



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Didáctica de la Matemática

**ANÁLISIS DE LOS APRENDIZAJES
DE LOS ALUMNOS EN PRÁCTICAS
DE CAMPO DE TRIGONOMETRÍA**

**Trabajo Final del Máster Universitario de Profesor en Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Especialidad de Matemáticas.**

Alumno: Guillermo Fernández Rodríguez

Tutores: Tomás Ortega del Rincón

Cristina Pecharromán Gómez

Valladolid, junio de 2018

Resumen:

El presente Trabajo Fin de Máster trata del diseño de una práctica de campo de trigonometría para alumnos de cuarto de la ESO. Para su elaboración, se ha realizado un análisis curricular y metodológico de aspectos relacionados con la trigonometría de ese curso y se ha efectuado un estudio de prácticas de campo similares llevadas a cabo por institutos españoles. Una vez concluido su diseño, se puso en práctica con veintiocho alumnos del IES Núñez de Arce de Valladolid. Se analizó la influencia de esta actividad en el aprendizaje de la trigonometría y la motivación de estos alumnos para el estudio de las matemáticas, constatando que este tipo de prácticas son muy beneficiosas para su formación.

Palabras clave:

Trigonometría, práctica de campo, currículo, metodología, aprendizaje, motivación, cuaderno de campo, aprendizaje basado en proyectos (PBL), Máster de Profesor de Secundaria.

Agradecimientos

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Antonio y Manuela, por su apoyo a lo largo de toda mi vida. A Marta, por sus ánimos. Tengo que mencionar a mis amigos, en particular, a los de Figueruela y a la tropa del Alfonso VIII. Para terminar, no puedo olvidarme de las penurias y alegrías pasadas con mis compañeros de clase y agradecer a los profesores su dedicación y esfuerzo, en especial, a Juan Ramón, mi tutor de prácticas y a Tomás y Cristina, por asesorarme cómo elaborar este TFM y estar siempre dispuestos a resolver mis dudas.

Índice

1	Introducción	1
1.1	Objetivos de la práctica de campo	1
1.2	Justificación	1
1.3	Estructura del trabajo.....	2
1.4	Competencias que he desarrollado durante este TFM.....	3
2	Estudio de los currículos	5
2.1	Currículo básico	7
2.2	Currículo autonómico.....	8
2.3	Currículo de la programación didáctica del Instituto Núñez de Arce	10
2.4	Contenidos del libro de texto.....	13
2.5	Currículo real.....	15
2.6	Reflexión sobre el estudio curricular	16
3	Metodologías en trigonometría	18
4	Conveniencia de usar materiales manipulativos	22
5	Prácticas de campo de trigonometría en educación secundaria en España	24
5.1	Cuatro métodos para medir la altura del campanario de Moixent. (IES Moixent, Valencia).....	24
5.1.1	Método primitivo	25
5.1.2	Método griego.....	25
5.1.3	Método del espejo	26
5.1.4	Método del siglo XXI.....	26
5.2	Trigonometría una herramienta para medir alturas. (IES Beneche de Yeste, Albacete) 27	
5.2.1	Método para construir un <i>clinómetro</i> casero	27
5.2.2	Medición de la altura de las banderas	28
5.2.3	Medición de la pendiente de una cuesta.....	29
5.2.4	Medición de la altura de un monte cercano	29
5.2.5	Medición de la separación entre una columna y un canalón	30
5.2.6	Última sesión del IES Beneche	30
5.2.7	Reflexión sobre la práctica realizada en el IES Beneche de Yeste.....	31
5.3	Proyecto final <i>flipped classroom</i> . Trigonometría para medir alturas. (Instituto de Chamartín, Madrid).....	31
5.3.1	Reflexión sobre la práctica realizada en Chamartín.....	33
5.4	Actividades matemáticas fuera del aula: Cuaderno de campo.....	34
5.4.1	El método de la escuadra	35

5.4.2	Método del pintor	36
5.5	Reflexión sobre el estudio de las prácticas de campo	36
6	Marco teórico	38
6.1	El constructivismo	38
6.2	La motivación escolar	39
7	Marco metodológico	41
7.1	Objetivo del estudio	41
7.2	Participantes en el estudio	41
7.3	Diseño de la práctica de campo	41
7.4	Materiales suministrados a los alumnos	43
8	Cuaderno de campo práctica de trigonometría. IES Núñez de Arce, Valladolid.	44
8.1	Introducción	44
8.2	Conocimientos previos	44
8.2.1	Cómo medir la longitud entre dos puntos	44
8.2.2	Cómo manejar el <i>goniómetro</i>	46
8.2.3	Cómo manejar el <i>odómetro</i>	48
8.3	Medida de la altura del Archivo Municipal	49
8.4	Medida de la altura del campanario del Monasterio de Santa Catalina de Siena	50
8.5	Medición de la anchura de una pared inaccesible	52
8.6	Medición de la altura de una farola a través de su sombra	54
8.7	Medida de un ángulo	55
8.8	Cómo trazar una perpendicular a una pared	57
8.9	Medición del área de un triángulo	57
9	Puesta en práctica de la metodología prevista	59
10	Análisis de resultados	61
11	Conclusión	68
12	Trabajos futuros	70
12.1	Metodología orientada a proyectos (PBL, Project Based Learning) para una práctica de trigonometría)	70
13	Referencias	75
14	Anexo I. Encuesta entregada a los alumnos	77
15	Anexo II. Resultados de la encuesta entregada a los alumnos	79

1 Introducción

El Trabajo Fin de Máster (TFM) es una actividad de reflexión final en la que los estudiantes del Máster de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas deben justificar que han adquirido las competencias que les acreditan para iniciar su labor como docentes.

La actividad que sirvió de base a este TFM consistió en diseñar una **práctica de campo de trigonometría** personalizada para alumnos de 4º de la ESO de Enseñanzas Académicas del IES Núñez de Arce de Valladolid. Esta actividad la llevamos a la práctica con los alumnos 4ºA y 4ºC durante mi estancia en este centro mientras estaba desarrollando el Practicum del Máster.

El IES Núñez de Arce es un instituto público ubicado en centro de la capital vallisoletana. Este instituto dispone de muy buen alumnado, con alto nivel de conocimientos, que procede de familias de clase media-alta y que no es nada problemático en términos disciplinarios.

1.1 Objetivos de la práctica de campo

Esta actividad pretende cumplir los siguientes **objetivos principales**:

- Crear una práctica de campo sobre trigonometría que lleve al mundo real los conceptos desarrollados durante las clases de teoría.
- Analizar cómo influye esta actividad en el aprendizaje de la trigonometría.
- Evaluar la motivación de los alumnos durante la realización de la práctica.

Pero además de estos **objetivos** primarios hay estos otros **secundarios**:

- Familiarizar a los alumnos en el manejo de instrumentos de medida.
- Adquirir destrezas de agudeza visual y razonamiento.
- Mejorar sus habilidades sociales mediante el diálogo y cooperación entre compañeros.
- Hacer que los alumnos se sientan protagonistas del proceso de aprendizaje.
- Mejorar las posibilidades de desarrollo y aprendizaje de todos los alumnos del centro.
- Favorecer el desarrollo del pensamiento deductivo e inductivo, lógico y verbal.
- Favorecer la capacidad de estructuración numérica y espacial.
- Incentivar el espíritu de descubrimiento.
- Despertar el interés hacia las matemáticas.
- Concienciarlos de gran aplicación que tienen las matemáticas dentro del mundo real.
- Apremiar el arte en el entorno más cercano al instituto.

1.2 Justificación

La **justificación** para realizar este TFM no sólo se centra en que es un requisito básico para obtener el título de Máster, sino que, después de revisar la bibliografía disponible sobre prácticas de campo de trigonometría, me he dado cuenta de la escasa incidencia que tienen este tipo de actividades en los institutos españoles. En los casos estudiados, simplemente se mencionan las mediciones realizadas y los métodos empleados. Pero, en sólo un caso, se muestra la opinión de los alumnos sobre la actividad, por lo tanto, creo que es muy interesante realizar un estudio que refleje la incidencia que tienen este tipo de prácticas de campo en su aprendizaje y motivación y que recoja su opinión.

