las herramientas más utilizadas en las clases de matemáticas de cualquier nivel educativo.” (Pérez, 2008; s.p). Los profesores siguen dando las clases como las recibieron ellos. Además, como indica Pérez, es importante señalar que los futuros profesores de secundaria, a los que se les hace esta reclamación, no pueden utilizar calculadoras en sus procesos selectivos a la función docente (en adelante, oposiciones). La introducción de elementos innovadores en el aula es puntual y, en muchos casos, se encuentra con resistencias por parte del profesorado. Cualquier propuesta metodológica innovadora debe hacer frente a múltiples problemas pedagógicos actuales como, por ejemplo, la variada tipología del alumnado y la necesidad de personalizar el aprendizaje, la difícil gestión de la clase por el cambio del papel del profesor, actuando más como mediador que como único transmisor del saber y colaborando con el alumnado en la búsqueda y selección de informaciones externas, etc.

- La formación del profesorado: Es necesario dominar los aspectos tecnológicos, pero no es éste el único requisito para poder utilizar en clase estos recursos. “A lo largo de estos últimos años se ha realizado un notable esfuerzo de formación del profesorado para acercarle a las TICs y a Internet. Pero esta formación se ha escorado de forma significativa hacia los aspectos tecnológicos.” (Pérez, 2008; s.p). Teniendo en cuenta estas observaciones, el problema al que se enfrenta el profesor sigue siendo la gestión del aprendizaje de sus alumnos en un entorno de comunicación distinto al que venía siendo habitual.

Por todas estas razones dedicaremos la sección siguiente (2.1) a revisar la aparición de la calculadora en el currículo oficial. Del mismo modo, en la sección 2.2, haremos referencia a su presencia en el temario de las oposiciones a Educación Secundaria, dejando para la sección 2.3. el estudio de las restricciones del uso de dicho dispositivo en diversas pruebas de evaluación externa.

2.1. Referencias al uso de las calculadoras en el currículo oficial

Para analizar el estado de la cuestión y valorar la relevancia del tema que se desarrolla en este Trabajo Fin de Máster comenzaremos repasando las distintas leyes educativas españolas desde 1970, para analizar posteriormente las referencias a las calculadoras en los distintos currículos.

En poco más de 40 años España ha sufrido numerosos cambios en legislación educativa. Como indica López (2013), la normativa que ha regulado la enseñanza en España en este periodo es:

- 1970: Ley General de Educación (LGE). Impulsada por el ministro de educación José Luis Villar Palasí, fue la ley durante la cual tuvo lugar la entrada a la democracia y estableció la enseñanza obligatoria hasta los catorce años.
- 1980: Ley Orgánica del Estatuto de Centros Escolares (LOECE). Estuvo marcada por la joven democracia y el golpe de Estado del 23F. Fue

elaborada durante el gobierno de Adolfo Suárez, pero jamás entró en vigor.

- 1985: Ley Orgánica del Derecho a la Educación (LODE). Introduce el sistema de colegios concertados.
- 1990: Ley de Ordenación General el Derecho a la Educación (LOGSE). Es la que pone fin a la LGE de 1970, introduciendo la obligatoriedad de escolarización hasta los 16 años y la ESO. Otorga un gran peso educativo a las Comunidades Autónomas.
- 1995: Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes (LOPEG). Conocida también como la Ley Pertierra, fue rechazada por los sindicatos de profesores que consideraban que privatizaría la enseñanza pública.
- 2002: Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE). Pretendía reformar y mejorar la educación en España, según el gobierno, pero no llegó a aplicarse por el cambio político acaecido en las elecciones generales de 2004.
- 2006: Ley Orgánica de Educación (LOE). Se aprobó durante el gobierno de José Luis R. Zapatero, siendo publicada en el BOE en mayo de 2006. Algunos de sus puntos más polémicos fueron la inclusión de la asignatura de Educación para la Ciudadanía en detrimento de otras materias, así como el no restringir la promoción de curso de los alumnos con alguna asignatura suspensa.
- 2013: Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). Es la propuesta de modificación de la LOE.

López (2013) afirma que, de todas las leyes anteriormente referidas, únicamente tres han sido vertebradoras de la educación española: la LGE, que tuvo vigencia desde 1970 hasta 1990; la LOGSE que derogó a la anterior; y la LOE, de 2006.

Todos estos cambios legislativos, junto con la aparición de las nuevas tecnologías, han modificado varios aspectos del currículo de las matemáticas. En concreto, según Monzó y Orilles (1995), el uso de la calculadora elemental y de la calculadora gráfica científica ha dejado obsoletas algunas herramientas

tradicionales como las tablas de logaritmos y de razones trigonométricas. Además, estos autores señalan el cuestionamiento de la enseñanza manual de algunos algoritmos, argumentando que la eficacia de las máquinas, en la actualidad, es mayor que la de las personas. También indican que la reducción del tiempo dedicado a la realización de operaciones con lápiz y papel posibilita el análisis exploratorio de diversos problemas, permitiendo dar más peso a las estrategias personales de cálculo. Además, el uso de los dispositivos electrónicos ha influido notablemente en la enseñanza de la estadística.

A continuación se analizará la aparición de las calculadoras en el currículo oficial de las Matemáticas a lo largo de las diferentes leyes educativas que se han aplicado desde la LOGSE, tanto en ESO como en Bachillerato.

2.1.1. Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)

Como aparece recogido en la LOGSE, la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) debe proporcionar a todos los alumnos una alfabetización numérica, simbólica y geométrica. Es decir, deben adquirir una cierta destreza en las rutinas de cálculo y resolución de problemas.

En el currículo de enseñanzas mínimas de la ESO se incluyen unos objetivos de etapa y unos criterios de evaluación razonables para adquirir dicha alfabetización. Sin embargo, dentro de estos objetivos de etapa no hay referencias al uso de la tecnología.

No ocurre lo mismo con los objetivos específicos de la asignatura de Matemáticas. Por ejemplo, uno de ellos hace referencia explícita al uso de los recursos tecnológicos, indicando que la enseñanza de las Matemáticas en la ESO debe ayudar a desarrollar en el alumnado ciertas capacidades, entre las que se encuentran los algoritmos básicos y los instrumentos de cálculo. (Real Decreto 1345/1991. BOE Núm. 220, de 13 de septiembre de 1991).

Asimismo, en los procedimientos para interpretar, representar y tratar la información, que aparecen en esta norma, se incluyen algunas afirmaciones relacionadas con el uso de las nuevas tecnologías. Los alumnos deben ser capaces de elegir los parámetros más adecuados para describir una distribución, dependiendo de la naturaleza de los datos y del contexto, obteniendo estos datos mediante la metodología más adecuada. Es decir, tienen que ser capaces de obtener los números utilizando tanto los algoritmos tradicionales como la calculadora. (Real Decreto 1345/1991. BOE Núm. 220, de 13 de septiembre de 1991)

También están presentes estas tecnologías en los criterios de evaluación del área de Matemáticas, indicando, como objetivo, que el alumno sea capaz de elegir el método de cálculo más adecuado en cada caso, pudiendo optar por métodos de cálculo mental o con calculadora. Además, debe de adoptar una actitud favorable al análisis de los resultados obtenidos, contrastándolos con la situación de partida. (Real Decreto 1345/1991. BOE Núm. 220, de 13 de septiembre de 1991)

Como posteriormente indica Recio (2003) en una ponencia de estudio en el Senado sobre la situación de la enseñanza de las ciencias en España, “Falta, tal vez, una referencia a la nueva matemática que precisa el uso generalizado de los ordenadores (es decir, a la matemática para el ordenador, en vez de la referencia al auxilio del ordenador y de la calculadora para las matemáticas clásicas).” (Recio, 2003; 20)

A diferencia de la ESO, dentro de los objetivos del currículo de Bachillerato está el que los alumnos dominen los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y las habilidades básicas propias de la modalidad que elijan. Sin embargo, no aparecen referencias a las calculadoras ni en los contenidos, ni en los procedimientos, ni en los criterios de evaluación de las asignaturas de Matemáticas. (Real Decreto 1179/1992. BOE Núm. 253, de 21 de octubre de 1992).

2.1.2. Ley Orgánica de Educación (LOE)

Al igual que en la LOGSE, en el currículo de la LOE se apuesta por la integración de las nuevas tecnologías en la metodología de enseñanza en todas las materias. Así, uno de los objetivos generales de la Enseñanza Secundaria Obligatoria es el siguiente:

“Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías”
(Real Decreto 1631/2006. BOE Núm. 5, de 5 de enero de 2007; 679)

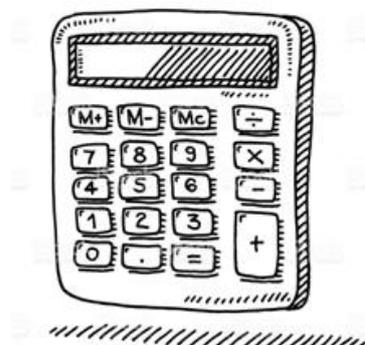
Concretamente, en los objetivos para la enseñanza de las Matemáticas se hace referencia a los nuevos recursos, como, por ejemplo, al uso de las hojas de cálculo para facilitar el proceso de organizar la información, hacer gráficos y tratar grandes cantidades de datos, liberando tiempo y esfuerzo que pueden dedicarse a la comprensión de ideas fundamentales. Se defiende también que, en la construcción del conocimiento, las calculadoras son herramientas esenciales para enseñar y aprender, teniendo en cuenta que son usadas en la vida cotidiana y considerando que esa realidad debería reflejarse en el aula.

De acuerdo con ello, en la LOE se plantea como objetivo general de las Matemáticas:

“Utilizar de forma adecuada los distintos medios tecnológicos (calculadoras, ordenadores, etc.) tanto para realizar cálculos como para buscar, tratar y representar informaciones de índole diversa y también como ayuda en el aprendizaje.” (Real Decreto 1631/2006. BOE Núm. 5, de 5 de enero de 2007; 752)

Posteriormente, en el desarrollo por cursos y en su división en bloques (bloque 1: contenidos comunes; bloque 2: números; bloque 3: álgebra; bloque 4: geometría; bloque 5: funciones y gráficas; y bloque 6: estadística y probabilidad), también aparecen alusiones a la calculadora, tanto en los contenidos como en los criterios de evaluación.

Dentro de los contenidos aparece reflejada la necesidad de que los alumnos sepan construir y utilizar estrategias personales de cálculo, tanto mental como con calculadora, y sean capaces de elegir la más adecuada de ellas, en función de la precisión exigida en el resultado y de la naturaleza de los datos. En el Real Decreto 1631/2006 (2007) se hace referencia, también dentro de los contenidos, a la utilización de calculadoras gráficas y software de ordenador para construir e interpretar gráficas, a la operación con números en notación científica, haciendo uso de la calculadora, y también al uso de la misma para el cálculo de razones trigonométricas y ángulos. (Real Decreto 1631/2006. BOE Núm. 5, de 5 de enero de 2007)



Los criterios de evaluación hacen referencia a saber elegir la forma más apropiada para resolver operaciones, ya sea mentalmente, de forma escrita o utilizando la calculadora. Analizando, posteriormente, la coherencia y precisión de los datos obtenidos.

Análogamente, en las propuestas curriculares para las Matemáticas en el Bachillerato, tanto en el Científico-Tecnológico, como en el de Ciencias Sociales, se hace mención explícita a la utilización de las nuevas tecnologías en los siguientes objetivos:

- Matemáticas I y II:

Se deben emplear los nuevos recursos tecnológicos para obtener y tratar la información, ayudar a la comprensión de los fenómenos dinámicos y ahorrar tiempo en los cálculos, además de servir como herramienta para la resolución de problemas. (Real Decreto 1467/2007. BOE Núm. 266, de 6 de noviembre de 2007)

- Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I y II:
Al igual que en las Matemáticas I y II, en las Matemáticas aplicadas a las Ciencias sociales se hace referencia al uso de variados recursos tecnológicos. Se incluyen softwares informáticos para la búsqueda y tratamiento de la información gráfica, estadística y algebraica en sus categorías humanística, financiera u otras, y a la capacidad de analizar los resultados obtenidos. (Real Decreto 1467/2007. BOE Núm. 266, de 6 de noviembre de 2007)

Curiosamente, los contenidos y los criterios de evaluación, para conseguir los objetivos anteriores y para valorar su logro, brillan por su ausencia.

2.1.3. Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)

A diferencia de las leyes educativas estudiadas anteriormente, en la LOMCE no se establecen objetivos específicos de las Matemáticas, sino que se entienden incluidos en los objetivos generales de etapa, tanto de la Educación Secundaria Obligatoria como del Bachillerato. A pesar de ello, como veremos a continuación, las referencias a los recursos tecnológicos aparecen en los estándares de aprendizaje evaluables y en los criterios de evaluación.

En el Real Decreto 1105/2014 (BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015), se expone que la resolución de problemas es uno de los ejes fundamentales de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En este proceso se involucran distintas competencias, entre ellas la digital, a fin de estructurar la información pertinente y, en su caso, servir de apoyo a la resolución del problema y a la comprobación de la solución.

En el desarrollo del currículo básico de Matemáticas se pretende que estén integrados los conocimientos y las competencias. Con este objetivo se formulan los estándares de aprendizaje evaluables. Además, existe un bloque común a la etapa, que es el eje fundamental de la asignatura, y que se articula sobre procesos que se consideran básicos e imprescindibles en el quehacer matemático: “la resolución de problemas, proyectos de investigación

matemática, la matematización y modelización, las actitudes adecuadas para desarrollar el trabajo científico y la utilización de medios tecnológicos.” (Real Decreto 1105/2014. BOE, Núm. 3, de 3 de enero de 2015; 408)

Por otra parte, las referencias a la calculadora en la etapa de la ESO aparecen, tanto en los contenidos por curso, como en los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables. A continuación se muestran algunos ejemplos:

Contenidos:

Dentro del currículo, las matemáticas fomentan el proceso de interpretación del mundo que nos rodea a partir del conocimiento de los contenidos y los procedimientos de cálculo y análisis. En los contenidos de la etapa de la ESO están la utilización de la calculadora para realizar operaciones con todo tipo de expresiones numéricas, para complementar la capacidad de realizar esos cálculos de forma mental, manual o con otros medios tecnológicos. Y todo ello teniendo en cuenta que el uso de las herramientas digitales no quiere decir olvidar la elaboración y enriquecimiento de estrategias que ayuden a mejorar el cálculo mental para la realización de cálculos aproximados. También aparece recogido en el Real Decreto 1105/2014, como contenido de esta etapa la utilización de las calculadoras gráficas y programables en el estudio de gráficas. (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015)

Criterios de evaluación:

Al igual que en la LOE, los criterios de evaluación de la LOMCE hacen referencia a saber elegir la forma más apropiada para resolver operaciones (mental, escrita o con calculadora), analizando y simplificando posteriormente los resultados, ya vengan estos descritos con números enteros o con fracciones, decimales o porcentajes. También se recogen en los criterios, para comprobar el grado de adquisición de los objetivos planteados, la capacidad de elaborar e interpretar gráficos y tablas estadísticas, teniendo los alumnos que ser capaces de entender los

parámetros estadísticos y trabajar con ellos utilizando lápiz y papel o calculadora u ordenador. (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015)

Lo antes descrito en los contenidos y en los criterios de evaluación queda reflejado, también, en los estándares de aprendizaje evaluables:

“Realiza cálculos con números naturales, enteros, fraccionarios y decimales decidiendo la forma más adecuada (mental, escrita o con calculadora), coherente y precisa” (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015; 411)

“Emplea la calculadora y herramientas tecnológicas para organizar datos, generar gráficos estadísticos y calcular las medidas de tendencia central y el rango de variables estadísticas cuantitativas.” (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015; 413)

Como viene recogido en el Decreto 38/2015 (BOC Núm. 39, de 5 de junio de 2015), en el Bachillerato dado el carácter evolutivo de las Matemáticas, se parte de los conocimientos adquiridos en las etapas anteriores y se enlaza con los nuevos conceptos. Además, el mismo Decreto 38/2015 (p. 3307) expone que la gran variedad de medios tecnológicos disponibles es esencial como recurso para experimentar en Matemáticas, haciendo un uso didáctico de ellos. Se considera allí que las herramientas tecnológicas facilitan la comprensión de conceptos, la ejecución de algoritmos, la resolución de problemas complejos y la ejecución de cálculos complicados.