1.3 Estructura del trabajo

Este trabajo se estructura de la siguiente manera:

1. En primer lugar, hago un estudio de los conocimientos que es necesario tener para hacer un buen diseño de una práctica de campo de trigonometría: currículo, metodología, análisis de experiencias similares realizadas en institutos españoles, etc.
2. Teniendo en cuenta el conocimiento adquirido en este estudio previo y las características particulares del IES Núñez de Arce, elaboro la metodología a seguir para desarrollar una práctica de campo de trigonometría personalizada para este centro.
3. Cuento cómo se ha llevado a la práctica esa metodología.
4. Analizo las consecuencias que ha tenido esta actividad en el aprendizaje y la motivación de los alumnos.
5. Elaboro las conclusiones a las que he llegado con la realización de este trabajo.
6. Para finalizar, indico posibles líneas de trabajo futuro que abre esta experiencia.

Para diseñar una práctica de campo acorde al nivel de competencia de los alumnos de 4º de la ESO de Enseñanzas Académicas, he empezado estudiando los aspectos **curriculares** de estos estudios que están relacionados con la trigonometría. Hay que señalar que el currículo no es único: existe un currículo básico fijado por Gobierno central; además, la legislación vigente permite a cada comunidad autónoma completar este currículo básico y a cada centro adaptarlo a las peculiaridades del entorno en el que se encuentra situado. Es labor del docente adaptar estos currículos oficiales a la realidad que se encuentra diariamente en el aula, de este modo, aparece el currículo real, que es el que se lleva a la práctica. A pesar del avance de las nuevas tecnologías, el libro de texto sigue siendo para la mayoría de los profesores la herramienta más usada en las aulas. Por lo tanto, es imprescindible conocer cómo aborda la trigonometría este recurso. (El estudio de los aspectos curriculares lo recojo en el capítulo 2)

También me ha parecido interesante investigar si existen algún estudio que indique cómo impartir la trigonometría y si las prácticas de campo son beneficiosas para el aprendizaje de los alumnos (capítulos 3 y 4).

Posiblemente, el aspecto más importante antes de enfrentarnos al diseño de una práctica de campo de trigonometría es analizar los **trabajos previos que hay publicados sobre esta materia**. Estos trabajos me han servido para saber qué medir, qué instrumentos utilizar, qué métodos emplear y cómo realizar esta actividad (capítulo 5).

Quiero que los alumnos comprendan desde su propia experiencia todos los métodos desarrollados en esta práctica de campo, de ahí que lo enfoque desde un punto de vista **constructivista**. Además, como queremos evaluar si esta actividad es beneficiosa para la **motivación**, doy unas pequeñas pinceladas sobre esta materia. (Capítulo 6).

Con el trabajo realizado hasta este momento, alcanzamos un conocimiento suficiente para **diseñar la práctica de campo de trigonometría** (capítulo 7). Debido al escaso tiempo disponible para su realización, me pareció que la mejor forma de efectuarla era entregar a cada alumno un **cuaderno de campo**, que les sirviera de guía y les permitiera apuntar los datos y efectuar los cálculos (capítulo 8). A continuación, comento los problemas que tuvimos durante la realización de la práctica (capítulo 9).

Una vez realizada la actividad, pedí a los estudiantes que cumplimentaran una encuesta, para expresar su opinión sobre la experiencia vivida, y mantuve una pequeña entrevista con el profesor de la asignatura. El **análisis de estos datos** ha cumplido con creces las expectativas previstas (capítulo 10). Como resumen del trabajo realizado, elaboro una **conclusión** de la experiencia vivida (capítulo 11). Para terminar, comento los posibles **trabajos futuros** que sugiere el presente estudio. También me pareció interesante explicar cómo se puede realizar este tipo de práctica de un modo alternativo, haciendo todavía más participes a los alumnos, orientando esta actividad a una metodología basada en proyectos (capítulo 12).

1.4 Competencias que he desarrollado durante este TFM

La ORDEN ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, que se encarga de ordenar este máster, en su apartado tercero fija las competencias generales que deben desarrollar sus alumnos. Entre ellas se encuentran:

- *(G.1) Conocer los contenidos curriculares de las materias relativas a la especialización docente correspondiente.*

Este TFM me ha servido para conocer mejor el currículo de los alumnos de secundaria, en especial la parte relacionada con la trigonometría.

- *(G.2) Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje.*

He planificado la práctica de campo de trigonometría y luego la hemos llevado a la práctica. La revisión de la encuesta y del cuaderno de campo que he entregado a los alumnos me han servido para evaluar su aprendizaje.

- (G.3) *Buscar, obtener, procesar y comunicar información transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje.*

Con este TFM he realizado un largo estudio de información teórica que ha desembocado en la realización de la práctica de campo de trigonometría.

- (G.4) *Concretar el currículo que se vaya a implantar en un centro docente participando en su planificación.*

Esta práctica de campo ha enriquecido considerablemente la parte de la materia correspondiente a la trigonometría. Lógicamente, este enriquecimiento sólo se ha producido en los grupos que han participado.

- (G.5) *Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje.*

Por medio de esta actividad hemos convertido el entorno más cercano al centro en un espacio de aprendizaje.

- (G.6) *Adquirir estrategias para estimular el esfuerzo del estudiante y promover su capacidad para aprender por sí mismo.*

No tengo ninguna duda de que esta práctica de campo de trigonometría ha contribuido favorablemente en la motivación y autoaprendizaje del alumnado que la han llevado a cabo.

- (G.7) *Fomentar el aprendizaje y la convivencia.*

Mediante el trabajo en grupo hemos favorecido estos dos aspectos, ya que los alumnos se han sentido copartícipes.

- (G.8) *Diseñar y realizar actividades que difundan la cultura donde se encuentra ubicado el centro. Participar en la investigación e innovación de los procesos de enseñanza aprendizaje.*

Al medir la altura de los monumentos más cercanos al instituto, contribuimos a que los alumnos contemplen el arte que ponemos ante sus ojos. Es una actividad innovadora y prueba de ello es que son escasísimos los centros que la han desarrollado en España.

2 Estudio de los currículos

La Recomendación 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente, insta a los Estados miembros a desarrollar en sus ciudadanos unas competencias clave, que les permitan el pleno desarrollo personal, social y profesional, para ajustarse a las demandas de un mundo globalizado y así hacer posible un desarrollo económico vinculado al conocimiento (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015). DeSeCo¹ define competencia como:

“La capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. La competencia supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz.”

Teniendo en cuenta estas recomendaciones europeas, España incorpora, por primera vez, a su sistema educativo las competencias clave, con el nombre de competencias básicas, en Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). En esta ley se argumenta la necesidad de adquirir estas competencias básicas, entre otros asuntos, por motivos de cohesión social y de aprendizaje permanente a lo largo de toda la vida. La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de calidad educativa (LOMCE), va más allá, al poner el énfasis en un modelo de currículo basado en competencias. Estas competencias clave del sistema Educativo Español son:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

La adquisición de competencias debe iniciarse al inicio de la escolarización y debe seguir realizándose de modo progresivo a lo largo de las distintas etapas educativas. Corresponde a todas las Administraciones educativas lograr este objetivo: empezando por el Gobierno, siguiendo por las comunidades autónomas, hasta llegar a los centros. La legislación española permite a cada una de estas entidades realizar su aportación curricular² para adaptarse mejor a

¹ DeSeCo: es el nombre del Proyecto de la OCDE encargado de definir y seleccionar las competencias consideradas esenciales para la vida de las personas y el buen funcionamiento de la sociedad.

² El currículo está integrado por los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa; las competencias, o capacidades para activar y aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa

las particularidades de sus destinatarios. En el artículo 6 bis en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, en su apartado 1.e) establece que corresponde al **Gobierno**:

“El diseño del currículo básico, en relación con los objetivos, competencias, contenidos, criterios de evaluación, estándares y resultados de aprendizaje evaluables, con el fin de asegurar una formación común y el carácter oficial y la validez en todo el territorio nacional de las titulaciones a que se refiere esta Ley Orgánica”

Una vez establecido el currículo básico por el Gobierno, cada **comunidad autónoma** podrá contribuir al currículo de la forma en la que se especifica en el artículo 6.bis.2c) de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo:

“Las Administraciones educativas, dentro de la regulación y límites, establecidos por el Gobierno, podrán complementar los contenidos del bloque de asignaturas troncales, establecer los contenidos de los bloques de asignaturas específicas y de libre configuración autonómica.”

Por otra parte, **los centros educativos** también pueden realizar aportaciones propias al currículo, para adaptarse mejor a las particularidades propias del entorno en que se encuentran ubicados y de su alumnado. La LOE y la LOMCE dan una mayor autonomía a los centros y este hecho queda recogido en el Real Decreto, 1105/2014, de 26 de diciembre, que establece el currículo básico de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. En su artículo 7, que trata sobre la autonomía de los centros docentes, expresa:

“1. Las Administraciones educativas fomentarán la autonomía pedagógica y organizativa de los centros (...)”

“2. Los centros docentes desarrollarán y complementarán, en su caso, el currículo (...)”

La LOE y la LOMCE tienen un planteamiento integrador del proyecto educativo. Ahora el proyecto educativo del centro integra su propuesta curricular y las programaciones didácticas elaboradas por cada departamento, que contienen los objetivos específicos de las distintas etapas

educativa, para lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos; los contenidos, o conjuntos de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias; las metodologías didácticas, que comprenden tanto la descripción de las prácticas docentes como la organización del trabajo de los docentes; los estándares y resultados de aprendizaje evaluables; y los criterios de evaluación del grado de adquisición de las competencias y del logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014).

educativas, la metodología, secuenciación, criterios de evaluación, e instrumentos de calificación.

Teniendo en cuenta lo comentado sobre estas líneas, para tener un conocimiento real de la competencia en trigonometría de los alumnos de 4º de la ESO de Enseñanzas Académicas del Instituto Núñez de Arce de Valladolid, nos vemos obligados a realizar un estudio: de la propuesta curricular elaborada por el Gobierno y por la comunidad autónoma de Castilla y León, y de la programación didáctica confeccionada por el Departamento de Matemáticas del citado centro. Este estudio lo complementaremos analizando los contenidos del libro de texto que siguen en este curso y la programación real que ha llevado a cabo el profesor de la asignatura.

2.1 Currículo básico

Como hemos comentado anteriormente, corresponde al Gobierno diseñar el currículo básico, que garantice el carácter oficial y la validez de las titulaciones a nivel oficial. En este currículo básico se relacionan: los objetivos, competencias, contenidos, estándares y resultados de aprendizaje evaluables. Por lo tanto, es necesario saber qué significan cada uno de estos términos (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014):

- **El currículo:** regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas y etapas educativas.
- **Objetivos:** logros que cada estudiante tiene que alcanzar al final de cada etapa educativa.
- **Competencias:** capacidad para resolver problemas complejos aplicando los conocimientos adquiridos.
- **Contenidos:** conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen a lograr los objetivos de cada etapa educativa.
- **Estándares de aprendizaje evaluables:** especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber en cada asignatura.
- **Criterios de evaluación:** son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado.

De este modo el Gobierno ha elaborado un conjunto de objetivos para cada etapa educativa con el fin de que los alumnos puedan desarrollar las siete competencias clave. Las asignaturas deben tener actividades que en la medida de lo posible desarrollen más de una competencia al mismo tiempo. Hay tres tipos de asignaturas: troncales, específicas y de libre configuración autonómica. Las asignaturas troncales son consideradas esenciales, ya que permiten adquirir

unos conocimientos y competencias que permiten dotarnos de una formación sólida. En este tipo de asignaturas, a las que pertenecen las Matemáticas Académicas de 4º de la ESO, el Gobierno central deja menos margen de maniobra a las autonomías y fija los contenidos comunes mínimos, los estándares de aprendizaje y los criterios de evaluación.

Con las Matemáticas Académicas de 4º de la ESO se pretende que los alumnos, además de desarrollar la competencia matemática, también desarrollen otras competencias: la lingüística, al comprender los enunciados y expresar los resultados; el sentido emprendedor, al elaborar un plan de trabajo; la digital, al tratar de forma adecuada la información; o la social y cívica cuando se tiene una actitud abierta a diferentes soluciones. La asignatura está orientada en torno a los siguientes cinco bloques:

- Bloque 1: Procesos métodos y actitudes en matemáticas.
- Bloque 2: Números y álgebra.
- Bloque 3: Geometría.
- Bloque 4: Funciones.
- Bloque 5: Estadística y probabilidad.

La trigonometría se desarrolla en el bloque 3 (Geometría) pero también tenemos que tener en cuenta el bloque 1 (Procesos métodos y actitudes en matemáticas), que se ha de materializar de modo transversal en el resto de bloques. He comparado estos dos bloques, en los aspectos relacionados con la trigonometría, en el currículo desarrollado por el Gobierno y por la Junta de Castilla y León y he comprobado que son prácticamente un calco uno de otro, aunque hay pequeños aspectos que en el currículo autonómico se detallan con mayor precisión. Con el fin de no repetir información, el contenido de estos bloques, los muestro únicamente en la sección autonómica.

2.2 Currículo autonómico

He explicado en la introducción de esta sección, que la normativa vigente en España permite a las comunidades autónomas completar el currículo básico fijado por el Gobierno. En el caso de Castilla y León, estas modificaciones se recogen en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. En el caso particular de los aspectos relacionados con la trigonometría de las Matemáticas Académicas de 4º de la ESO, los resumo en las dos siguientes tablas: la primera, trata sobre el bloque transversal, que es necesario impartir a lo largo de todo el curso; y la segunda, es la específica de trigonometría, enclavada en el bloque de geometría.

Tabla 1: contenidos comunes relacionadas con la trigonometría, de Matemáticas Académicas de 4º de la ESO, del currículo establecido por la Junta de Castilla y León.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1. Contenidos comunes		
Planificación del proceso de resolución de problemas.	1. Utilizar procesos de razonamiento y estrategias de resolución de problemas.	1.1 Analiza y comprende el enunciado.
Elección de las estrategias y procedimientos puestos en práctica: uso del lenguaje adecuado, buena notación, búsqueda de analogías con problemas semejantes, búsqueda de regularidades y leyes.	2. Describir y analizar situaciones de cambio para encontrar patrones y leyes matemáticas.	1.2 Realiza estimaciones y elabora conjeturas, valorando su utilidad y eficacia.
Reflexión sobre los resultados.	3. Profundiza en los problemas resueltos, planteando pequeñas variaciones en los datos.	2.1 Identifica los patrones y leyes matemáticas en situaciones de cambio.
Planteamiento de investigaciones matemáticas.	4. Expresar, verbalmente, de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema.	2.2 Utiliza las leyes matemáticas para realizar predicciones sobre los resultados.
Modelización de contextos reales.	5. Elaborar y presentar informes de manera clara y ordenada.	3.1 Profundiza en los problemas resueltos, buscando la coherencia de la solución.
Confianza en las capacidades propias para abordar los retos científicos.	6. Valorar la modelización matemática como recurso para resolver problemas de la vida cotidiana.	3.2 Se plantea nuevos problemas a partir de uno ya resuelto.
Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje.	7. Superar bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.	4.1 Expresa, verbalmente, de forma razonada, el proceso seguido en la resolución de un problema.
	8. Reflexionar sobre las decisiones tomadas, aprendiendo de ello para situaciones similares futuras.	5.1 Expone y defiende el proceso seguido y las conclusiones.
	9. Utilizar las herramientas tecnológicas adecuadas de modo autónomo.	6.1 Identifica situaciones problemáticas de la realidad, susceptibles de contener problemas de interés.
		6.2 Establece conexiones entre el mundo real y el matemático.
		6.3 Construye modelos matemáticos sencillos que permiten resolver el problema real.
		7.1 Toma decisiones en los procesos de resolución de problemas.
		8.1 Reflexiona sobre los problemas resueltos y extrae conclusiones para futuras situaciones similares.
		9.1 Selecciona las herramientas tecnológicas para realizar cálculos y comprender conceptos.