A diferencia de la ESO, en el currículo de Bachillerato no hay referencia directa a las calculadoras en los contenidos del mismo, aunque sí aparecen en otros lugares referencias a los medios tecnológicos en general, como parte integrante del proceso de aprendizaje.

Por ejemplo, en los criterios de evaluación se apunta lo siguiente:



Los alumnos deben ser capaces de emplear herramientas tecnológicas de manera autónoma y adecuada, llevando a cabo cálculos numéricos, algebraicos o estadísticos, realizando representaciones gráficas, reproduciendo situaciones matemáticas mediante simulaciones o examinando con sentido crítico diferentes situaciones que ayuden a la comprensión de conceptos matemáticos o a la resolución de problemas. (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015)

Se puede observar cómo las referencias a las calculadoras en los estándares de aprendizaje evaluables son muy similares a las de la etapa de la ESO:

“Realiza operaciones numéricas con eficacia, empleando cálculo mental, algoritmos de lápiz y papel, calculadora o herramientas informáticas.”
(Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015; 416)

“Calcula probabilidades [...] mediante calculadora, hoja de cálculo u otra herramienta tecnológica” (Real Decreto 1105/2014. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015; 422)

Se puede observar en la evolución de las leyes educativas, desde la LOGSE hasta la LOMCE, una progresiva presencia de los medios tecnológicos, en general, y de la calculadora, en particular, en el currículo de Secundaria y Bachillerato. En resumen: inicialmente no aparecían referencias a las calculadoras en los contenidos; sin embargo, en la actualidad, éstas sí están presentes en los mismos.

El modelo de desarrollo curricular actual es un modelo de decisiones en cascada, situándose la Administración Central en el primer eslabón de la cadena, seguida

de la Administración Autonómica y, posteriormente, estarían el centro educativo y el propio profesor (Olavarría, 2017). Por este motivo, en esta sección, se han estudiado los currículos a través de los Reales Decretos de Enseñanzas Mínimas o Básicas, ya que son los que condicionan los Decretos de Currículo de las Comunidades Autónomas, aunque actualmente las competencias en educación están transferidas a estas últimas.

Concretamente, los Decretos que regulan el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en Cantabria no aportan nueva información respecto de los Reales Decretos antes referidos sobre el uso de la calculadora, en ninguno de los elementos de los currículos.

2.2. Referencias a las calculadoras en los requisitos de acceso a la docencia

En esta sección, análogamente a la anterior, se analizarán los distintos temarios que han regido y rigen los procedimientos de ingreso a los Cuerpos de Profesores de Enseñanza Secundaria, con el objetivo de estudiar la aparición de referencias a las calculadoras en ellos.

Debe aclararse que los temas son los mismos para toda España y se encuentran recogidos en el Boletín Oficial del Estado. La última prueba del concurso de acceso puede ser distinta en cada Comunidad Autónoma, ya que, está relacionada con el currículo de la misma⁴.

Para empezar, debe señalarse que resulta llamativo observar cómo, desde los temarios que recoge la Orden de 13 de marzo de 1991 hasta la actualidad, no ha habido cambios significativos en los mismos. En el caso de los profesores de Matemáticas, el temario hace referencia a temas transversales tales como la evolución histórica del Álgebra, de la Geometría, del Cálculo Diferencial, etc. pero no a los cambios metodológicos que podrían tener lugar en la resolución de problemas, debidos a la incorporación de las nuevas tecnologías en el aula.

⁴ <https://josesande.com/tag/oposiciones-secundaria/> [Consultado el 12 de mayo de 2017]

Sin embargo, sí que se han encontrado referencias a las nuevas tecnologías en los temarios de 1993 -que son los que siguen en vigor- de otras asignaturas, como, por ejemplo, Dibujo, en el “Tema 17. Las nuevas tecnologías y la imagen. Ámbitos y aplicaciones.” (Orden de 9 de septiembre de 1993. BOE Núm. 226, de 21 de septiembre de 1993; 27413)

Como es bien sabido⁵, en el año 2011, hubo un intento de implantar unos nuevos temarios de oposiciones, que no llegaron a aplicarse en ninguna oposición y fueron derogados⁶.

Como señalan los expertos en el uso de las calculadoras en la enseñanza de las Matemáticas, Abel y Marta Martín⁷, en este fallido proyecto de oposiciones para profesores de secundaria aparecía un nuevo tema que llevaba el mismo título: “Software para la enseñanza y el aprendizaje de “...”. Recursos en internet.” para múltiples asignaturas. Solo había que sustituir los puntos suspensivos que figuran entre comillas por el nombre de la materia: Física y Química, Filosofía, Lengua, Historia, etc. Sin embargo, en el caso de Matemáticas este tema tiene un tratamiento específico:

“Únicamente en la especialidad de Matemáticas este título sufre modificaciones y se amplía: “Utilización de la calculadora científica-gráfica y de la hoja de cálculo para el cálculo numérico y para el análisis gráfico y estadístico. Software para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Recursos en Internet”.” (Martín, s.f.)

Evidentemente se observa una intención, por parte de las autoridades educativas, de introducir de forma explícita el uso de la calculadora como herramienta habitual de trabajo en el aula. Pretendían con ello que las nuevas generaciones de profesores de Matemáticas se planteasen el conocimiento del manejo y la utilización de la misma en la metodología de la clase.

⁵ <http://www.anpe.es/wordpress/2012/02/07/el-ministerio-deroga-los-nuevos-temarios-de-oposiciones-y-prorroga-los-antiguos/> [Consultado el 17 de mayo de 2017]

⁶ <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2012-1825> [Consultado el 17 de mayo de 2017]

⁷ Véase www.aulamatematica.com/Revistas/pdf_revistas/22_7/22_7_24.pdf [Consultado el 18 de mayo de 2017]

Como se ha indicado anteriormente, estos temarios nunca llegaron a aplicarse, por lo que se puede afirmar que el conocimiento, incluso elemental, de la calculadora, como requisito para el acceso a la función docente, no ha existido nunca en España.

En otro sentido es preciso señalar que no está claramente regulado el uso de estas herramientas por parte de los aspirantes a profesor, durante los ejercicios de la oposición.

Poco más puede decirse sobre este tema, ante este radicalmente nulo panorama que se acaba de describir.

2.3. Uso de las calculadoras en las pruebas de evaluación

Como se ha visto en la sección 2.1., el uso de la calculadora se ha ido introduciendo, tímida y paulatinamente, en el currículo de Matemáticas a lo largo de las últimas décadas. Sin embargo, su uso está lejos de ser generalizado en numerosas pruebas de evaluación de carácter externo. Como se verá, en muchos casos subsiste la prohibición de algunos modelos la calculadora en tales pruebas, lo que supone – en nuestra opinión - una ruptura con la metodología de enseñanza-aprendizaje que persiguen las leyes educativas,

La posibilidad de permitir la utilización de las calculadoras para resolver las cuestiones planteadas en un examen ha sido un tema de gran discusión en el ambiente académico. Como se detallará a continuación, hay una gran división de opiniones en pruebas tan significativas como las de acceso a la universidad. También se hará referencia, para buscar un contexto radicalmente distinto, al papel de las calculadoras en unas pruebas de tanto impacto mediático como las pruebas PISA.

2.3.1. Prueba de Acceso a la Universidad

Desde el año 2007⁸, en las convocatorias a los exámenes de acceso a la universidad, se especifica, por parte de las administraciones educativas de las distintas Comunidades Autónomas, la prohibición del uso de diversos tipos de calculadoras. Son frecuentes instrucciones como las siguientes:

 UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	Pruebas de Acceso a la Universidad (LOE) Curso 2015 / 2016 Convocatoria: Junio / ASIGNATURA: MATEMÁTICAS
<p>Se permite el uso de calculadoras científicas siempre que no sean programables ni gráficas ni calculen integrales. Si algún alumno es sorprendido con una calculadora no autorizada, podrá ser expulsado del examen; en todo caso, se le retirará la calculadora sin que tenga derecho a que le proporcionen otra.</p>	

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID PRUEBA DE ACCESO A LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO Curso 2015-2016 MATERIA: MATEMÁTICAS APLICADAS A LAS CIENCIAS SOCIALES II	
<u>INSTRUCCIONES Y CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN</u> Después de leer atentamente todas las preguntas, el alumno deberá escoger una de las dos opciones propuestas y responder a las cuestiones de la opción elegida. Para la realización de esta prueba se puede utilizar calculadora científica, siempre que no disponga de capacidad de representación gráfica o de cálculo simbólico y <u>no tenga más de dos líneas de texto.</u>	

Esta restricción provocó una respuesta por parte de CASIO, justificando que una pantalla más amplia permite una mejor visualización de cara a evitar posibles errores de introducción de datos, pero que no incumplía la normativa de la prueba dado que una pantalla mayor no implica que la calculadora sea ni gráfica, ni programable.

Otro ejemplo es Aragón, donde resulta llamativo el amplio listado de prestaciones que no pueden presentar las calculadoras permitidas en las pruebas (posibilidad de transmitir datos, pantalla gráfica, resolución de ecuaciones, etc.). Añadiendo

⁸ La información que sigue se ha obtenido por comunicación personal (Vila, 2016)

que, si durante la prueba el Tribunal detecta alguna calculadora no permitida, su uso será considerado como el de una “chuleta”. (Aragón, 2016)

En Cantabria, este mismo año 2017, las indicaciones referentes al uso de la calculadora hacían posible utilizar una calculadora científica para la realización del examen, aunque remarcando que en absoluto era imprescindible. (Cantabria, 2017)

Marcan la diferencia comunidades como Castilla-La Mancha y Baleares, permitiendo, en el periodo que se ha consultado, el uso de cualquier tipo de calculadora (programable, científica o gráfica) siempre y cuando los resultados estén correctamente justificados. También Canarias, donde se pueden utilizar calculadoras gráficas y programables.

En general, los documentos consultados (Vila, 2016) muestran que, aunque se estén produciendo algunos cambios en las pruebas de acceso a la universidad, que posiblemente se empiecen a apreciar con la nueva ley educativa, a partir de 2017, la estructura, la forma de evaluar y las instrucciones acerca de las calculadoras permitidas en dichas pruebas se mantienen.

Así, es frecuente observar listados con los modelos de calculadora aceptados, verificando, todos ellos, la ausencia de determinadas prestaciones, como pueden ser: la no resolución automática de ecuaciones, que no operen con matrices ni calculen determinantes, derivadas o integrales, que no tengan capacidad de almacenamiento de texto ni pantalla gráfica ni sean programables, etc. Se suele considerar el incumplimiento de alguna de estas normas como una forma de copiar en el examen. Además, siendo conscientes de la dificultad de enumerar todos los modelos existentes en el mercado, los responsables de las pruebas indican que, en caso de duda, el Tribunal podrá requerir al alumno la calculadora, para averiguar las funciones que puede realizar la misma y, si se hallara alguna de las no permitidas, se podría penalizar al alumno.

Solamente en algunas Comunidades Autónomas se permite el uso de cualquier modelo, siempre y cuando la resolución del ejercicio o problema esté justificada.

La Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM), que ha organizado numerosos seminarios⁹ relativos a la utilización de las calculadoras en la enseñanza, también ha querido manifestar su opinión respecto al tema del uso de las calculadoras en las pruebas de acceso a la Universidad, declarando su desacuerdo con la prohibición de determinados modelos. Los modelos más restringidos de calculadoras son los de las gráficas provistas de un sistema de algebra computacional, conocido como CAS (acrónimo de Computer Algebra System), los de las restantes calculadoras gráficas y programables, y algunos tipos de calculadoras científicas. El argumento que las diferentes universidades emplean para justificar esta prohibición es que el uso de estas herramientas dificulta evaluar los aprendizajes de los estudiantes, porque las calculadoras realizan tareas y procedimientos que el alumno debería haber adquirido en el Bachillerato que son objeto de evaluación.

La FESPM defiende que existen investigaciones y experiencias que demuestran que el uso de estos dispositivos favorece el aprendizaje de técnicas, procedimientos y conceptos matemáticos, ya que el alumno puede centrar su atención en la reflexión, dejando en un segundo plano el cálculo. Su prohibición en los exámenes de acceso a la Universidad aumenta la brecha digital que existe entre nuestro país y otros países europeos. Por ejemplo, en Portugal¹⁰ es obligatorio el uso de las calculadoras gráficas en las pruebas de acceso a la Universidad y contienen problemas que no se pueden resolver sin ellas, ya que consideran el conocimiento del uso de este recurso esencial para la vida universitaria posterior. En Alemania, se diseñan exámenes adaptados al uso de las calculadoras gráficas y CAS¹¹. (FESPM, 2014)

⁹ <https://www.fespm.es/-Seminarios-> [Consultado el 30 de mayo de 2017]

¹⁰ Véanse algunos ejemplos de examen <http://www.casio-calculadoras.com/index.php/exames-nacionais> [Consultado el 24 de mayo de 2017]

¹¹ El sistema educativo alemán está organizado por 16 estados federales, es decir, cada uno tiene su propio ministerio de educación cuidando la regulación sobre el currículo y el examen. Respecto al uso de las calculadoras, hay estados en los que los alumnos pueden utilizar calculadoras gráficas o CAS y otros donde la científica es lo máximo. Véase <http://ne.lo-net2.de/selbstlernmaterial/m/abi/abiindex.html> [Consultado el 24 de mayo de 2017]

Para apoyar esta afirmación de la FESPM, acerca de la brecha digital existente entre España y muchos países europeos, en lo que sigue, se ampliarán los ejemplos anteriores detallando los casos de Francia y Finlandia, donde también se realizan pruebas de acceso o de final de etapa de Bachillerato adaptadas al uso de las calculadoras.