Tabla 2: currículo específico de trigonometría, de Matemáticas Académicas de 4º de la ESO, establecido por la Junta de Castilla y León.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 3. Geometría, sección de trigonometría		
<p>Radián. Medidas de ángulos en el sistema sexagesimal y en radianes. Relaciones métricas en los triángulos.</p> <p>Razones trigonométricas de ángulos agudos y de ángulos cualesquiera. Relación entre las razones trigonométricas de ángulos complementarios, suplementarios, opuestos y que se diferencian en uno o dos rectos. Resolución de triángulos de triángulos rectángulos y oblicuángulos aplicando trigonometría elemental.</p> <p>Aplicación de los conocimientos geométricos a la resolución de problemas métricos del mundo físico: medida de longitudes, áreas y volúmenes.</p> <p>Semejanza. Figuras semejantes. Relación entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos semejantes.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar unidades angulares del sistema métrico sexagesimal e internacional y las relaciones y razones de la trigonometría elemental para resolver problemas trigonométricos en contextos reales. 2. Calcular magnitudes efectuando medidas directas e indirectas en situaciones reales, empleando los instrumentos, técnicas o fórmulas más adecuadas y aplicando las unidades de medida. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Utiliza con los conceptos y relaciones de la trigonometría básica para resolver problemas empleando medios tecnológicos, si fuera preciso, para realizar los cálculos. 2.1 Utiliza las herramientas tecnológicas, estrategias y fórmulas apropiadas para calcular ángulos, longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos y figuras geométricas. 2.2 Resuelve triángulos usando las razones trigonométricas y sus relaciones.

2.3 Currículo de la programación didáctica del Instituto Núñez de Arce

En el Real Decreto 83/1996, de 26 de enero, por el que se aprueba el reglamento orgánico de los institutos de educación secundaria, que todavía se encuentra en vigor en la actualidad, se menciona la autonomía organizativa y pedagógica que tienen los centros. En lo referente al currículo, se materializa en el artículo 67, que trata del proyecto curricular:

“La comisión de coordinación pedagógica supervisará la elaboración y se responsabilizará de la redacción del proyecto curricular para cada una de las etapas educativas que se impartan en el instituto, de acuerdo con el currículo oficial (...)”

y en el artículo 68, que legisla las programaciones didácticas:

“Cada departamento elaborará la programación didáctica de las enseñanzas que tiene encomendadas, agrupadas en las etapas correspondientes, siguiendo las directrices generales establecidas por la comisión de coordinación pedagógica (...)”

Leyes posteriores como LOE y la LOMCE dan una mayor autonomía al centro en el ámbito pedagógico: se permite una mayor concreción del currículo para adaptarlo a las peculiaridades del entorno donde se encuentre localizado, incluso se permite el diseño de materias optativas de diseño propio y ampliación de los horarios. En nuestra comunidad, la autonomía de los centros se legisla en el Decreto 23/2014, de 12 de junio, por el que se establece el marco de gobierno y autonomía de los centros docentes sostenidos con fondos públicos, que imparten enseñanzas no universitarias en la comunidad de Castilla y León. Mediante esta norma se pretende reducir la tasa de abandono escolar y mejorar los resultados educativos. Para conseguirlo se pretende dar una mayor autonomía a los centros y una participación efectiva de los padres, los alumnos y la sociedad en general. En relación al currículo, esta ley obliga a todos los centros a elaborar un proyecto educativo que recoja los valores, los objetivos y las prioridades de actuación, teniendo en cuenta las características del entorno social y cultural. El proyecto educativo, entre otros documentos, incluye la propuesta curricular.

Teniendo en cuenta la legislación vigente, el Instituto Núñez de Arce ha elaborado sus programaciones didácticas. En lo que respecta a la trigonometría de 4º de la ESO de Enseñanzas Académicas, la programación temporal le asigna dos unidades didácticas y 17 sesiones, pero advierte que este tiempo puede ser variable en función del ritmo de aprendizaje que marquen los alumnos (Departamento de Matemáticas del Instituto Nuñez de Arce de Valladolid, 2017):

Tabla 3: Programación temporal de la trigonometría, de 4º de Matemáticas Académicas del Instituto Núñez de Arce.

Programación temporal	
Unidad didáctica	Temporización
UNIDAD 5: Semejanza y trigonometría.	10 sesiones.
UNIDAD 6: Aplicaciones de la trigonometría.	7 sesiones.

Tabla 4: currículo específico de trigonometría, de Matemáticas Académicas de 4º de la ESO, elaborado por el Instituto Núñez de Arce de Valladolid.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Uni- dad	CC
Bloque 2. Geometría, sección trigonometría				

<p>Radian. Medidas de ángulos en el sistema sexagesimal y en radianes. Relaciones métricas en los triángulos.</p> <p>Razones trigonométricas de ángulos agudos y de ángulos cualesquiera. Relaciones entre ellas. Relaciones entre las razones trigonométricas de ángulos complementarios, suplementarios, opuestos y que se diferencian en uno y dos rectos. Resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos aplicando trigonometría elemental.</p> <p>Aplicación de los conocimientos geométricos a la resolución de problemas métricos en el mundo físico: medida de longitudes, áreas y volúmenes.</p> <p>Semejanza. Figuras semejantes. Razón entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos semejantes.</p>	1. Utilizar las unidades angulares del sistema métrico sexagesimal e internacional y las relaciones y razones de la trigonometría elemental para resolver problemas en contextos reales.	1.1 Utiliza conceptos y relaciones de la trigonometría básica para resolver problemas empleando medios tecnológicos, si fuera preciso, para realizar los cálculos.	5,6	CM CD (*)	
	2. Calcular magnitudes efectuando medidas directas e indirectas en situaciones reales, empleando los instrumentos, técnicas o fórmulas más adecuadas y aplicando las unidades de medida.	2.1 Utiliza las herramientas tecnológicas, estrategias y fórmulas apropiadas para calcular ángulos, longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos y figuras geométricas.		5,6	CM CD
		2.2 Resuelve triángulos utilizando las razones trigonométricas y sus relaciones.		5,6	CM

(*) CM: Competencia Matemática en Ciencia y Tecnología.
CD: Competencia Digital.

Si comparamos el contenido de esta última tabla con el del currículo de trigonometría fijado por la Junta de Castilla y León para 4º de la ESO de Matemáticas Académicas (*Tabla 2*), vemos que es exactamente el mismo. Aunque el Instituto Núñez de Arce ha añadido dos columnas más: una, en la que se señala la unidad didáctica a la que pertenecen los contenidos que se impartirán; y otra, que hace referencia a las competencias que se desarrollan. Supongo que este centro, que no tiene ninguna peculiaridad especial, ha considerado que el currículo desarrollado por la comunidad autónoma se adapta a la perfección a sus características.