En Finlandia, en 2016, como se puede ver en la presentación “The Finnish Matriculation Examination¹²” se introdujo una nueva estructura de examen según la cual la prueba constaría de dos partes, A y B. Para realizar la parte A no se permiten herramientas tecnológicas, solamente un formulario, mientras que la parte B puede hacerse con calculadoras u otras herramientas tecnológicas.

En el caso de Francia, la utilización de la calculadora durante el examen de acceso requiere que la memoria de ésta sea inaccesible y que la comunicación con el exterior esté bloqueada. Para ello las calculadoras disponen del modo examen, que debe estar activado durante la realización de la prueba.¹³



Uso de la calculadora en el aula.

En definitiva, la FESPM coloca a España a la cola de Europa en el uso de las tecnologías para la enseñanza de las matemáticas y defiende el uso de las calculadoras CAS, las gráficas y las programables en cualquier nivel educativo y

¹² Véase <https://www.ylioppilastutkinto.fi/en> [Consultado el 24 de mayo de 2017]

¹³ Véase <http://www.apmep.fr/-Terminale-S-240-sujets-depuis-1999-> [Consultado el 24 de mayo de 2017]

en las pruebas de evaluación. Además, considera que, de acuerdo con las directrices curriculares, el uso de las calculadoras es necesario y muy conveniente para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Añadiendo también que, la ya importante experiencia acumulada, tanto a nivel nacional como internacional, muestra cómo el uso de estos recursos no produce efectos negativos en la capacidad de cálculo, ni reduce las posibilidades de comprensión de los alumnos, sino al contrario. De hecho, las calculadoras son herramientas que ofrecen un gran potencial para mejorar la comprensión de números y operaciones, así como de otros contenidos, ya que pueden estimular la actividad matemática.

2.3.1.1. Opinión de los coordinadores de la prueba en Cantabria

Como colofón a todo lo expuesto en la presente sección de este TFM, se ha considerado conveniente reflejar la opinión de los coordinadores de las pruebas de acceso a la Universidad, así como la de los presidentes de tribunal de las mismas, sobre el uso de las calculadoras en dichas pruebas. Para ello hemos realizado una serie de entrevistas (Anexo I).

Cabe destacar que los coordinadores de las pruebas de Matemáticas son matemáticos, mientras que los presidentes de los tribunales no tienen por qué serlo necesariamente, pero pueden influir, en la práctica, en el uso de las calculadoras en las pruebas. Por ello, y dado que la opinión de los profesores de Matemáticas se estudia más detenidamente en el capítulo 3, puede ser relevante saber qué piensan especialistas de áreas próximas a las Matemáticas, como puede ser la Física, área a la que pertenecen los entrevistados que no son matemáticos.

Una vez analizadas las respuestas de las entrevistas merecen destacarse los resultados que se exponen a continuación.

La primera cuestión planteada consistía en preguntarles si les parecía adecuado el uso de las calculadoras en las pruebas. La respuesta fue unánime: con el diseño actual de prueba la calculadora es un elemento prescindible, ya que las

preguntas están elaboradas para poder realizarse sin necesidad de esta herramienta.

Además, los entrevistados señalan que, tal y como está actualmente planteado el examen, la calculadora tiene más inconvenientes que ventajas. El principal aspecto a favor de su empleo es la seguridad que le aporta al estudiante, aunque no vaya a utilizarla o solamente lo haga para comprobar o repasar resultados de manera ágil. Sin embargo, el problema surge cuando la seguridad se convierte en dependencia, no sintiéndose capacitados de realizar la prueba sin esta herramienta.

Como ventaja del uso de estas herramientas, los entrevistados hacen referencia a la posibilidad de que los encargados de diseñar las pruebas puedan proponer cuestiones con resultados más complicados, facilitando así la elaboración de las preguntas. Al mismo tiempo señalan que el permitir el uso de estos dispositivos tiene el inconveniente de que habría que seleccionar problemas cuya solución no fuera dada directamente por la calculadora porque, aunque en la corrección del examen se aplique el criterio de no valorar aquellos resultados que se obtengan sin describir el procedimiento de obtención de los mismos, el conocer la solución final puede condicionar la resolución del ejercicio¹⁴.

El inconveniente más destacado, por parte de todos los entrevistados, es la falta de revisión crítica, por parte de los alumnos, de los resultados obtenidos por la calculadora, al considerar estos que es siempre correcto lo que obtiene la máquina. También, ligado a la variedad de modelos de calculadora existentes en el mercado, puede ocurrir que, dependiendo de las funciones que realice este dispositivo, unos alumnos se encuentren en desventaja frente a otros que tengan un modelo más eficaz.

Además de lo anteriormente expuesto, otro de los problemas asociados a la utilización de esta herramienta tecnológica, es el rechazo por parte de los

¹⁴ Por ejemplo: al resolver un problema de representación de una función, si la calculadora nos aporta la gráfica dibujada, a la hora de hacer el estudio de la función, es más difícil que el alumno se equivoque porque ya visualiza elementos de la función tales como los puntos de corte con los ejes, otros puntos notables, monotonía, etc.

alumnos hacia la manipulación de representaciones exactas de los números, al estar estos habituados a manejar siempre una aproximación decimal de los mismos. Ligado a esto, en numerosas ocasiones la calculadora puede ayudar al alumno a ocultar carencias sobre operaciones con fracciones, números como π o e , etc.¹⁵

Otro factor a considerar es que el uso de estos dispositivos en las pruebas podría ayudar a los alumnos en aspectos que no están previstos, lo que obligaría a una mayor vigilancia por parte de los vocales del tribunal examinador. Esta observación está relacionada con las restricciones de algunos modelos de calculadora en las pruebas de acceso a la Universidad, ya que se pretende evitar que la máquina efectúe una parte del trabajo que se quiere que realice el alumno directamente. Con la llegada al mercado de modelos cada vez más avanzados se llega a un punto en que la calculadora es capaz de dar respuesta inmediata a los procedimientos cuyo conocimiento se pretende evaluar. Puede ser debatible el planteamiento, en estas pruebas de acceso, de estos ejercicios que una máquina puede resolver, aunque la modificación de este planteamiento implicaría cambios en la enseñanza que van mucho más allá del ámbito de dichas pruebas.

En cuanto a la utilidad de la calculadora, todos los encuestados están de acuerdo de que debería usarse como apoyo a los procedimientos que ayudan a la comprensión conceptual. Se deberían encontrar, afirman, currículos que redujesen la parte procedimental lo suficiente como para apoyar a la parte conceptual, sin dedicar tanto tiempo a procesos algorítmicos. En este supuesto las máquinas facilitarían las rutinas de cálculo y se podría dedicar más tiempo a las modelizaciones, interpretaciones, etc. Es decir, los profesores entrevistados creen que se deberían priorizar los conceptos que tienen que asimilar los estudiantes y que la calculadora ayudase en su comprensión, empleándose no solamente como una herramienta de cálculo. Simultáneamente, los encuestados hacen hincapié en que los estudiantes deberían ser capaces de

¹⁵ Por ejemplo, si les pedimos calcular $2 + 3\pi$ el alumno puede pensar que el resultado es 5π , pero tratará de abordar esta cuestión sumando $2 + 3 \cdot 3,14$ y comparando con el resultado de $5 \cdot 3,14$.

plantear y resolver los problemas sin calculadora, sobre todo, para poder predecir, en muchos casos, el orden de magnitud del resultado y no cometer grandes errores.

Finalmente, se les preguntó por la estructura del examen, planteando la posibilidad de realizar dos pruebas, una con calculadora y otra sin ella. Ante esta cuestión todos coincidieron en que la prueba se complicaría sin obtener a cambio ninguna ventaja sustancial.

La situación que muestran los resultados obtenidos en las entrevistas está claramente alejada de una posible inclusión, a corto plazo, de las calculadoras programables o gráficas en las pruebas de acceso a la Universidad en Cantabria. Según los entrevistados esta inclusión obligaría a cambiar, en primer lugar, el currículo de Bachillerato y, posteriormente, la estructura de la prueba, proponiéndose ejercicios en donde el alumno tuviese que demostrar su capacidad para aplicar los conocimientos teóricos en determinadas situaciones, valorándose sobre todo qué cálculos debe realizar (más que su realización) y qué interpretación ha de dar a los resultados obtenidos.

Como conclusión, tras las entrevistas, el papel de las pruebas de acceso en la actualidad se resume en descubrir, a través de los cálculos, si el alumno domina un determinado concepto.



2.3.2. Programme for International Student Assessment (PISA)

Para acabar este capítulo se dedicará un breve espacio a estudiar el papel de las calculadoras en las pruebas PISA¹⁶, ya que, en relación con el panorama anteriormente expuesto, resulta inevitable comparar la perspectiva nacional con la de distintos países del mundo. En los últimos tiempos el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, PISA, se ha convertido en el principal baremo mundial para evaluar la calidad, eficiencia e igualdad de los sistemas educativos. PISA ayuda a identificar las características de los sistemas educativos de mayor rendimiento, permitiendo a gobiernos y educadores reconocer metodologías efectivas que puedan adaptar a sus contextos sociales.

La diferencia, en relación a las nuevas tecnologías, entre la forma de evaluar en las pruebas de acceso a la universidad y en las pruebas PISA, es notable. Las primeras siguen una metodología tradicional, de lápiz y papel, mientras que las segundas se encuentran en fase de cambio con la incorporación de los ordenadores en las pruebas.

Ya en los “Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012” (INEE, 2013) se remarcaba que la definición de competencia matemática incluye la utilización de programas digitales y herramientas de cálculo. La forma de evaluar las Matemáticas en soporte electrónico se ofreció como opción a los países participantes y constituyó un área para la innovación dentro del estudio de PISA 2012, adecuando las pruebas a la definición de competencia matemática antes mencionada.

Con anterioridad, como señala (INEE, 2013), la utilización de la calculadora se permitía en todas las pruebas de competencia matemática de PISA, aunque los problemas planteados se preparaban para que fueran lo más neutrales al uso de dicha herramienta. Por el contrario, en el año 2012, en las preguntas en formato papel, la calculadora se concebía como un mero apoyo a la resolución de

¹⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Informe_PISA [Consultado el 30 de mayo de 2017]

ejercicios, mientras que en las evaluaciones pensadas para ser desarrolladas en soporte digital ya integran en la propia prueba una calculadora online.

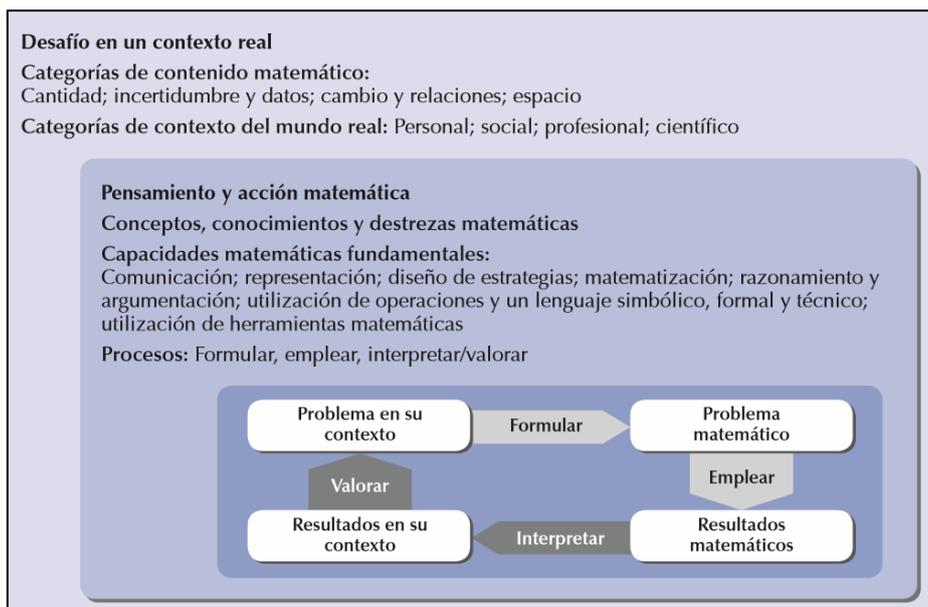
Además de esto, en PISA 2012 se incluyen otras herramientas TIC, como programas informáticos de estadística, instrumentos de medición virtuales, aplicaciones para la visualización y construcción geométrica, etc. Y se señala que esto ayudará a recabar información sobre las herramientas que se utilizan, cada vez más, para interactuar con el mundo que nos rodea y resolver los problemas, a la vez que posibilitará estudiar aspectos de la competencia matemática difíciles de valorar mediante las tradicionales pruebas realizadas en soporte papel. (INEE, 2013)

En la evaluación PISA 2015 la definición de competencia matemática es la misma que se definió en el marco de PISA 2012:

“La competencia matemática es la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. [...]” (INEE, 2016; 74)

En esta definición el énfasis se pone en la participación activa del estudiante en el campo de las Matemáticas. Precisamente los verbos “formular”, “emplear” e “interpretar” recalcan los tres procesos que han a llevar a cabo los alumnos para lograr la participación activa antes mencionada, en torno al razonamiento matemático y en el uso de conceptos, datos, procedimientos y herramientas matemáticas para explicar diversos fenómenos de la vida.

Se señala, además, que “las herramientas matemáticas mencionadas en la definición (*de competencia matemática*) se refieren a una variedad de equipo físico y digital, y de dispositivos de software y de cálculo.” (INEE, 2016; 74)



Un modelo de competencia matemática en práctica. (INEE, 2016; 75)

PISA 2015 corresponde al sexto ciclo de esta evaluación llevaba a cabo cada tres años, y por primera vez, el principal formato es el digital para todas las áreas. Mientras que las pruebas en toda España se ajustaron completamente a este formato digital, hubo países a los que se les facilitaron las pruebas en formato papel, ya que decidieron evaluar a su alumnado con este método.

Hay un gran número de investigaciones sobre el rendimiento en la prueba en función del formato de la misma. Algunos investigadores señalan que el formato digital puede influir en el rendimiento de los alumnos evaluados, tanto positivamente, encontrando en la resolución de problemas por ordenador una forma más atractiva de resolver problemas, como negativamente, resaltando la distracción que sufrían algunos estudiantes. A pesar de esto, de los análisis de estos datos se obtuvo como resultado que casi la totalidad de los parámetros de las preguntas se mantenían estables utilizando ambas metodologías, lo que posibilita situar a los alumnos en la misma escala de alfabetización y aritmética. Teniendo esto en cuenta, se formula la hipótesis de que las preguntas de matemáticas utilizadas en PISA 2012 podrían haber sido incorporadas a una pantalla sin que esto hubiera afectado a los resultados obtenidos. (INEE, 2016).

Con todo lo señalado en los apartados 2.3.1 y 2.3.2 se puede observar las diferencias entre estas dos importantes evaluaciones externas: las pruebas de acceso a la Universidad y las pruebas PISA. En las pruebas de acceso está permitida, como ya hemos visto en el apartado correspondiente, determinadas calculadoras científicas, según las diferentes Comunidades Autónomas. Sin embargo, en las evaluaciones de PISA, al realizarse en un soporte informático, se pretende que los alumnos utilicen la calculadora del propio software. Esto refleja la gran diferencia de concepción del uso de esta herramienta, y es que la Universidad parece que permite la calculadora con resignación, mientras que PISA la incluye como competencia digital, entendiendo esta como complemento esencial de la competencia matemática.

3. Posición del profesorado sobre el uso de las calculadoras

En lo expuesto anteriormente se ha observado cómo distintos documentos oficiales han tratado el uso de la calculadora: en unos casos (las leyes educativas), para resaltar sus posibilidades; y en otros (la normativa de las pruebas de acceso), para advertir sobre los peligros de su utilización. De igual modo se ha constatado la existencia de diferentes opiniones, por parte de los docentes, sobre el uso de estas herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

En la situación actual es un hecho que existe una falta de correlación entre los avances en nuevas tecnologías y los cambios en la forma de enseñar y aprender matemáticas. Ya Carrillo de Albornoz (2006) remarcaba la dificultad de afrontar cambios educativos relacionados con la metodología docente en el aula. La introducción de la calculadora en las clases no debe sustituir a los métodos tradicionales sino complementarlos. Sí bien es cierto que requiere algunos cambios en la forma de trabajar, tanto por parte del profesorado, como del alumnado. Siempre se encontrarán partidarios y detractores de la incorporación de la misma en el aula:

“Si estamos convencidos de las ventajas que aportan las calculadoras para la enseñanza de las matemáticas, como es mi caso, podemos preguntar a nuestros compañeros en el centro y comprobaremos que siempre encontraremos a alguien que pondrá una amplia relación de inconvenientes” (Carrillo de Albornoz, 2006; 99)

Otro de los numerosos autores que hace referencia a las calculadoras en la enseñanza de las matemáticas es Queralt Llopis (2000), quien indica que, si dicen que “la letra con sangre entra”, también se espera que “Las matemáticas con tecnología entran”. En su artículo expone una serie de actitudes que se favorecen con el uso de la calculadora gráfica en Educación Secundaria. En primer lugar, la atención del alumno, ya que el empleo de la calculadora favorece el estar atento, reaccionando ante el estímulo de la máquina. Y también el interés, entendido como la respuesta por parte del alumno a dicho estímulo.

Además, se ve incrementada la autonomía personal, al permitir al alumno afrontar problemas nuevos, así como apreciar la satisfacción producida al resolver problemas o descubrir una nueva forma de trabajo correcta y autorizada. (Queralt Llopis, 2000)

Como puede observarse existen tanto partidarios de las nuevas tecnologías como oponentes, pero lo que sí que es cierto, como indica González (2012), es que desde que los centros comenzaron a disponer de las nuevas tecnologías en el aula, las máquinas han evolucionado con respecto a su precio, aspecto externo, portabilidad, etc. y, paralelamente, ha cambiado el perfil de los usuarios de las mismas y, cómo no, la actitud de las propias instituciones educativas con respecto al papel que juegan las TIC en la formación de los estudiantes, situándose en el centro de las políticas públicas educativas en los países occidentales.

Actualmente, en España prima el aprendizaje basado en competencias; y una de las que debe adquirir el alumno en la Educación Secundaria Obligatoria es la llamada competencia digital. La competencia matemática es también una de las ocho competencias básicas que marca la ley. No hay que olvidar que matemáticas y TIC tienen una estrecha relación. En referencia a esto, García (2016) argumenta que las herramientas tecnológicas mejoran el proceso de aprendizaje, enriqueciéndolo siempre que se utilicen de forma correcta.

Por todo ello, y ante la diversidad de puntos de vista acerca del uso de las calculadoras en el aula, en este capítulo vamos a centrarnos en recoger la opinión de dos colectivos de profesores. Por un lado, la de aquellos enmarcados en la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM) y, para concluir, los de la influyente Sociedad National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). La NCTM, fundada en 1920, es la mayor organización de educación matemática del mundo, con 60.000 miembros y más de 230 afiliados en los Estados Unidos de América y Canadá.

La FESPM ha realizado y realiza¹⁷ numerosas acciones a favor del uso de la calculadora en los distintos niveles educativos, como, por ejemplo, la organización de seminarios o el desarrollo de los grupos de debate sobre el uso de la calculadora en las ediciones celebradas de las Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas (JAEM), así como publicaciones en su revista SUMA. Además, también en la Escuela Miguel de Guzmán de Educación Matemática, promovida periódicamente por la Real Sociedad Matemática Española (RSME) y la FESPM, se ha reflexionado sobre el uso de la calculadora. A continuación se recogen algunas ideas sobre calculadoras que han aparecido en estos últimos dos órganos de divulgación.

3.1. Revista SUMA

La revista SUMA¹⁸ se trata de una publicación, editada por la FESPM, de Didáctica de las Matemáticas, que comenzó a publicarse en 1988 y, a partir de entonces, con periodicidad cuatrimestral. El objetivo de la revista es presentar distintos aspectos relacionados con la enseñanza y aprendizaje del área de Matemáticas.



Es imposible hacer un este TFM un estudio detallado de todas las aportaciones que han aparecido en los cerca de 30 años de SUMA, relativas a la calculadora. Baste señalar que una búsqueda textual de la palabra “calculadora” en la herramienta de búsqueda de <http://revistasuma.es/revistas/>, arroja 26 artículos publicados con esa temática, lo que significa una aparición en cerca de uno de cada tres números publicados.

¹⁷ La próxima actividad en este sentido tendrá lugar en Cantabria, este otoño:

<http://www.ciem.unican.es/jornadas-sobre-diseño-e-implementación-de-experiencias-didácticas-con-calculadora>

¹⁸ En 2006 aparece la versión en la red. Véase <http://revistasuma.es/revistas/> [Consultado el 31 de mayo de 2017]

Una inspección superficial del contenido de los mismos parece confirmar la tesis del apoyo de la FESPM a la introducción de la calculadora en el aula, mostrando ejemplos, experiencias de aula y propuestas sobre su utilización.

3.2. Escuela Miguel de Guzmán

Desde 2005 se han sucedido distintas ediciones de la Escuela de Educación Matemática “Miguel de Guzmán”, anualmente en un principio y, bianualmente, en la actualidad. Se trata de una actividad que conjuga ponencias y mesas redondas en las que participan profesores de matemáticas de todos los niveles educativos. Se ha de destacar que, ya la primera de ellas, en 2005, se hacía referencia en su título a los ordenadores y la educación matemática¹⁹. Posteriormente se han tratado temas como los currículos de matemáticas en secundaria (2007)²⁰, un tema de actualidad en aquel momento, debido a la aprobación ministerial de las líneas básicas de los mismos como respuesta a la LOE, y cuyo desarrollo autonómico ha marcado la enseñanza de Matemáticas en los años sucesivos. En 2014 también se reflexionó, entre otras cosas, sobre los currículos de matemáticas, en la VIII Escuela de Educación Matemática Miguel de Guzmán con el título “Las matemáticas que necesitamos: creatividad y buenas prácticas en la educación obligatoria”²¹. La que hace referencia más específica al tema tratado en este capítulo del TFM es la última de ellas, la novena edición, llevada a cabo en 2016 y titulada “Qué enseñar y cómo hacerlo: metodologías activas”²².

Los objetivos de esta actividad han sido el reflexionar sobre los contenidos de la formación matemática básica actual y sobre las metodologías necesarias para

¹⁹ 2005, I edición: "Ordenadores y Educación Matemática". <http://www.rsme.es/content/view/82/93/> [Consultado el 30 de mayo de 2017]

²⁰ 2007, III edición: "Los nuevos currículos de matemáticas en Secundaria". <http://www.rsme.es/content/view/75/93/> [Consultado el 30 de mayo de 2017]

²¹ 2014, VIII edición: "Las matemáticas que necesitamos: creatividad y buenas prácticas en la educación obligatoria." <http://www.fespm.es/VIII-Escuela-de-Educacion> [Consultado el 30 de mayo de 2017]

²² 2016, IX edición: "Qué enseñar y cómo hacerlo: metodologías activas". <http://www.fespm.es/IX-Escuela-de-Educacion-Matematica> [Consultado el 30 de mayo de 2017]

desarrollar las competencias del alumnado. Se buscaba, a través de metodologías activas, fomentar la participación y la creatividad de los alumnos, intercambiando experiencias de éxito.

Además, se celebró en esta edición una mesa redonda sobre el tema “La calculadora en el sistema educativo español”.



En esta mesa intervino, entre otros, el profesor de Villarrobledo (Albacete), Juan Emilio García, quien en su ponencia (García, 2016) mencionó a la distinguida maestra María Antonia Canals, recogiendo el siguiente comentario de la misma: “De repente empecé a ver calculadoras en las manos de mis alumnos y alumnas, tenía que investigar para qué valía esa máquina en clase, y con espíritu abierto empecé a preguntarme por su utilización didáctica”.

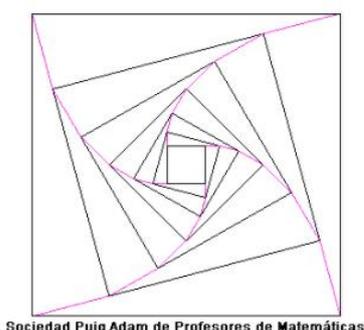
Este planteamiento profesional conlleva, de modo natural, el estudio de la funcionalidad del uso de las calculadoras y de cómo utilizarlas para ayudar al alumnado a que comprenda mejor los números y sus algoritmos.

García continúa diciendo que, sin embargo, todavía hay muchos profesores y padres que desearían que las calculadoras se prohibiesen hasta que los alumnos hayan conseguido manejarse con los cálculos sin su ayuda. A unos y otros habría que plantarles la reflexión de que la solución no está ni en prohibirlas ni en utilizarlas de cualquier modo.

De acuerdo con García (2016), se trata, más bien, de explotar su uso con fines formativos. Se debe estudiar cómo integrarlas y aprovecharlas para que los alumnos incrementen su capacidad de razonamiento utilizando esta herramienta, en lugar de atrofiarlo. La introducción de la calculadora debería colocar en un plano de igualdad la habilidad en el manejo de la misma y el cálculo mental o la estimación, de manera que cada una de las destrezas de cálculo

contribuya a las demás. La estimación del resultado debe promoverse en dos momentos del aprendizaje: antes de realizar los cálculos y después de obtenerlos, analizando la coherencia de lo obtenido. De esta forma el cálculo mental habrá que usarlo de manera habitual para prevenir posibles errores al pulsar las teclas de la calculadora. Esta herramienta realiza operaciones complicadas, pero no informa de qué procedimiento hay que seguir ante un problema planteado, ni analiza los resultados obtenidos.

3.3. Sociedad Puig Adam



La sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas edita, desde hace décadas, unos Boletines en los que aborda temas de relevancia en la educación Matemática.

Se señalarán a continuación algunos de los Boletines que hacen referencia al tema trabajado en este TFM.

Hasta el número 53 no se hacen referencias directas al uso de las calculadoras. Pero es entonces cuando Rodríguez (1999) realiza una propuesta metodológica haciendo uso de las calculadoras gráficas en el aula, llevando a cabo una reflexión sobre posibles cambios en el currículo en la enseñanza del Álgebra que estaba vigente en aquel momento (LOGSE). Por ejemplo, en el tema de ecuaciones lineales, señala que lo más habitual es que los profesores dediquen gran parte de su tiempo y esfuerzo a enseñar a los alumnos a resolver sistemas de ecuaciones dependientes de un parámetro porque será lo que se les pregunte en la Selectividad. En este sentido ya reflejaba la problemática, aún vigente, de que los profesores deben adaptarse a lo que se les va a exigir a los alumnos en las pruebas de evaluación para acceso a la educación superior. Este hecho dificulta el enfatizar en clase el que los alumnos reflexionen sobre lo que representa un sistema de ecuaciones lineales, provocando que cuando éstos estudien, por ejemplo, posiciones entre rectas y planos, en el bloque de

Geometría, no sean capaces de relacionar estos contenidos con los estudiados en el bloque de Álgebra.

Con el objetivo de poder dedicar más tiempo a la interpretación y utilización posterior de los conocimientos adquiridos, Rodríguez propone realizar únicamente operaciones sencillas a mano y fomentar el uso de las calculadoras en otro caso.

Esta idea fue apoyada por Carrillo de Albornoz (1999) quien indica que cambiar la metodología empleada en la enseñanza de las Matemáticas, contribuyendo a la incorporación de herramientas tecnológicas, como la calculadora, mejora los procesos de aprendizaje. Apunta, además, una serie de ventajas sobre el uso de estos dispositivos y lo justifica con la siguiente afirmación: “Que el alumno utilice la calculadora no supone aprender menos, sino aprender de otra forma”. (Carrillo de Albornoz, 1999; 58).

Dos años más tarde es Rosillo (2001), quien defiende el uso de la calculadora simbólica para la realización de cálculos asociados a una demostración de geometría analítica tradicional. La justificación se basaba en la facilidad de demostrar teoremas o construcciones, no muy evidentes, gracias a las posibilidades de la calculadora, utilizando procedimientos asequibles a alumnos de Educación Secundaria.

Posteriormente Quesada (2002) publicó un artículo con dos ejemplos sobre la integración de la tecnología en el estudio de polinomios en la Educación Secundaria²³. Con el primero pretende dar una idea de la posible trascendencia que las herramientas tecnológicas pueden tener en el currículo y, con el segundo, trata de ilustrar cómo éstas facilitan la enseñanza basada en preguntas (el estudiante se formula preguntas y las contesta por sí mismo).

En los últimos años, aunque la Sociedad sigue editando Boletines, ninguno hace alusión directamente a la calculadora. Alguno sí se centra en la resolución de ejercicios con medios tecnológicos, pero refiriéndose a programas de ordenador.

²³ Véase páginas 16-24 del siguiente enlace: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-89521/Boletin%2062%20de%20Soc%20PUIG%20ADAM.pdf> [Consultado el 25 de mayo de 2017]

Por ejemplo, el Boletín Número 92 “Sobre la generación y resolución automática de ejercicios con medios tecnológicos y la educación matemática – II” (Martínez y Roanes, 2012)²⁴ hace referencia al programa de cálculo simbólico Maple.

3.4. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)

El National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) también expresó su opinión sobre el uso de las calculadoras y recomendó que todos los estudiantes la usasen para centrarse en los procesos de resolución de problemas en vez de en los cálculos que traen asociados los mismos. Estas herramientas posibilitan trabajar con datos reales que estén más allá del nivel de destrezas de cálculo de los alumnos, permitiéndoles explorar, desarrollar y consolidar conceptos y experimentar con ideas matemáticas.

“Las tecnologías electrónicas, tales como calculadoras y ordenadores, son herramientas esenciales para enseñar, aprender y “hacer” matemáticas” (NCTM, 2000; 24)

La NCTM continúa señalando que se debe utilizar la tecnología de manera habitual y responsable en los programas de enseñanza de las matemáticas, con el objeto de enriquecer el aprendizaje por parte del alumnado. Se hace indispensable analizar las matemáticas que deben aprender los escolares desde la perspectiva de la evolución de los medios tecnológicos, así como la forma más adecuada de aprovechar esta evaluación. (NCTM, 2000)



En consecuencia, el NCTM invitó a editores y autores de libros de texto a que integrasen el uso de la calculadora en los materiales de cada curso. En la actualidad, aunque de forma muy escasa, se va cumpliendo esta petición.