Tengo que hacer un apunte a esta programación didáctica: con la trigonometría, como señala este centro, se desarrollan las competencias matemática y digital pero también se ponen en práctica otras competencias:

- **Competencia lingüística:** El primer reto al que se enfrenta un alumno para resolver un problema trigonométrico es entender su enunciado. De este modo, es necesario que desarrolle un lenguaje específico para comprender lo que tienen escrito ante sus ojos. Este lenguaje incluye conceptos y términos de uso habitual en situaciones reales: ángulo, grado, área, etc. Además, cuando un estudiante resuelve un problema o pregunta una duda, es necesario que se exprese de forma razonada y comprensible ante el profesor y el resto de la clase.
- **Competencia de aprender a aprender:** lo que se pretende en la actualidad en la enseñanza es más que transmitir conocimientos, adquirir las herramientas que nos permitan acceder a esos conocimientos de modo autónomo. Estas herramientas son la atención, la memoria y el razonamiento. No sé si existirá alguna asignatura que fomente más el razonamiento que cualquier rama de las matemáticas. En particular, en trigonometría, un alumno puede buscar información sobre qué método es más adecuado para medir una altura desconocida, etc.
- **Competencias cívicas y sociales:** elementos fundamentales de esta competencia son comprender los hábitos de conducta aceptados por la sociedad, saber comunicarse de manera constructiva, mostrar tolerancia, expresar y comprender puntos de vista diferentes y sentir empatía. En clase de trigonometría como en las diferentes materias impartidas en la escuela continuamente se fomentan estos valores y todavía mucho más si realizamos trabajo en grupo.
- **Competencia en conciencia y expresiones culturales:** implica conocer, comprender, apreciar y valorar, con espíritu crítico, las diferentes manifestaciones artísticas y culturales del ser humano. Por medio de la trigonometría podemos introducir medidas de monumentos y aprovechar para contar brevemente su historia o dar pinceladas artísticas.

2.4 Contenidos del libro de texto

Es muy difícil desarrollar una clase de matemáticas a nivel de secundaria sin apoyarse en un texto. A pesar del avance de las TIC, hoy en día, el libro de texto sigue siendo, con diferencia, la herramienta más usada por los docentes. Un buen libro de texto contendrá tanto desarrollos teóricos de la materia a seguir como ejercicios. El principal destinatario de este recurso son los alumnos, por lo tanto, se tiene que expresar de un modo que les sea comprensible y apetecible. En la docencia hay una interacción entre el profesor, los alumnos y el libro de texto. Los

alumnos observan en el libro de texto los pasos a seguir para adquirir un conocimiento y a veces entran en conflicto con las explicaciones del profesor y por ello el docente se ve afectado por el uso que los estudiantes hacen del libro de texto. Por lo tanto, el libro de texto implica que el profesor siga el esquema metodológico y de contenidos que aparecen en el libro. Hay estudios que muestran como profesores que tenían la idea preconcebida de evitar el libro de texto, cambian de idea con la experiencia adquirida en clase. De este modo, el libro de texto no sólo es una herramienta fundamental en el aprendizaje de las matemáticas, sino que se convierte en el eje vertebrador de la asignatura (García Martín, 2014).

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo comentado en el párrafo anterior, nos vemos en la obligación de hacer un análisis del libro de texto seguido por nuestros alumnos: Matemáticas orientadas a las Enseñanzas Académicas. 4º ESO. Savia, de la editorial SM (Alcaide, y otros, 2016). La razón por la que el Departamento de Matemáticas del Instituto Núñez de Arce ha elegido este texto es por la gran cantidad de actividades que tiene. Me gustaría haber encontrado la programación didáctica de este libro, pero la editorial no la tiene disponible en su web. Sorprende que, con una normativa orientada a competencias, todos los libros del mercado de los que tengo conocimiento, sigan orientándose a contenidos. A continuación, muestro los contenidos tratados sobre trigonometría en este libro:

Tema 5: Semejanza y trigonometría

1. Figuras semejantes. Teorema de Thales.
 - a. Polígonos semejantes.
 - b. Razones de longitudes, áreas y volúmenes.
 - c. Teorema de Thales.
 - d. Triángulos en posición de Thales.
2. Criterios de semejanza de triángulos. Consecuencias.
 - a. Consecuencias: Teorema de la altura y teorema del cateto.
3. Medida de ángulos: Aplicaciones de la semejanza.
4. Razones trigonométricas de un ángulo agudo.
5. Razones trigonométricas de un ángulo cualquiera.
 - a. Razones trigonométricas de 30° , 45° y 60° .
 - b. Relación entre razones de ciertos ángulos.
6. Identidades trigonométricas.
7. Ecuaciones trigonométricas.

Tema 6: Aplicaciones de la trigonometría

1. Resolución de triángulos: triángulos rectángulos.

2. Teoremas del seno y del coseno.
3. Resolución de triángulos cualesquiera.
4. Aplicaciones de la trigonometría: longitudes, áreas y volúmenes.
 - a. Elementos de un polígono regular.
 - b. Área de un triángulo.
 - c. Cálculo de áreas y volúmenes.

Como apreciación, he de comentar que estos contenidos se ajustan a la perfección al currículo marcado tanto por el Gobierno central como por la comunidad de Castilla y León.

2.5 Currículo real

Aparte de los alumnos, que son los elementos más importantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje, el profesor, como responsable directo de la enseñanza, desempeña un papel crucial en la misma, pues de él depende la aplicación de todos los elementos del currículo, desde la metodología empleada hasta los contenidos impartidos, además de tener que crear un clima adecuado en el aula para poder llevar a cabo los procesos pedagógicos. El profesor tiene que adaptar el currículo formal creado por instancias superiores (Gobierno central y autonómico, y Centro) a la realidad particular del aula que vive día a día, de este modo, surge el llamado currículo real, que es el que realmente se lleva a la práctica.

En el caso particular del profesor al que he tenido el placer de acompañar en cuarto curso de la ESO del Instituto Núñez de Arce, la estrategia que utiliza para impartir las clases es seguir los contenidos del libro de texto. La explicación teórica la efectúa de modo sencillo, separándose en ocasiones de lo que plantea el libro, pero no tanto como para no poder utilizar las actividades que vienen propuestas. Podemos decir que utiliza el libro de texto como guion y fuente de actividades. En lo que respecta a trigonometría, ha empleado las 17 horas que le recomendaba el Departamento de Matemáticas en su programación didáctica, pero se ha separado de los currículos formales al decidir no impartir el teorema del seno y del coseno, argumenta que es mejor dejar bien cimentados los conceptos básicos y ampliarlos en cursos sucesivos. Para el resto de contenidos, ha seguido el libro de texto. Tengo que destacar que ha realizado todas las actividades que venían propuestas en el texto, excepto las complementarias que aparecen al final de cada tema. También, ha entregado a sus alumnos 31 problemas de refuerzo en fotocopias, que han sido resueltos en clase. Entre estos problemas podemos mostrar como ejemplo, los siguientes:

7) Determinar la altura de una torre si observamos que la sombra que proyecta es de 10 metros mientras que la proyecta una persona de 1,80m es de 1,5m.

12) Para determinar la altura de un poste nos hemos alejado 7m de su base y hemos medido el ángulo que forma la visual al punto más alto con la horizontal, obteniendo un valor de 40° . ¿Cuánto mide del poste?

18) Calcula la altura de una casa sabiendo que la visual dirigida al punto más alto por un observador de 1,80 m de altura, que se encuentra a 48m de distancia de la casa, forma un ángulo de 36° con la horizontal.

14) Un árbol y un observador se encuentran en orillas opuestas de un río. El observador mide el ángulo que forma la visual con el punto más alto del árbol y obtiene 35° , retrocede 10m y mide el nuevo ángulo, obteniendo un resultado de 25° . ¿Qué altura tiene el árbol?