²⁴ Comunicación personal. Los Boletines de menos de cinco años de antigüedad no se cuelgan completos en la web, por acuerdo de la Sociedad, únicamente aparecen los índices.

4. Mi experiencia en el prácticum

Tras el repaso al estado de las calculadoras en la enseñanza, desde distintos enfoques, llevado a cabo en los capítulos 2 y 3 del presente documento, he considerado oportuno hacer una reflexión sobre lo vivido durante el periodo de prácticas en relación a lo tratado anteriormente.

Ante todo quiero indicar que lo que a continuación se refleja es un caso particular de un centro y que, por tanto, puede no ser extrapolable a todos.

4.1. El contexto del centro

El centro en cuestión se encuentra ubicado en un edificio emblemático de la ciudad de Santander. Actualmente forman parte de la comunidad educativa en torno a 120 profesores y 1600 alumnos, y cuenta con una gran oferta, sobre todo en el Bachillerato, ya que, en él se imparten las enseñanzas de ESO y Bachillerato (diurno y nocturno) en las modalidades de Bachillerato Científico-Tecnológico, de Humanidades y Ciencias Sociales, y de Artes, así como el Bachillerato Internacional, que se compagina con el nacional. Así mismo se ofertan en el centro Ciclos Formativos de Grado Medio y de Grado Superior.

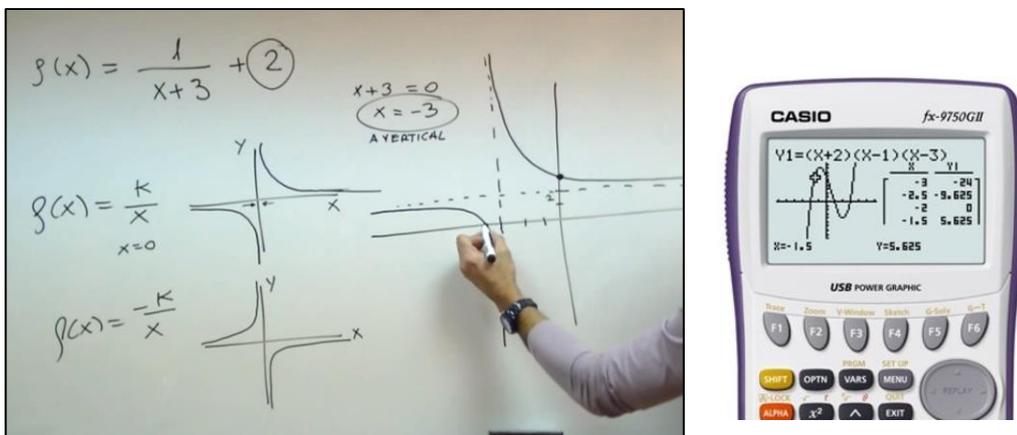
Dada la variedad de oferta educativa que ofrece, junto con su localización en el centro de la ciudad, su alumnado procede tanto de centros públicos como concertados y de distintos pueblos de la provincia. La situación socioeconómica y cultural de los alumnos es muy variada y esto hace de este instituto un centro educativo heterogéneo, plural y acogedor.

4.2. Las calculadoras en el prácticum

Durante los dos meses que duraron las prácticas, traté de involucrarme, lo más posible, en las actividades del instituto. De la mano de mi tutora, y de los distintos profesores que formaban el Departamento de Matemáticas, me adentré en las clases y en la metodología de enseñanza. Asistí a clases de diferentes niveles,

con distintos profesores, y tuve la oportunidad de compartir la experiencia con un 1º de Bachillerato Internacional y así conocer esta modalidad, que hasta entonces desconocía.

La metodología de enseñanza que primaba era la clase magistral y el método tradicional. La calculadora apenas se utilizaba y, en los primeros cursos de la ESO, incluso se prohibía su uso. Personalmente comparto que, en primer lugar, los alumnos deben alcanzar una soltura en el cálculo mental y un manejo en la resolución de ejercicios realizados con lápiz y papel, pero no entiendo cómo en los cursos más avanzados, como los de Bachillerato, no se aprovechan las ventajas y las posibilidades que ofrece la calculadora como recurso didáctico de apoyo en el proceso de enseñanza – aprendizaje.



Representación de funciones por el método tradicional y usando la calculadora.

4.3. Opinión del Departamento sobre el uso de las calculadoras

Buscando una respuesta a todo lo observado en mi periodo de prácticas y, entendiendo que el uso de las calculadoras en el centro estaba condicionado por lo que piensan los docentes sobre las mismas, quise conocer dicha opinión de los profesores del Departamento de Matemáticas sobre el uso de las calculadoras en las clases y en las pruebas de evaluación externa. Para ello realicé un cuestionario (Anexo II del presente documento), dividido en tres partes: datos personales, uso de la calculadora en el aula de matemáticas y uso de la calculadora en las pruebas.

Como se constata a través de las respuestas a las preguntas formuladas, se trata de un Departamento variopinto, compuesto por 5 mujeres y 3 hombres, con una experiencia docente de entre 12 y 34 años y licenciados en Ciencias Físicas o en Matemáticas. De los cuestionarios cumplimentados extraemos las conclusiones que se exponen a continuación.

En primer lugar, la mayoría de los profesores reconoce utilizar la calculadora para uso personal y la totalidad de ellos afirma usarla en su actividad docente. Sin embargo, dos de los ocho profesores encuestados no creen que los alumnos alcancen la competencia digital en sus clases. Al ser preguntados acerca de si la metodología tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos exigidos en el currículo, la respuesta fue casi unánime, siendo seis profesores los que contestaron que no.

En cuanto al uso de la calculadora en los distintos cursos, solo tres de los profesores encuestados opinan que es necesario en todos los niveles. Lo justifican diciendo que en todos los cursos hay temas que requieren su utilización. Los docentes restantes coinciden en que su uso no es recomendado para 1º y 2º de ESO, ya que los alumnos tienen que trabajar el cálculo mental, y que, a medida que se va pasando a niveles superiores, se puede incorporar para que aprendan a usarla, realicen operaciones con rapidez en bloques como geometría y estadística, etc.

Casi la totalidad de los docentes considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos, pero sólo la mitad dedica alguna clase a la realización de ejercicios con ella. Cuando se les pregunta por los inconvenientes que presenta, casi todos están de acuerdo en que los alumnos abandonan el cálculo mental. Algunos, además, añaden que estos no interpretan los resultados obtenidos, que su uso les sirve como excusa para no aprender las tablas de multiplicar o las operaciones. Es decir, algunos profesores consideran que el uso de la calculadora favorece el que los alumnos obvien la adquisición de conocimientos básicos: por ejemplo, facilitando la manipulación de números a través de su representación decimal y postergando operar con los mismos de manera exacta cuando esto sea posible, por ejemplo, si vienen

representados por fracciones. Únicamente una de las encuestas recoge, entre los inconvenientes, la necesidad de formar previamente al profesorado en el uso de la calculadora en el aula.

En cuanto a las ventajas, los profesores destacan la rapidez a la hora de realizar los cálculos, la eficacia, la comodidad, la utilidad para calcular gráficas y parámetros estadísticos, la ayuda de este recurso a la comprobación de resultados y al razonamiento matemático, etc.

Resulta llamativo observar que, ante la pregunta de si les parece interesante la metodología del Bachillerato Internacional, en donde se realiza una prueba con calculadora y otra sin ella, la respuesta fue unánime y positiva. En cambio, únicamente un profesor contestó de forma positiva a la pregunta de si consideraban necesario evaluar el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de problemas mediante el uso de dicho recurso. Además, siete de los ocho encuestados considera adecuada la prohibición de la calculadora en las pruebas de acceso a la universidad.

No ocurre lo mismo cuando se les pregunta sobre su uso en las oposiciones, donde casi la totalidad opina que debería de estar permitido.

Para finalizar, el cuestionario arroja conclusiones como la predisposición de los docentes a la hora de aprender a utilizar este recurso, ya que la mayoría ha realizado cursos de formación sobre la calculadora, mientras que, por otra parte, el cuestionario muestra una baja tasa de utilización de la misma en las clases y en las pruebas de evaluación, aun siendo consciente el profesorado de que así no se alcanzan todos los contenidos matemáticos exigidos en el currículo y estando de acuerdo con una metodología que sí que las utiliza en las pruebas, como la impartida en el Bachillerato Internacional.

5. Valoración personal y conclusiones

Después del análisis del uso de la calculadora en distintos aspectos de la Educación llevado a cabo en la realización del presente trabajo, me parece que la enseñanza de las Matemáticas que se lleva a cabo en nuestras aulas no está utilizando todos los recursos tecnológicos que poseemos en la actualidad, privando a los alumnos de las innumerables ventajas que, desde mi punto de vista, esto podría presentar.

En numerosas ocasiones los docentes se ven obligados a adaptarse a las condiciones que se van a encontrar sus alumnos en las futuras evaluaciones externas. Así, las pruebas de acceso a la Universidad, donde no se permite el uso de las calculadoras gráficas ni programables, puede resultar un lastre para aquellos profesores que sí quieren innovar en sus clases, pero que no se sienten respaldados por los niveles superiores, ya que el formato de examen sigue siendo el mismo desde hace bastantes años. Además de esto, teniendo en cuenta la diferencia de formato entre dicha prueba y las evaluaciones PISA, por ejemplo, se dificulta la tarea del profesor de conseguir que los alumnos obtengan buenos resultados en ambas pruebas.

Por otro lado, creo que el profesorado debe invertir más tiempo para poder realizar una metodología adecuada para el uso de la calculadora y no todos los docentes están dispuestos a ello. Me he encontrado con profesores que, por falta de motivación, u otras circunstancias, se sienten cómodos impartiendo las clases de forma tradicional y consideran que no deben renovarse. Están demasiado acostumbrados a que otros (Ministerio, Comunidades Autónomas, editoriales, etc.), les digan lo que tienen que enseñar y cómo.

En mi opinión, de acuerdo con Chaves (2009), debería de concebirse la calculadora como un ayudante en los procesos de consecución de objetivos, dado su poder de agilizar los cálculos, de manera y que el estudiante pueda concentrar sus esfuerzos en utilizar sus capacidades, habilidades, destrezas, aptitudes y valores para encontrar soluciones a los problemas planteados. Según

mi parecer, esta visualización descartaría la debatida amenaza que señala el uso de la calculadora como un obstáculo para el desarrollo del razonamiento matemático de los alumnos. Esta posición se refleja en la expresión:

“La calculadora no resuelve problemas, no piensa ni razona, solamente agiliza los cálculos” (MEP, 2005; 46)

Cabe destacar que es necesario un marco curricular consciente de las posibilidades que ofrecen estos dispositivos para la construcción de un proceso de enseñanza aprendizaje adecuado. Pero que, al mismo tiempo, reconozca la posibilidad de un uso inapropiado de estas tecnologías, que traería consigo dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas. Sin embargo, esta amenaza se puede considerar disipada con un uso adecuado de las mismas.

En relación con esto, es importante considerar la calidad de las situaciones y de los problemas que se proponen a los alumnos por encima de la calidad del propio recurso, así como la forma en la que el profesor y los estudiantes interactúan con el mismo. Es decir, la calculadora es un recurso didáctico y su papel queda definido según los objetivos y contenidos que se pretendan alcanzar y las competencias que se pretendan desarrollar.

Personalmente, me parece que la calculadora puede acercar al alumno a la resolución de problemas cotidianos, con operaciones tediosas, mostrándoles la utilidad de lo que están aprendiendo y eliminando la sensación, que en ocasiones tienen, de aprender solo para aprobar.

Estos dispositivos tienen multitud de ventajas y posibilidades, pero también entiendo que, frecuentemente, los profesores tienen problemas de tiempo para impartir todos los contenidos del currículo en un curso escolar, por lo que utilizar este recurso con todas sus posibilidades puede agravar la situación.

En cuanto a los resultados obtenidos en las entrevistas a profesores de Universidad (coordinadores y miembros del tribunal de las pruebas de acceso), así como en las encuestas a profesores de Educación Secundaria del centro de prácticas, se puede observar cómo ambos colectivos de docentes tienen una

visión muy parecida del uso de las calculadoras en la enseñanza de las Matemáticas. Visión que contrasta con las opiniones de otras Sociedades de Profesores o con otras metodologías de evaluación externa que hemos estudiado a lo largo de este Trabajo Fin de Máster.

A mi parecer lo adecuado sería combinar la metodología tradicional y las TIC, según la unidad didáctica y la prueba a desarrollar. Pienso que la pregunta esencial no es si se deben utilizar o prohibir las calculadoras en el aula, sino cómo y cuándo deben usarse. Hay que enseñar a los alumnos cuándo los cálculos mentales sean preferibles a la calculadora y cuándo no.

Me parecería interesante, como propuesta didáctica personal, poder aplicar en el último curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y en el Bachillerato nacional, la metodología de examen que realizan los alumnos del Bachillerato Internacional, consistente en la realización de una prueba en la cual está permitido el uso de las calculadoras, y otra en la que no. Así, en el Anexo III, he incluido una posible propuesta de prueba en este sentido.

Es cierto que manejar la calculadora, de forma adecuada y aprovechando todas las posibilidades que ofrece, requiere tiempo y dedicación, unido al problema de que no todos los alumnos tienen el mismo modelo y que, aunque similares, tienen distinto funcionamiento. Por ambos motivos, falta de tiempo para impartir el currículo y diversidad de dispositivos, junto con la no adecuación total del currículo actual para la introducción de esta herramienta digital, me parece difícil establecer esta propuesta en los centros de secundaria actuales, aunque considero que sería beneficiosa para los alumnos, ya que desarrollaría su habilidad para utilizar un recurso que estará presente en niveles superiores de su formación.

6. Bibliografía y webgrafía

- Carrillo de Albornoz, A. (1999). *“Diferentes opciones para la resolución de problemas con calculadoras gráficas”*. Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas. Núm. 53, p. 49-58.
- Carrillo de Albornoz, A. (2006). *“Interpretación matemática con calculadora gráfica.”* Unión. Revista iberoamericana de educación matemática. Núm. 7, p. 99-105.
- Centro Internacional de Encuentros Matemáticos (CIEM, 2016). *“La calculadora como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas”*.
<http://www.ciem.unican.es/fr/la-calculadora-como-recurso-did%C3%A1ctico-en-la-ense%C3%B1anza-y-aprendizaje-de-las-matem%C3%A1ticas>
[Consultado el 20 de abril de 2017]
- Chaves Barboza, E. (2009). *“Análisis de los fundamentos teóricos y metodológicos de los programas de estudio para las matemáticas”*. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Núm. 5, p. 55-53.
- Churchhouse, R.F. et al. (Eds). (1986). *“The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching”*. *Proceedings from a Symposium Held in Strasbourg, France in March 1985 and Sponsored by the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)*. ICMI Studies Series,1 Cambridge University Press.
- Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. BOC Extraordinario Núm. 39, de 5 de junio de 2015.