23) Dado un triángulo ABC. Sabiendo que el ángulo $A = 30^\circ$, el ángulo $B = 70^\circ$ y la distancia $AC = 14\text{cm}$. Calcula:

a) Altura trazada desde el vértice C

b) Perímetro ABC

c) Superficie ABC

25) Expresa en radianes o en grados, según cada caso:

a) 120° b) $\frac{3\pi}{5}\text{rad}$ c) 225° d) $\frac{7\pi}{6}\text{rad}$

26) Sabiendo que $\cos(28^\circ) = 0,883$, calcula:

a) $\sin(28^\circ)$ b) $\text{tg}(28^\circ)$ c) $\cos(62^\circ)$ d) $\sin(152^\circ)$
e) $\text{tg}(208^\circ)$ f) $\cos(332^\circ)$

31) Demuestra que las siguientes igualdades son ciertas:

a) $\frac{\sin^3(a) + \sin(a) \cdot \cos^2(a)}{\cos(a)} = \text{tg}(a)$ b) ... q)

2.6 Reflexión sobre el estudio curricular

Antes de enfrentarme al diseño de una práctica de campo de trigonometría, he de saber cuáles son las competencias de los alumnos a los que va dirigida, de ahí la importancia de haber realizado un estudio curricular previo. Este estudio, las observaciones que efectué durante mi

estancia en el Practicum en el Instituto Núñez de Arce y la información que me ha aportado mi tutor, me han permitido constatar que estos alumnos poseen capacidad para:

- Pensar de forma razonada.
- Crear modelos matemáticos que resuelvan problemas reales, pudiendo establecer una conexión entre el mundo real y el matemático.
- Expresar de forma razonada sus logros y dificultades.
- Aprender de sus errores y de las explicaciones de sus compañeros.
- Utilizar herramientas tecnológicas.
- Elaborar informes explicando el proceso seguido y las conclusiones a las que han llegado.

Y han adquirido los siguientes conocimientos y destrezas, que son necesarios para nuestra práctica de trigonometría:

- Diferenciar los diferentes tipos de ángulos: agudos, rectos, obtusos y llanos. Complementarios y suplementarios.
- Medir un ángulo tanto en unidades naturales como en grados.
- Diferenciar los distintos tipos de triángulos:
 - En función de sus lados: equilátero, isósceles y escaleno.
 - En función de sus ángulos: acutángulo, rectángulo y obtusángulo.
- Distinguir en un triángulo rectángulo los catetos de la hipotenusa.
- Conocer el Teorema de Pitágoras.
- Diferenciar entre figuras que son y no son semejantes.
- Conocer el Teorema de Thales.
- Saber las razones trigonométricas en triángulos rectángulos.
- Conocer la relación entre las distintas razones trigonométricas.
- Manejar la calculadora para el cálculo de las razones trigonométricas.
- Resolución de un triángulo conociendo datos de lados y ángulos.
- Calcular áreas y longitudes.

Es muy útil para el diseño de la práctica de campo de trigonometría, el hecho de que en clase hayan resuelto problemas para encontrar la altura de un objeto a través de la estrategia de la doble observación y de la longitud de la sombra proyectada.

3 Metodologías en trigonometría

Es conveniente estudiar si existen publicaciones donde se explique una metodología específica para la trigonometría y de este modo aplicarlo a nuestra práctica. El procedimiento seguido para conseguir este objetivo ha sido utilizar buscadores de *Internet: Google Scholar, Google, Bing* y búsqueda en bibliotecas del entorno: Biblioteca de Castilla y León, y bibliotecas de la Universidad de Valladolid, para encontrar toda la bibliografía posible sobre la materia.

Según comenta Montiel Espinosa (2013):

“Pocos estudios tratan directamente con el aprendizaje de objetos trigonométricos del tipo ecuaciones, identidades o leyes (...)” (pág. 10)

Como era de esperar a raíz de lo anunciado por este libro, no he encontrado gran cantidad de información de utilidad para nuestro estudio. Sin ninguna duda, la publicación que mejor aborda una metodología para enseñar trigonometría a estudiantes de secundaria es la *Historia y didáctica de la trigonometría*, de Flores Gil (Flores Gil, 2008). En este texto, primero, se abordan los principios metodológicos generales de las matemáticas para estudiantes de cuarto de la ESO, y posteriormente, se particulariza en los principios propios de la trigonometría. Flores Gil comenta que es importante conocer los **principios metodológicos generales** porque son aplicables a cualquier unidad didáctica. A continuación, resumo estos principios generales que propone este autor:

- En la etapa de la ESO los niños desarrollan su capacidad de razonamiento y abstracción. Las matemáticas son una de las mejores herramientas para conseguir progresar en estas habilidades. El docente debe incentivar al máximo a sus alumnos para que logren desarrollar ambas facultades.
- El profesor debe mostrar a sus alumnos las matemáticas de la forma más cercana posible a la vida cotidiana. El alumno debe darse cuenta de que todo el mundo que le rodea está gobernado por leyes y conceptos matemáticos.
- Los alumnos de la ESO tienen gran interés en las TIC³, el profesor debe sacar partido a este hecho y utilizarlas como un recurso didáctico más.
- En matemáticas hay ejercicios y problemas que tienen resultados sorprendentes y se puede llegar a su resolución por caminos diferentes. El docente debe aprovechar esta situación para fomentar la curiosidad de los alumnos e incentivar su imaginación.

³ TIC: Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones son los nuevos recursos que, con el avance de las telecomunicaciones y la informática, han permitido procesar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológicos. La Unesco cree que las TIC son fundamentales para completar, enriquecer y transformar la educación. Este organismo piensa que estas tecnologías pueden facilitar el acceso universal a la educación, reducir las diferencias en el aprendizaje, apoyar el desarrollo de los docentes y mejorar la calidad del aprendizaje.

- En la medida de lo posible se debe incentivar el trabajo en grupo a través de actividades que fomenten el trabajo en equipo y estimulen la participación de todos los alumnos.
- Es muy importante que el profesor presente los contenidos muy bien organizados y estructurados y que sean comprensibles para todos los alumnos, adaptándose a la diversidad del grupo.
- Los temas deben iniciarse con una pequeña introducción, que sirva de nexo de unión entre los conocimientos que ya dispone el alumno y los nuevos que se van a desarrollar, y de este modo, crear un aprendizaje más significativo.
- El profesor debe mostrar a los alumnos la relación entre las matemáticas y otras asignaturas. De este modo, se consiguen dos objetivos: que los estudiantes asimilen mejor los contenidos y que sean conscientes de la importancia de las matemáticas.

En cuanto a los principios **metodológicos propios de la trigonometría** el profesor Flores Gil propone que las explicaciones deben acompañarse con pruebas que persiguen un doble objetivo: evaluar los conocimientos de los alumnos y motivarlos en el aprendizaje. El profesor Flores Gil divide la enseñanza de la trigonometría, para los alumnos de cuarto de la ESO, en dos partes: semejanza y trigonometría propiamente dicha. Para la **semejanza** da los siguientes consejos metodológicos:

- Mostrar planos y mapas para determinar la distancia entre dos puntos en función de la escala.
- Dibujar a escala objetos reales.
- Aplicar criterios de semejanza a todo tipo de triángulos.
- Resolver triángulos por medio del teorema de Thales y de Pitágoras.
- Representar números enteros, con regla y compás, y números racionales por aplicación del teorema de Thales.
- A partir de una figura dibujar otra semejante.
- Resolver problemas relacionados con el teorema de Thales y que el alumno haga una representación gráfica de la situación.
- Tienen gran importancia diversos materiales didácticos: útiles para dibujar y medir (regla, escuadra, cartabón, compás), mapas, fotografías y calculadora.

En la parte de **trigonometría**, Flores Gil sugiere la siguiente metodología:

- Hay que tener en cuenta que la trigonometría es una materia nueva para los alumnos de 4º de la ESO, por lo tanto, es fundamental tomarse todo el tiempo que sea necesario para explicar las razones trigonométricas, con suficientes ejemplos y dibujos que ilustren cada concepto, señalando en cada caso su utilidad. Los alumnos tendrán que

practicar con diferentes actividades para comprender el significado de cada uno de estos conceptos.