- FESPM (2014). “*La FESPM rechaza la prohibición de determinados tipos de calculadoras en las pruebas de acceso a la Universidad*”.
<http://www.fespm.es/La-FESPM-rechaza-la-prohibicion-de,265>
 [Consultado el 3 de mayo de 2017]

- García Jiménez, J.E. (2016). “*Aplicaciones didácticas de las calculadoras básicas en el aula*”. IX Escuela de Educación Matemática “Miguel de Guzmán”. [Comunicación personal a través de T. Recio].

- González, L. (2012). “*Monográfico: una calculadora gráfica para la enseñanza de las matemáticas*”. Revista INTEFP.
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/software-educativo/1056-monografico-una-calculadora-grafica-para-la-ensenanza-de-las-matematicas?showall=1> [Consultado el 15 de abril de 2017]

- Howson, G. & Wilson, B. (1986). “*School Mathematics in 1990’s*”. Kuwait. ICMI Study Series. Cambridge University Press.

- Hoyles, C. & Lagrange, J.B. (2010). “*Mathematics Education and Technology- Rethinking the Terrain*”. New ICMI Study Series, Vol.13. Springer-Verlag, US.

- INEE. Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). “*Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012*”. *Matemáticas, Lectura y Ciencias. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*. [Traducción al español de la publicación original de la OECD, “*PISA 2012 Assessment and Analytical Framework Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*”]
http://archivos.agenciaeducacion.cl/Marcos_pruebas_evaluacion_PISA_2012.pdf [Consultado el 24 de marzo de 2017]

- INEE. Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2016). “*Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2015*”. *Ciencias, Matemáticas, Lectura y competencia financiera*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [Traducción al español

de la publicación original de la OECD, “PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy,”] <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2015/07/Marco-de-evaluacion-PISA-2015.pdf> [Consultado el 24 de marzo de 2017]

- López, A. (2013). “*De la LGE a la LOMCE: Así son las siete leyes educativas españolas de la democracia*”. http://www.teinteresa.es/educa/siete-leyes-educativas-franco-wert-zapatero-aznar-ucd-psoe-pp_0_1007900025.html [Consultado el 9 de febrero de 2017]
- Ministerio de Educación Pública (MEP, 2005 a). “*Programas de estudios de matemática: Tercer Ciclo*”. San José, Costa Rica.
- Monzó del Olmo, O. y Orilles Rodríguez, J.M. (1995). “*La calculadora gráfica en la enseñanza de las matemáticas*” [versión electrónica]. Revista de Aula de Innovación Educativa. Núm.34. www.uv.es/omonzoz/PDF/aula.doc [Consultado el 15 de abril de 2017]
- NCTM (2000). “*Principles and Standards for School Mathematics.*” Reston, VA: NCTM. [Principios y estándares para la educación matemática. Traducción de Manuel Fernández. SAEM Thales. Sevilla 2003]
- Olavarría, J.A. (2017). “*Las Matemáticas en el currículo de la Educación Secundaria*”. Máster de Formación del profesorado, UC. [Conferencia impartida el día 13/01/2017]
- Orden de 13 de marzo de 1991 por la que se aprueba el contenido de los cuestionarios que han de regir en los procedimientos selectivos de ingreso en los Cuerpos Docentes de Enseñanza Secundaria y Maestros. BOE Núm. 66, de 22 de marzo de 1991.

- Orden de 9 de septiembre de 1993 por la que se aprueban los temarios que han de regir en los procedimientos de ingreso, adquisición de nuevas especialidades y movilidad para determinadas especialidades de los Cuerpos de Maestros, Profesores de Enseñanza Secundaria y Profesores de Escuelas Oficiales de Idiomas, regulados por el Real Decreto 850/1993, de 4 de junio. BOE, Núm. 226, de 21 de septiembre de 1993.

- Pérez Sanz, A. (2006). *“El profesorado de matemáticas ante las Tecnologías de la Información y Comunicación”*. La Gaceta de la RSME. Vol. 9.2, p. 521-544.

- Pérez Sanz, A. (2008). *“TICs y Matemáticas”*. VIII Jornades de la Societat d’Educació Matemàtica de la Comunitat Valenciana. Castellón. http://platea.pntic.mec.es/~aperez4/donosti/matematicas_tic.htm
[Consultado el 15 de marzo de 2017]

- Queralt Llopis, T. (2000). *“Las matemáticas con tecnología entran”*. Números. Revista de didáctica de las matemáticas. Núm. 41, p. 23-36.

- Quesada, A.R. (2002). *“Algunas observaciones sobre la enseñanza de polinomios en Secundaria usando las calculadoras gráficas”*. Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas. Núm. 62, p. 13-27.

- Recio Muñoz, T. (2003). *“Situación actual de la enseñanza científica en la secundaria”*. Boletín Oficial de las Cortes Generales, Serie I, 22 de mayo de 2003. Núm. 660, p. 17-22.

- Real Decreto 1345/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. BOE, Núm. 220, de 13 de septiembre 1991.

- Real Decreto 1179/1992, de 2 de octubre, por el que se establece el currículo del Bachillerato. BOE Núm. 253, de 21 de octubre de 1992.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE Núm. 5, de 5 de enero de 2007.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. BOE Núm. 266, de 6 de noviembre de 2007.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE Núm. 3, de 3 de enero de 2015.
- Rodríguez Soalleiro, M^a. D. (1999). *“Cambios curriculares en la enseñanza del Álgebra: una propuesta metodológica haciendo uso de calculadoras gráficas”*. Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas. Núm. 53, p. 38-48.
- Rosillo Fernández, N. (2001). *“Realización con calculadora simbólica de los cálculos asociados a una demostración de geometría analítica tradicional”*. Boletín de la Sociedad Puig Adam de Profesores de Matemáticas. Núm. 59, p. 74-82.
- Vila, D. (2016). *“Selectividad_calculadoras.pptx”*. Coordinador Casio España. División Educativa. [Comunicación Personal a través de C. Lázaro].

7. Anexos

Anexo I. Entrevista a los coordinadores y tribunal de Matemáticas en la prueba de acceso a la universidad.

Entrevistas a:

- María José González, coordinadora general de las pruebas de acceso en Cantabria.
 - Luis Felipe Tabera y Patricia Gómez, coordinadores de Matemáticas para la Prueba de acceso a la Universidad en Cantabria.
 - Saturnino Marcos y Laura Bravo, tribunal de la Prueba de Acceso.
- 1) Como coordinador/a para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?
 - 2) ¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?
 - 3) ¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?
 - 4) ¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?
 - 5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe de forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?
 - 6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?

- Coordinadora general de las pruebas de acceso en Cantabria.

María José González

- 1) **Como coordinador/a para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?**

Con los actuales programas de Bachillerato de Matemáticas, considero innecesario el uso de las calculadoras, porque el tipo de temario que hay y las preguntas que se hacen se pueden resolver sin utilizarla.

Desde el punto de vista de la gestión, es una máquina que introduce mucho ruido en el proceso ya que hay que estar pendiente de si el modelo que utiliza el estudiante está permitido o no.

En los actuales estándares de Bachillerato hay referencia al uso de herramientas tecnológicas, sin embargo, en los estándares correspondientes a la EBAU para el curso 2016-17, esos estándares no se han considerado prioritarios.

Existe la idea de que al usar la calculadora se está sustituyendo el conocimiento de los contenidos que tiene que tener el estudiante por los resultados que le da una máquina. Por este motivo, en la actualidad, la forma de hacer las preguntas en los exámenes hace que la calculadora no sea necesaria. En ese sentido, con los actuales programas de Bachillerato y de EBAU, creo que no habría necesidad de usar calculadora. Por ejemplo: en el bloque de álgebra, se le pide al alumno que resuelva un sistema de ecuaciones lineales. Si puede utilizar una calculadora que lo hace en un segundo entonces no tiene sentido preguntarlo. Habría que cambiar el programa de Bachillerato, los currículos y, en consecuencia, cambiaría la estructura de las pruebas.

- 2) **¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?**

Tal y como está ahora planteada la prueba, el uso de la calculadora tiene más inconvenientes que ventajas.

La principal ventaja es la seguridad que aporta al estudiante. Aunque no vaya a utilizarla, el hecho de llevar la calculadora le da tranquilidad.

El principal inconveniente es tener que proponer preguntas que no se resuelven directamente con calculadora. El hecho de que no se valoren únicamente los resultados, sino que también se tenga en cuenta el procedimiento, no es una solución eficaz al cien por cien. Si, por ejemplo, antes de empezar a hacer todo el proceso necesario para representar una función el estudiante la ve dibujada en la calculadora, cuando lleva a cabo los pasos de ese proceso no se equivoca porque sabe lo que tiene que obtener. Las calculadoras proporcionan una información que condiciona la resolución del ejercicio.

3) ¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?

Los problemas que más frecuentemente se han observado están relacionados con no saber interpretar los resultados que la calculadora proporciona. Por ejemplo: cuando aparecen resultados muy grandes o muy pequeños con notación científica, a veces no saben 'leer' los símbolos que aparecen en la pantalla de la calculadora.

Otra cuestión está relacionada con cálculos que hacen de forma aproximada, insistimos en que los resultados hay que dejarlos representados de forma exacta, por ejemplo, si el resultado es π , no es 3,14. Sin embargo, algunos estudiantes han desarrollado la idea de que todos los números deben expresarse en forma decimal y evitan cualquier otro tipo de representación. Esto es importante porque acaba generando un desconocimiento sobre la aritmética de ciertos números y sobre las formas de representación de esos números. Por ejemplo, se quedan intranquilos ante una expresión como $2+3\pi$. No les gusta dejar un resultado escrito de esa manera... incluso quizá lleguen a escribir ¡ 5π !. También ocurre que las representaciones decimales esconden algunas carencias, como no saber sumar fracciones.

Otra cuestión que ha ocurrido es que la representación decimal, al ser aproximada, ha dado problemas con resultados que están muy próximos. Dependiendo de la precisión que maneje, la calculadora puede llegar a identificar valores diferentes ($9999/1000$ y $99999/10000$).

4) ¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?

Se pretende evitar que la calculadora te dé resuelto el problema que te están preguntando. Lo que se persigue es que puedas usar esta herramienta para hacer cálculos elementales y no pierdas tiempo en ellos.

Los modelos de calculadora existentes son inabarcables. Además, hoy en día, una calculadora totalmente elemental te puede calcular un determinante o resolver un sistema de ecuaciones lineales. Entonces ¿qué evaluamos? Preguntamos al estudiante que sepa interpretar la resolución de un sistema en función de los valores que pueda tomar un parámetro. También hay máquinas que lo hacen, pero no las calculadoras elementales.

Entonces, se permiten los modelos que menos interfieren en el conocimiento que se pretende evaluar. Aunque en realidad, el fondo del problema es otro. En la vida real, en el ámbito profesional, los estudiantes no van a hacer los determinantes a mano. En ese sentido, las pruebas de acceso se quedan anticuadas. El Bachillerato podría introducir la actual tecnología en el aula y, lógicamente, la evaluación habría de adaptarse al tipo de enseñanza. Es necesario que los estudiantes sepan qué es un determinante, qué utilidad tiene en ciertos problemas, cómo se interpreta que valga 0, pero no es necesario poner el énfasis en el cálculo. Todo el tiempo que se dedica en la enseñanza a que los alumnos hagan determinantes de gran tamaño sin errores es como el que se utilizaba antes para que aprendieran a hacer raíces cuadradas, que ya no se usan. Un aprendizaje más actual nos llevaría a utilizar en el aula la tecnología, dedicando el tiempo a trabajar los significados y las interpretaciones, no tanto al cálculo rutinario.

- 5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe de forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?**

No se pregunta de forma directa el uso de la calculadora, supongo que debido a la cantidad de modelos que existen en el mercado. Por otro lado, aunque los estudiantes estén utilizando un modelo muy sofisticado, su utilización suele ser muy sencilla e intuitiva.

Sí considero que el uso de una calculadora puede ser beneficioso, pero, como he dicho, el manejo de estos dispositivos se logra muy rápidamente. Los estudiantes que se examinan de la EBAU este año han nacido en entornos muy tecnificados y han desarrollado de forma natural hábitos de uso de dispositivos electrónicos que les permiten usarlos sin esfuerzo y adaptarse a los cambios sin problema.

- 6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?**

Desde que estoy de coordinadora nunca se ha barajado esta opción. Creo que la evaluación debe ser coherente con el tipo de enseñanza que ha recibido el estudiante, y esto incluye el tipo de instrumentos que ha utilizado. Por eso, no veo la necesidad de evaluar dos veces.

Me encantaría que se introdujera un Geogebra u otro programa semejante en Bachillerato, entonces cambiaría totalmente la prueba. Pero es necesario repensar muy bien los currículos. Uno no aprende por un lado los conceptos y por otro los métodos rutinarios de cálculo, sino que va intercalando. Las rutinas de cálculo apoyan a la parte conceptual y viceversa. Entonces, esa introducción de tecnología en el aula no es obvia. Tendríamos que ser capaces de encontrar currículos que redujesen la parte procedimental lo suficiente como para apoyar a la parte conceptual, sin dedicarle tanto tiempo a las rutinas. Reorganizaríamos el tiempo para dedicarlo a lo que ahora se llama ser matemáticamente competente, que incluye saber modelizar un problema cotidiano, explorar

soluciones más o menos eficaces, interpretarlas en contexto, etc. Pero es muy complicado llevar esto a la práctica. En la práctica no solo hay argumentos teóricos sobre cómo se produce el aprendizaje, hay muchos otros factores: gestión del tiempo, tamaño de los grupos, cantidad de profesorado, disponibilidad de aulas y ordenadores, etc. Por tanto, también es una cuestión de eficiencia. Hay que buscar una manera en la que se prioricen las cosas que van a ser útiles al estudiante en su contexto social y en su futuro profesional, y tratar de adaptar los currículos formativos para lograrlo, no solo es que la calculadora sustituya un cálculo.

- Coordinadores de Matemáticas para la Prueba de acceso a la Universidad en Cantabria.

Luis Felipe Tabera

- 1) Como coordinador/a para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?**

En primer lugar, la calculadora en las pruebas de acceso es una herramienta que dispone el alumno pero que no es necesaria en ningún caso, ya que las preguntas están diseñadas para poder realizarse sin necesidad de calculadora. Dependiendo de cómo se diseñen las pruebas puede ser adecuado o no el uso de la calculadora. Con el diseño actual, me parece un elemento prescindible.

- 2) ¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?**

La única ventaja que aprecio para el alumno es que le proporciona seguridad de cara a afrontar los problemas de las pruebas de acceso, ya que puede comprobar y repasar los resultados de manera ágil. El inconveniente es que esa seguridad que le aporta al alumno puede convertirse en dependencia. Puede ser un problema que algunos alumnos no se sientan capacitados para realizar la prueba sin esta herramienta. Puede darse el caso de que alguien obtenga un resultado claramente erróneo debido a un fallo en el uso de la calculadora pero que lo tome por bueno sin analizarlo críticamente “ya que la calculadora me ha dicho que este es el resultado quién soy yo para contradecirla”. Ignoro si este problema también se presenta cuando los cálculos están hechos a mano.

- 3) ¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?**

No se han detectado problemas respecto al uso de calculadoras en las pruebas.

4) ¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?

Se supone que la calculadora es una herramienta para agilizar los cálculos que los alumnos dominan. Con la llegada de calculadoras cada vez más avanzadas (gráficas, programables etc.) se llega a un punto en el que la calculadora es capaz, por si sola de resolver los ejercicios propuestos, se puede debatir si es razonable o no plantear ejercicios que una máquina relativamente sencilla ya puede responder, aunque ello implicaría cambios en la enseñanza mucho más allá de las meras pruebas de acceso. Tal y como está planteado, no parece conveniente permitir dispositivos que dan una respuesta inmediata a los procedimientos que se pretenden evaluar.

5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe de forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?

Varios motivos, uno de ellos es la inercia, cualquier cambio en un proceso competitivo como son las pruebas de selectividad tiene que estar bien medido y meditado. Por otro lado, no todas las calculadoras tienen el mismo funcionamiento, capacidades o incluso forma de introducir los datos y las operaciones, sin uniformidad en estos parámetros pueden surgir problemas no previstos en una prueba de este estilo. ¿Cuál es el uso real que van a realizar los alumnos en el futuro de la calculadora? En mi experiencia personal, la calculadora solo tiene uso para las cuatro reglas (sumar, restar, multiplicar y dividir) ya que para cualquier cálculo más complicado se usa un ordenador.

6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?

Desde un punto de vista de la dinámica de la prueba, esta se complicaría. Distintas partes del examen implican cambios de ritmo, control de si usan o no la calculadora, una diferencia en la gestión del tiempo por parte del alumno o de la longitud de la prueba etc. No veo ninguna ventaja a esta posibilidad.

Patricia Gómez

- 1) Como coordinador/a o tribunal para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?**

En principio no veo problema en que las utilicen para determinados cálculos (estadísticos, obtención de puntos de una gráfica, etc.). No tiene sentido que se entretengan en calcular manualmente la raíz cuadrada de 137 o la exponencial de 3, por ejemplo. Sin embargo, el problema que detectamos después en la Universidad es que mecánicamente la utilizan para cualquier operación matemática por elemental que sea y se está perdiendo la agilidad en el cálculo mental de operaciones sencillas.

Eso sí, tal como están orientados los exámenes de Selectividad ahora mismo, les basta con una calculadora sencilla, ni gráfica ni programable, que están prohibidas. Últimamente, en los centros de Secundaria se está fomentando el uso de calculadoras, que sin ser ni gráficas ni programables, sí efectúan operaciones más complejas: cálculos matriciales, resolución de ecuaciones, etc. No son necesarias tal como están enfocados actualmente los exámenes de Selectividad. En la asignatura que yo coordino, Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II, se valora que sepan cuándo o para qué deben aplicar sus conocimientos matemáticos, y su capacidad para analizar resultados. Pero también es bueno que sepan realizar las operaciones correspondientes. De hecho, no se puntúa ningún resultado que no esté debidamente razonado.

- 2) ¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?**

Considero útil y necesario contar con una calculadora sencilla que les permita realizar las operaciones numéricas más complejas que surgen en el desarrollo de un ejercicio.

En el caso de las nuevas calculadoras que no son ni gráficas ni programables, pero sí realizan cálculo matricial, etc. si no todos los alumnos del examen cuentan con ella, están en desventaja, pues no pueden comprobar si sus cálculos son correctos y rectificar los posibles errores.

No son necesarias con el enfoque actual de la prueba en el caso de la asignatura que yo coordino: en la corrección del examen se valora de manera importante el desarrollo del ejercicio y el responder solo con el resultado final supone una calificación de 0. También se incluyen problemas en los que se evalúa la capacidad del alumno para aplicar sus conocimientos a una situación determinada y para analizar resultados, y en ellos no se requieren cálculos complicados ni que involucren cifras elevadas. Con una sencilla calculadora científica es suficiente.

3) ¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?

Hemos detectado algún problema en los primeros años de carrera. Lo he comentado con otros compañeros, que imparten docencia en diversos grados y que también observan lo mismo: la excesiva dependencia que tienen de la calculadora, pues hemos observado casos de alumnos que las utilizan para operar, por ejemplo, con dos enteros o para un producto tan elemental como $1 \cdot 0$. Se está incluso comentando en algunas asignaturas la posibilidad de prohibir su uso en los exámenes.

En lo que respecta a la asignatura que yo imparto en primero del Grado de Economía y del Grado en Administración y Dirección de Empresas, parte de la evaluación continua de la asignatura corresponde a prácticas con el software Maxima. Están orientadas a que el alumno lo utilice como herramienta para resolver problemas matemáticos. Los ejercicios que les proponemos requieren el dominio de la materia que vamos explicando, pero ellos creen que utilizar un software es escribir una orden que de forma mágica les resuelve el problema. Intentamos inculcarles la idea de que ellos tienen que saber primero qué hay que hacer. Ningún software les va a decir que para averiguar cuándo una matriz tiene

inversa tienen que obtener primero su determinante para saber si es nulo. Solo es capaz de calcular ese determinante, pero el razonamiento previo lo tienen que aportar ellos. Les cuesta mucho cambiar de mentalidad.

4) ¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?

No permitimos las calculadoras gráficas ni programables. Tal como se plantean en la actualidad el examen de Selectividad en Matemáticas Aplicadas a las CC SS II, se valora el razonamiento, el desarrollo del ejercicio y la interpretación de resultados, como por ejemplo, en la obtención de la gráfica de una función. Si analizan numéricamente el crecimiento, la curvatura, las asíntotas y dibujan una gráfica perfecta porque cuentan con una calculadora que se lo hace, el objetivo principal del ejercicio (la interpretación de resultados) queda completamente desvirtuado.

5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?

En los ejercicios propuestos en las pruebas de Matemáticas Aplicadas a las CC. SS II, se evalúa, además de saber qué cálculos realizar en cada situación, el desarrollo completo de los mismos: se valora que sepan derivar, integrar, operar con matrices, etc. Considero que los alumnos deben saber realizar estos cálculos. Pero creo que es igualmente importante que sean capaces de interpretar una situación e identificar qué conocimientos deben aplicar para resolverla. Ese tipo de problemas es el que se van a encontrar muchas veces en su futuro profesional y, por tanto, deben ser capaces de manejar herramientas informáticas que les permitan ahorrar tiempo y les faciliten el cálculo de operaciones de mayor dimensión. Su aprendizaje y evaluación se puede ya abordar en la Universidad, donde ya es más factible la realización de diversas pruebas con distintos enfoques.

En Selectividad siempre incluyo este tipo de preguntas, pero no requieren de cálculos complicados ni involucran números elevados y les basta una calculadora elemental.

6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?

Creo que las competencias de los alumnos deben abarcar tanto la capacidad de realizar los cálculos matemáticos que exige el programa de la asignatura, como la habilidad para saber aplicar sus conocimientos a una situación concreta. En este último caso, el uso de herramientas informáticas es una habilidad que deberán dominar en su futuro profesional. Para ello, deberían proponerse ejercicios en donde el alumno demostrase su capacidad para aplicar sus conocimientos teóricos a determinadas situaciones, es decir, se valoraría que supiera qué cálculos realizar y qué interpretación dar a los resultados obtenidos. Por tanto, no podría tratarse de enunciados tan obvios como la obtención de la inversa de una matriz o el cálculo del límite de una función dada. En la materia que yo coordino ya se incluyen cuestiones de este tipo pero no requieren de grandes desarrollos ni de un software más sofisticado. Con una calculadora elemental es suficiente y, por tanto, en un único examen ya puedo incluir preguntas de todo tipo.

Creo que sería positivo incidir en el uso de herramientas de cálculo y software matemático, ya en los primeros años de carrera, en las asignaturas con contenido matemático. Ya deben poseer una base matemática sólida y se puede profundizar más en este campo, siendo posible realizar varias pruebas de evaluación específicas en un aula de informática.

- Saturnino Marcos y Laura Bravo, tribunal de la Prueba de Acceso.

Saturnino Marcos

- 1) **Como coordinador/a o tribunal para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?**

Si, se trata de una herramienta útil que se utiliza corrientemente.

- 2) **¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?**

Ventajas: Se pueden proponer y resolver cuestiones con resultados más complicados, facilitando la elección de cuestiones.

Inconvenientes: Algunos alumnos corren el riesgo de no meditar el resultado de los cálculos y, a veces, los errores son enormes.

- 3) **¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?**

Hace tiempo que no corrijo en selectividad, pero es claro que algunos alumnos podrían ayudarse de ellas para aspectos que no están previstos en el examen. Esto obliga a una vigilancia más intensa por parte de los vocales que si no se utilizaran.

- 4) **¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?**

Se pretende evitar que la calculadora realice una parte del trabajo que se quiere que realice el alumno directamente. Por esto no se permiten calculadoras programables.

5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe de forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?

- Supongo que se considera suficiente con observar el uso que se hace de la calculadora cuando es útil en el examen.

- Creo que un dominio de la calculadora es útil, pero es necesario tener alguna idea de cómo se haría sin calculadora y, sobre todo, ser capaz de predecir el orden de magnitud del resultado para no cometer grandes errores.

6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?

Creo que hay que mantener un procedimiento de examen lo más sencillo posible. Esta complicación me parece innecesaria.

Laura Bravo

- 1) **Como coordinador/a o tribunal para las pruebas de acceso a la universidad, ¿qué opina sobre el uso de las calculadoras en las mismas? ¿Lo considera adecuado?**

Si, en ciertas asignaturas, pero solo para unos pocos cálculos

- 2) **¿Qué ventajas encuentra en el uso de dispositivos electrónicos para la resolución de los ejercicios por parte de los alumnos?
¿Qué inconvenientes?**

Ventajas: Solo incluiría en estos “dispositivos electrónicos” las calculadoras no programables. Son necesarias para algunos cálculos.

Inconvenientes: Todas las calculadoras traen ya display digital, por lo que pueden llevar copiados libros enteros... Y el peligro de que copien en el examen es muy alto.

- 3) **¿Qué problemas asociados a su utilización ha detectado más frecuentemente?**

En un examen, que pueden copiar. Por otro lado, a ese nivel (selectividad) quizás pierden la idea general del problema, el tipo de resultado que se espera obtener (orden de magnitud, por ejemplo), ... Creo que es pronto para presentarles ciertas asignaturas para que tengan que resolver sus problemas con software específico.

- 4) **¿Por qué motivos se permite unos determinados modelos de calculadora y otros no? ¿Qué se pretende evitar?**

Evidentemente se pretende evitar que copien. Pero en cualquier caso son instrucciones de la Coordinación de las pruebas de selectividad, actual EBAU.

- 5) En las pruebas de acceso, por lo general, no existe ningún ejercicio que evalúe de forma directa el saber usar la calculadora por parte de los alumnos. ¿Por qué? ¿Considera que un dominio de este dispositivo podría ser beneficioso para ellos en el futuro?**

De momento no, no creo que eso sea necesario, en mi opinión deben ejercitar otras habilidades primero.

- 6) ¿Qué le parecería la posibilidad de realizar dos pruebas, una para resolver con calculadora y otra sin ella?**

Significa introducir una nueva competencia. Esto creo que supondría replantearse totalmente la forma de presentar las asignaturas al estudiante. No sé, creo que deberíamos escuchar primero a los profesores de Bachillerato.

Anexo II. Encuesta a profesores de Matemáticas del centro de prácticas

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario, de carácter anónimo, formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

- 1) Sexo: Hombre Mujer
- 2) Años experiencia docente:
- 3) Titulación:
- 4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato
- 5) ¿En alguno de estos cursos?
- 4º ESO académicas 1º Bach. Ciencias 2º Bach. Ciencias
- 4º ESO aplicadas 1º Bach. Sociales 2º Bach. Sociales
- 1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional
- 6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?
- Si No En caso afirmativo: CURSO _____
- 7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Si No
- 8) ¿La utiliza en su actividad docente? Si No
- En caso afirmativo:
- Uso personal para la preparación de exámenes
- Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos
- Otros _____

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital en sus suficiente en sus clases? Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque _____

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque _____

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso? Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional? Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Si No

17) Cita dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

18) Cita dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Si No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Si No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Si No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Si No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Si No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en Educación Secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

- 1) Sexo: Hombre Mujer
- 2) Años de experiencia docente: 30
- 3) Titulación: LIC. CIENCIAS FÍSICAS
- 4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato
- 5) ¿En algunos de estos cursos?
- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> 4º ESO académicas | <input type="checkbox"/> 1º Bach. Académicas | <input checked="" type="checkbox"/> 2º Bach. Académicas |
| <input type="checkbox"/> 4º ESO aplicadas | <input checked="" type="checkbox"/> 1º Bach. Aplicadas | <input type="checkbox"/> 2º Bach. Aplicadas |
| | <input checked="" type="checkbox"/> 1º Bach. Internacional | <input type="checkbox"/> 2º Bach. Internacional |
- 6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?
- Sí No En caso afirmativo: CURSO CASIO // HP
- 7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Sí No
- 8) ¿La utiliza en su actividad docente? Sí No
- En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes
- Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos
- Otros _____

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque Porque en cada curso hay temas en los que el cálculo es secundario.

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque _____

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional?

Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Si No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Operaciones en la resolución de problemas,
Gráficas y parámetros estadísticos.

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Empoora el cálculo mental.

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Si No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Si No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Si No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Si No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Si No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

- 1) Sexo: Hombre Mujer
- 2) Años de experiencia docente: *25 años*
- 3) Titulación: *Licenciado en Ciencias Físicas*
- 4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato
- 5) ¿En algunos de estos cursos?
- 4º ESO académicas 1º Bach. Académicas 2º Bach. Académicas
- 4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas
- 1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional
- 6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?
- Si No En caso afirmativo: CURSO _____
- 7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Si No
- 8) ¿La utiliza en su actividad docente? Si No
- En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes
- Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos
- Otros _____

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Si No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Si No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque es necesaria para operaciones matemáticas

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque necesitan el cálculo mental

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Si No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional?

Si No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Sí No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Para cálculos trigonométricos

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Se pierde cálculo mental

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Sí No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Sí No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Sí No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Sí No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Sí No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

1) Sexo: Hombre Mujer

2) Años de experiencia docente: 26

3) Titulación: LICENCIADA EN CIENCIAS FÍSICAS

4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato

5) ¿En algunos de estos cursos?

4º ESO académicas 1º Bach. Académicas 2º Bach. Académicas

4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas

1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional

6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?