- Hay que dedicar un tiempo al manejo de la calculadora. Los alumnos deben saber calcular con esta herramienta:
 - A partir del ángulo, su razón trigonométrica.
 - A partir de la razón trigonométrica, el ángulo.
- Es necesario explicar bien la diferencia entre el inverso de una razón trigonométrica (Ej. el inverso del seno es la cosecante) y las funciones trigonométricas inversas (Ej. la función inversa del seno es el arco seno).
- Tras haber practicado con diferentes triángulos y ángulos, los alumnos deben haber asumido que el valor de las razones trigonométricas no depende del tamaño de los lados del triángulo, esta situación nos permitirá introducir la circunferencia goniométrica. Esta circunferencia nos permitirá considerar cualquier ángulo y será fácil de ver el máximo y el mínimo del seno y el coseno.
- Razonar los pasos que conducen a la relación fundamental de la trigonometría, aportando ejemplos que muestren su veracidad para todos los ángulos, así como su utilidad a la hora de encontrar razones trigonométricas a partir de una dada. A partir de ella, razonar la obtención de otras relaciones entre razones trigonométricas. Practicar actividades.
- Utilizando la circunferencia goniométrica realizaremos un estudio de los ángulos cuyas razones trigonométricas tienen el mismo valor absoluto. Siempre debemos emplear dibujos que muestren la situación que estamos abordando. Es muy importante que el alumno practique con gran número de ejemplos que contribuyan a eliminar cualquier duda.
- Como ya hemos practicado con triángulos, los alumnos podrán resolver situaciones en el mundo real sin mucha dificultad. Por medio de estas actividades pretendemos que los estudiantes entiendan la utilidad de la trigonometría en nuestro entorno.

El profesor Flores Gil sugiere estos **materiales didácticos**:

- La calculadora científica es imprescindible para desarrollar una unidad didáctica de trigonometría, para el cálculo de: las razones trigonométricas de un ángulo o el ángulo a partir de sus razones trigonométricas.
- Los programas informáticos interactivos, como el GeoGebra, que permiten realizar gráficos y asimilar el significado de los conceptos trigonométricos.
- Instrumentos de medición de distancias y ángulos: cintas métricas y teodolitos. Los alumnos pueden construir alguno de estos instrumentos.

En cuanto a las **estrategias** a las que podemos recurrir, destaca:

- Emplear el tiempo suficiente para una construcción significativa de los conocimientos.
- Alternar el trabajo individual con el grupal.
- Hacer un seguimiento del aprendizaje de los alumnos de modo individualizado.
- Coordinar los distintos ritmos de trabajo y adquisición de conocimientos.

4 Conveniencia de usar materiales manipulativos

Nos podríamos preguntar si es aconsejable el uso de **materiales manipulativos** para la enseñanza de la trigonometría. Hay cientos de estudios que aconsejan la utilización de este tipo de recursos en la enseñanza. Los materiales manipulativos facilitan los procesos de enseñanza y aprendizaje y ayudan de diferente modo, dependiendo de la fase en la que nos encontremos de la secuencia educativa:

En la fase inicial, pueden estar al servicio de reforzar la motivación, de introducir un tema o cuestión, o de ayudar a reflexionar sobre los conocimientos y las ideas previas del sujeto; en la fase de desarrollo pueden servir para proporcionar información, para practicar una habilidad para autoevaluar el aprendizaje; en la fase de cierre, para reflexionar sobre el proceso seguido, para ayudar a construir las ideas clave o la síntesis, o para evaluar el proceso de aprendizaje producido. (Area, Parcerisa, & Rodríguez, 2010, pág. 19).

Otro aspecto a tener en cuenta es la necesidad de sacar a los alumnos de las aulas. Profesores del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada recomiendan encarecidamente salir de la rutina diaria de las clases. Estos profesores aconsejan aprovechar las posibilidades que ofrece nuestro entorno, empezando por lo más cercano, que es la ciudad en la que vivimos. Comentan que en nuestro entorno hay muchos más elementos matemáticos de los que pudiéramos pensar a primera vista y que debemos desarrollar nuestra sensibilidad para percibirlos. Proponen una serie de actividades matemáticas, que se pueden efectuar al aire libre: paseos matemáticos, visitas guiadas a edificios, gymkhanas matemáticas, juegos matemáticos, fotografía matemática, etc. (Flores, Lupiañez, Berenguer, Marín, & Molina, 2011, págs. 66-68)

En el caso particular de la trigonometría, una experiencia llevada a cabo por Tomás Ortega en IES Rondilla de Valladolid en la década de los ochenta, evidencia que:

El rendimiento académico de los alumnos que habían realizado aplicaciones prácticas de trigonometría en el campo, midiendo y calculando alturas y distancias inaccesibles, fue muy superior que el de sus compañeros que no las realizaron. Además, la actitud de esos alumnos hacia la matemática mejora notablemente con estas prácticas. (Esteban Piñeiro, Ibañez Jalón, & Ortega del Rincón, 1998, pág. 110)

Resaltada la importancia del uso de materiales manipulativos en las aulas, nos podríamos hacer la pregunta de por qué se usan tan poco en secundaria. La respuesta a esa pregunta la encontramos en (Fortuny, Iranzo, & Morera, 2010). Estos autores nos cuentan que hubo precursores en el uso de materiales manipulativos para la didáctica de la geometría, entre los que habría que destacar a María Montessori, Pedro Puig Adam y a Emma Castelnuovo. Con el paso del tiempo, estos materiales han tenido mucho éxito en educación infantil pero una escasa o nula repercusión en la educación secundaria y exponen el siguiente motivo:

La repercusión de estas propuestas ha sido anecdótica para el profesorado de secundaria. Estas situaciones siguen siendo casos singulares para la docencia del profesorado de matemáticas. Siempre se invoca al hecho de que es muy difícil conseguir materiales manipulativos y sobre todo actividades curriculares con estos materiales, que además su uso en las aulas ocupa mucho tiempo y que no se ve su utilidad directa para el aprendizaje, ni para la enseñanza. (Fortuny, Iranzo, & Morera, 2010, pág. 70)

Posteriormente, señalan que, en la actualidad, la disponibilidad de materiales físicos no ha cambiado mucho, excepto en lo que se refiere a tecnología relacionada con las TIC, donde se ha instalado en la sociedad la idea de que todo debe estar inundado por este tipo de recursos. En cambio, el convencimiento del uso de la tecnología por parte del profesorado, no ha cambiado mucho.

A raíz de todo lo expuesto con anterioridad, la opinión de los expertos muestra que nuestra práctica trigonométrica resulta altamente aconsejable, al menos en los siguientes puntos:

- Los alumnos verán la utilidad de la trigonometría en situaciones de la vida real.
- Afianzará los conceptos desarrollados en clase.
- Aumentará las habilidades de los estudiantes mediante el manejo de instrumentos tecnológicos.
- Ofreceremos a los alumnos un descanso de la rutina diaria, pero también captamos su interés por medio de la novedad, además de incentivar su espíritu de descubrimiento. Además, el nivel de aprendizaje durante una de estas salidas es mucho mayor que el de una clase convencional.
- Mejoramos las habilidades sociales de los estudiantes al tener que interactuar con el resto del grupo.
- Concienciaremos al profesorado de la utilidad de este tipo de prácticas.

5 Prácticas de campo de trigonometría en educación secundaria en España

Me ha parecido interesante estudiar si es común realizar prácticas de campo de trigonometría en los institutos españoles. Este estudio pretende un doble objetivo: en primer lugar, conocer lo habituales que son este tipo de actividades en la enseñanza secundaria en España; y, en segundo término, servirme de fuente de inspiración sobre cómo diseñar nuestra práctica.

En este tipo de actividades fueron pioneros en España en los años ochenta, el Departamento de Matemáticas del IES Rondilla de Valladolid en colaboración con el Centro Geográfico del Ejército, que prestaba los teodolitos. Se presentó una comunicación en la II Muestra de Experiencias Educativas. Zamora 1988. En esta práctica se obtuvieron in situ las correspondientes medidas para calcular áreas planas, distancias y alturas inaccesibles. Se aprovechó el viaje para repartir a los alumnos cuadernillos de campo y explicarles las actividades que se iban a desarrollar. Los alumnos anotaron los resultados de las medidas en el cuadernillo y, posteriormente, hicieron los cálculos con la calculadora.