Sí No En caso afirmativo: CURSO Varios curso de calculadoras científicas gráficas y de cálculo simbólico, organizados o en colaboración con Texas Instrumento

7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Sí No

8) ¿La utiliza en su actividad docente? Sí No

En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes

Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos

Otros _____

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Si No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Ahorra tiempo en cálculos tediosos
Puede favorecer el razonamiento matemático

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Es necesaria la formación del profesorado
Hay que enseñar a los alumnos cómo usar la calculadora

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Si No *No separaría el uso de la calculadora de otros recursos tecnológicos.*

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Si No *Creo que su actitud dependería más de los contenidos y razonamientos requeridos para la prueba.*

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Si No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Si No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Si No *Creo que la calculadora debe adaptarse al tipo de prueba.*

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

- 1) Sexo: Hombre Mujer
- 2) Años de experiencia docente: 23
- 3) Titulación: LICENCIADO CIENCIAS FÍSICAS
- 4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato
- 5) ¿En algunos de estos cursos?
- 4º ESO académicas 1º Bach. Académicas 2º Bach. Académicas
- 4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas
- 1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional
- 6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?
- Si No En caso afirmativo: CURSO Cehiv
- 7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Si No
- 8) ¿La utiliza en su actividad docente? Si No

En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes

Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos

Otros en el desarrollo

explicaciones o ejercicios

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque _____

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque No se le dedica suficiente tiempo

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional?

Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Sí No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Rapidez en cálculos

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Pérdida de calidad verbal

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Sí No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Sí No No lo sé

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Sí No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Sí No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Sí No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

1) Sexo: Hombre Mujer

2) Años de experiencia docente: 25

3) Titulación: Licenciado en Matemáticas

4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato

5) ¿En algunos de estos cursos?

4º ESO académicas 1º Bach. Académicas 2º Bach. Académicas

4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas

1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional

6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?

Sí No En caso afirmativo: CURSO Una tarde en el IES Sta Clara por Casio.

7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Sí No

8) ¿La utiliza en su actividad docente? Sí No

En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes

Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos

Otros Cálculo de resultados aproximados.

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque ~~si lo usan antes abandonan el cálculo mental.~~ Aprenden a usar la

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque abandonan el cálculo mental

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional?

Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Sí No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Para grandes cálculos que de otro modo, requieren mucho tiempo ó no se podrían hacer.

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

Dejar de usar el cálculo mental

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Sí No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Sí No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Sí No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Sí No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Sí No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

Dependerá del tipo de examen.

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

- 1) Sexo: Hombre Mujer
- 2) Años de experiencia docente: 12
- 3) Titulación: LICENCIADA EN CIENCIAS (MATEMÁTICAS)
- 4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato
- 5) ¿En algunos de estos cursos?
- | | | |
|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 4º ESO académicas | <input checked="" type="checkbox"/> 1º Bach. Académicas | <input type="checkbox"/> 2º Bach. Académicas |
| <input type="checkbox"/> 4º ESO aplicadas | <input type="checkbox"/> 1º Bach. Aplicadas | <input type="checkbox"/> 2º Bach. Aplicadas |
| | <input type="checkbox"/> 1º Bach. Internacional | <input type="checkbox"/> 2º Bach. Internacional |
- 6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?
- Si No En caso afirmativo: CURSO MATEMÁTICAS CON LA CALCULADORA CLASSWIZ
- 7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Si No
- 8) ¿La utiliza en su actividad docente? Si No
- En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes
- Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos
- Otros EN CLASE

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases? Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque RAPIDEZ EN LOS CÁLCULOS DE GEOMETRÍA Y ESTADÍSTICA

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque _____

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso? Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional? Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Si No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

RÁPIDEZ EN LOS CÁLCULOS

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

SE "FIAN" DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SIN VALORAR SI SON REALES O NO, SIN INTERPRETAR LOS RESULTADOS.

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Si No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Si No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Si No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Si No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Si No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

1) Sexo: Hombre Mujer

2) Años de experiencia docente: 16

3) Titulación: LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICAS

4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato

5) ¿En algunos de estos cursos?

4º ESO académicas 1º Bach. ^{CIENCIAS} Académicas 2º Bach. Académicas

4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas

1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional

6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?

Sí No En caso afirmativo: CURSO LA FÍSICA Y LA MATEMÁTICA CON ORDENADOR Y CALCULADORA
MATEMÁTICAS CON CALCULADORA CIENTÍFICA

7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Sí No

8) ¿La utiliza en su actividad docente? Sí No

En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes

Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos

Otros _____

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque EL USO ES NECESARIO EN TODOS LOS CURSOS, AUNQUE OTRA COSA ES SU USO EN LOS EXÁMENES. EN ALGUNOS TEMAS (TRIGONOMETRÍA) HAGO PREGUNTAS CON CALCULADORA Y OTROS SIN CALCULADORA. EN OTROS CASOS HAGO EXÁMENES DISTINTOS

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque ES NECESARIA EN TODOS LOS CURSOS

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con ~~calculadora~~ gráfica o convencional?

Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Sí No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

COMODIDAD, GANANCIA DE TIEMPO, FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS Y COMPROBACIÓN DE LAS MISMAS

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

SU USO LES SIRVE DE EXCUSA PARA NO APRENDERSE LAS TABLAS DE MULTIPLICAR Y LAS OPERACIONES. ES NEFASTA PARA EL CÁLCULO MENTAL. LOS ALUMNOS TIENDEN A SUSTITUIR RÁPIDAMENTE LAS VARIABLES POR SU VALOR (PERDIENDO PRECISIÓN EN MUCHOS CASOS).

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Sí No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Sí No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Sí No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Sí No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Sí No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

Permitido Prohibido

ENCUESTA A PROFESORES DE MATEMÁTICAS

A continuación se presenta un cuestionario de carácter anónimo formado por una serie de preguntas a las que ruego se conteste con la mayor sinceridad posible, con el fin de que la información obtenida se acerque lo máximo posible a la realidad. Gracias de antemano por su colaboración.

Datos personales

1) Sexo: Hombre Mujer

2) Años de experiencia docente: 34

3) Titulación: Licenciado en Ciencias Exactas.

4) Marque los niveles en los que imparte docencia: ESO Bachillerato

5) ¿En algunos de estos cursos?

4º ESO académicas 1º Bach. Académicas 2º Bach. Académicas

4º ESO aplicadas 1º Bach. Aplicadas 2º Bach. Aplicadas

1º Bach. Internacional 2º Bach. Internacional

6) ¿Ha realizado cursos de formación sobre el uso de la calculadora?

Si No En caso afirmativo: CURSO _____

7) ¿Utiliza la calculadora de forma habitual para uso personal? Si No

8) ¿La utiliza en su actividad docente? Si No

En caso afirmativo: Uso personal para la preparación de exámenes

Ayudar a los alumnos a entender mejor ciertos conceptos

Otros _____

Uso de la calculadora en el aula de Matemáticas

9) ¿Cree que la metodología de clase tradicional es suficiente para que los alumnos adquieran los conocimientos matemáticos requeridos?

Sí No

10) ¿Considera que sus alumnos alcanzan una competencia digital suficiente en sus clases?

Sí No

11) ¿En qué cursos considera *adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque En 3º y 4º ESO para adquirir destrezas en su uso
En Bachillerato para utilizarla como herramienta de cálculo.

12) ¿En qué cursos considera *no adecuado* el uso de la calculadora y por qué?

1º ESO

3º ESO

1º Bachillerato

2º ESO

4º ESO

2º Bachillerato

Porque el alumno debe saber operar con destreza con números sencillos.

13) ¿En qué bloques considera la calculadora más útil?

Números

Geometría

Estadística
y probabilidad

Álgebra

Funciones

14) En la programación del departamento, ¿se tiene prevista la realización de clases con calculadora en algún curso?

Sí No

15) ¿Dedica alguna sesión de matemáticas a la realización de ejercicios con calculadora gráfica o convencional?

Sí No

16) ¿Considera que la calculadora es una herramienta fundamental en el futuro de los alumnos y que deben de saber manejarla? Sí No

17) Cite dos ideas o palabras que reflejen las *ventajas* que encuentra en el uso de la calculadora:

Después de haber racionalizado y profundizado en los ejercicios puede obtener las soluciones de forma rápida y eficaz.

18) Cite dos ideas o palabras que reflejen los *inconvenientes* que encuentra en el uso de la calculadora:

En muchas ocasiones el alumno intenta sustituir con la calculadora los conocimientos básicos de una bloque temático y se sumerge en ella.

Uso de la calculadora en las pruebas

19) ¿Considera necesario evaluar de alguna manera el conocimiento que tienen los alumnos en la resolución de ejercicios mediante el uso de la calculadora? Sí No

20) ¿Cree que la actitud de los alumnos hacia la realización de una prueba con calculadora sería positiva? Sí No

21) En el bachillerato internacional realizan una prueba con calculadora y otra sin ella, ¿Le parece interesante esta idea? Sí No

22) ¿Hay mucha diferencia en los resultados obtenidos en los exámenes realizados con calculadora y sin ella? Sí No No lo sé

23) ¿Considera adecuada la prohibición de algunas calculadoras en pruebas de acceso a la universidad? Sí No

24) En su opinión, el uso de la calculadora en las oposiciones para profesor de matemáticas en educación secundaria debería de estar:

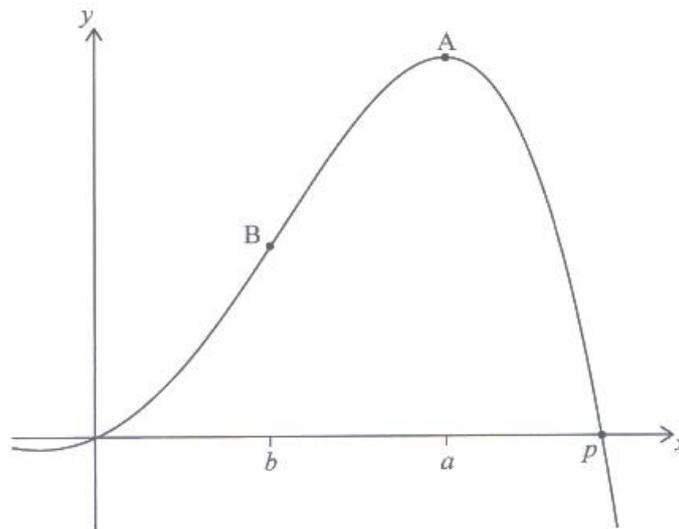
Permitido Prohibido

Anexo III. Ejemplo de prueba con calculadora y sin calculadora

PRUEBA A. Matemáticas con calculadora.

En la realización de esta prueba, para obtener la máxima puntuación será necesario que la solución esté acompañada de un procedimiento o alguna explicación. Se debe reflejar por escrito la actuación seguida para obtener el resultado, acompañando a lo obtenido con la calculadora gráfica. De esta forma, podrá otorgarse algo de puntuación si el método empleado es el correcto, aunque no se alcance la solución.

► Sea $f(x) = -0,5x^4 + 3x^2 + 2x$. La siguiente figura muestra una parte del gráfico de f .



Los cortes con el eje x están en $x = 0$ y en $x = p$. Hay un máximo en A donde $x = a$, y un punto de inflexión en B donde $x = b$.

- Halle el valor de p .
- Escriba las coordenadas de A.
 - Escriba la razón de cambio de f en A.
- Halle las coordenadas de B.
 - Halle la razón de cambio de f en B.
- Sea R la región delimitada por el gráfico de f , el eje x , la recta $x = b$ y la recta $x = a$. La región R se rota 360° alrededor del eje x . Halle el volumen del sólido de revolución así generado.

- En la siguiente tabla se muestra la temperatura máxima T , en grados Celsius, que se registró en un parque en seis días elegidos al azar. La tabla también muestra el número de visitantes, N , que acudieron al parque cada uno de esos seis días.

Temperatura máxima (T)	4	5	17	31	29	11
Número de visitantes (N)	24	26	36	38	46	28

La relación entre ambas variables se puede modelizar por la ecuación de regresión $N = aT + b$.

- (a) (i) Halle el valor de a y de b .
- (ii) Escriba el valor de r .
- (b) Utilice la ecuación de regresión para estimar el número de visitantes que habrá un día que la temperatura máxima sea de 15°C .

- La siguiente tabla muestra la distribución de probabilidad de la variable aleatoria X , donde $E(X) = 1,2$.

x	0	1	2	3
$P(X = x)$	p	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{10}$	q

- (a) (i) Halle q .
- (ii) Halle p .

Una bolsa contiene canicas blancas y azules y se sabe que hay al menos tres de cada color. Se sacan tres canicas de la bolsa, sin reposición. El número de canicas azules que se sacan viene dado por la variable aleatoria X .

- (b) (i) Escriba la probabilidad de sacar tres canicas azules.
- (ii) Explique por qué la probabilidad de sacar tres canicas blancas es $\frac{1}{6}$.
- (iii) La bolsa contiene un total de diez canicas, de las cuales w son blancas. Halle w .

Se juega a un juego en el que se sacan tres canicas de esa bolsa que contiene diez canicas, sin reposición. El jugador gana un premio si saca tres canicas blancas.

- (c) Jill juega nueve veces a este juego. Halle la probabilidad de que gane exactamente dos premios.
- (d) Grant juega a este juego hasta que gana dos premios. Halle la probabilidad de que gane el segundo premio en el octavo intento.

PRUEBA B. Matemáticas sin calculadora.

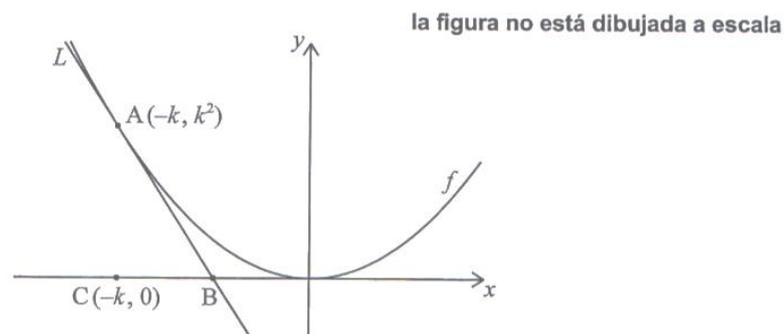
En esta prueba no se permite el uso de ninguna calculadora. En la realización de esta prueba, para obtener la máxima puntuación será necesario que la solución esté acompañada de un procedimiento o alguna explicación.

- Los vectores $a = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}$ y $b = \begin{pmatrix} k+3 \\ k \end{pmatrix}$ son perpendiculares entre sí.

- (a) Halle el valor de k .
- (b) Sabiendo que $c = a + 2b$, halle c .

- Sea $f'(x) = \frac{3x^2}{(x^3+1)^5}$. Sabiendo que $f(0) = 1$, halle $f(x)$.

- Sea $f(x) = x^2$. La siguiente figura muestra una parte del gráfico de f .



La recta L es la tangente al gráfico de f en el punto $A(-k, k^2)$ y corta al eje x en el punto B . El punto C es $(-k, 0)$.

- (a) (i) Escriba $f'(x)$.
- (ii) Halle la pendiente de L .
- (b) Muestre que la coordenada x de B es $-\frac{k}{2}$.
- (c) Halle el área del triángulo ABC , en función de k .
- Resuelva $\log_2(2 \operatorname{sen} x) + \log_2(\cos x) = -1$, para $2\pi < x < \frac{5\pi}{2}$.