Para encontrar actividades similares a la recientemente comentada, he realizado búsquedas en *Google* y *Google Scholar* sobre el tema en cuestión. Me ha sorprendido la escasa repercusión que tienen este tipo de experiencias en los centros españoles, sólo he encontrado tres prácticas de campo sobre trigonometría, en institutos ubicados en: Moixent (Valencia), Yeste (Albacete) y Chamartín (Madrid). También he hallado un artículo en la revista *Suma* donde dos profesores explican cómo realizar este tipo de actividades a partir de la experiencia que llevan acumulada en la realización de las mismas.

5.1 Cuatro métodos para medir la altura del campanario de Moixent. (IES Moixent, Valencia)

Esta práctica de campo fue desarrollada por diez alumnos de cuarto de la ESO del IES Moixent, en la provincia de Valencia, durante el curso 2009-2010. La actividad surgió porque los alumnos realizaron un cuestionario de modelización matemática donde se les preguntaba aspectos relacionados con la vida cotidiana. Una de las preguntas era: “¿Cómo medirías el campanario del pueblo?”. Ninguno de los alumnos supo argumentar la respuesta. Como consecuencia de este resultado, a la profesora de matemáticas, Lorena Sierra Galdón, se le ocurrió realizar una actividad voluntaria para medir la altura del campanario del pueblo (Sierra Galdón, 2011).

La metodología utilizada fue la siguiente: el día anterior a la realización de la actividad, la profesora explicó a sus alumnos, en clase, qué iban a hacer y qué materiales emplearían. En primer lugar, la docente pidió a los niños que le explicaran qué método utilizarían para medir la altura del campanario. Hubo dos respuestas lógicas: una de ellas, era preguntárselo al cura del

pueblo y la otra, subir al campanario con una cuerda, dejarla caer y luego medirla. Hemos de señalar que estos niños estudian la opción A de cuarto de la ESO y la trigonometría no forma parte de su currículo; la semejanza de triángulos la han estudiado en cursos anteriores pero este año todavía no la habían trabajado en clase. El siguiente paso dado por la profesora Sierra Galdón, fue comentar que había métodos alternativos para medir la altura del campanario utilizando las matemáticas. A continuación, procedió a explicar estos métodos junto con unas nociones matemáticas básicas para entenderlos. También, advierte que para realizar las mediciones es necesario disponer de los siguientes materiales: un metro, una calculadora, un espejo, una libreta y un *clinómetro*. Al día siguiente a la explicación, los alumnos del IES Moixent emplearon dos horas para realizar las mediciones. Días más tarde, tuvieron que entregar un informe sobre el trabajo realizado: argumentaron los métodos utilizados, mediante explicaciones escritas y gráficas; realizaron los cálculos y emitieron juicios personales. Todos los alumnos efectuaron los cálculos de modo correcto, la actividad les pareció muy provechosa y se sintieron encantados con su realización. Lorena Sierra Galdón cree que el objetivo de esta actividad, que era enseñar y motivar al mismo tiempo, se ha logrado con creces.

En cuanto a los métodos empleados para realizar las mediciones, la profesora Sierra Galdón los denominó:

- Método primitivo.
- Método griego.
- Método del espejo.
- Método del siglo XXI.

A continuación, explico estos métodos con detalle:

5.1.1 Método primitivo

Para llevar a cabo este procedimiento hay que tomar como referencia un objeto de altura conocida, por ejemplo, una señal de tráfico o un compañero y hacer una estimación de cuántos objetos es necesario concatenar para conseguir alcanzar la altura del campanario.

Esta técnica es muy instructiva para comprender que medir es simplemente comparar con un patrón, pero como método para medir la altura del campanario no me parece nada fiable, ya que es muy difícil precisar a cierta distancia, qué longitud se corresponde con el patrón. Además, está muy condicionado por la visión espacial del medidor. En cambio, este método resulta muy interesante para comprobar de modo rápido si nos hemos equivocado al realizar las mediciones o los cálculos con otros procedimientos más exactos.

5.1.2 Método griego

Este método consiste en comparar la sombra del campanario con la de un palo y luego proceder a calcular las alturas a través de la semejanza de triángulos.

Supongo que la profesora llame a este procedimiento, el método griego, por ser el que se le atribuye a Thales para realizar la medición de la altura de una pirámide de Egipto. Me parece un método, sencillo, intuitivo y de gran utilidad.

5.1.3 Método del espejo

Se coloca un espejo en el suelo y un alumno debe encontrar un punto en el espejo donde vea la cima de la torre. Una vez visualizado, hay que medir: las distancias entre el alumno y la base de la torre a este punto del espejo; y la altura que hay desde el suelo a los ojos del alumno. La altura de la torre se calcula por semejanza de triángulos.

Me sorprende que este método sea el que haya obtenido peores resultados en la práctica realizada por el IES Moixent. Posiblemente no ha habido un buen entendimiento entre el

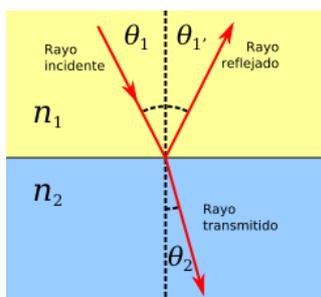


Figura 1: Ley de Snell

observador y el alumno que realizaba las mediciones con la cintra métrica. A mí me parece un buen procedimiento, aunque un poco engorroso tener que desplazarse con un objeto tan voluminoso y frágil por la calle. También creo que es fundamental explicar a los alumnos el motivo por el cual se forman triángulos semejantes: la ley de Snell explica la reflexión y refracción de la luz. En cuanto a la reflexión, el ángulo que forma el rayo incidente sobre la normal al espejo es el mismo que el que forma el rayo reflejado (como consecuencia, los ángulos que forman estos dos rayos respecto al espejo son los mismos).

5.1.4 Método del siglo XXI

Este método consiste en medir el ángulo que forma la cima de la torre sobre la horizontal. Para medir este ángulo el colegio Moixent utilizó un *clinómetro* con forma de pistola, su manejo consiste en



Figura 2: fundamento del clinómetro.



Figura 3: clinómetro.

apuntar a la cima de la torre, apretar el gatillo y proceder a la lectura que muestra el dispositivo. Posteriormente, se mide con la cintra métrica la distancia a la base de la torre. Con estas tres medidas (distancia, altura y ángulo) se forma un triángulo rectángulo donde la altura del campanario se puede calcular haciendo uso de la tangente.

Este procedimiento me parece muy adecuado cuando podemos acceder a la base del objeto que queremos medir.

5.2 Trigonometría una herramienta para medir alturas. (IES Beneche de Yeste, Albacete)

Daniel Hernández Cárceles nos explica una experiencia realizada en el IES Beneche de Yeste (Albacete) con alumnos de cuarto de la ESO y de primero de Bachillerato para sacar las matemáticas a la calle y explicarles trigonometría (Hernández Cárceles, 2012). La práctica la desarrollaron en cuatro sesiones:

Primera sesión	Construcción de un medidor de ángulos casero.
Segunda sesión	Salida al patio del instituto para realizar las mediciones. A cada alumno se le entrega una ficha, que resume el trabajo a realizar y sirve para recopilar los datos.
Tercera sesión	A partir de los datos recogidos en el patio, se realizan en clase los cálculos oportunos para completar la ficha.
Cuarta sesión	Se visualiza un vídeo que recopila la experiencia llevada a cabo ⁴ . Una vez visto el vídeo se muestran situaciones de la vida real de resolución similar a la efectuada en la práctica.

En el siguiente apartado, comento el proceso seguido para realizar un *clinómetro* casero:

5.2.1 Método para construir un *clinómetro* casero

Los materiales necesarios para construir un *clinómetro* casero son: una fotocopia de un medidor de ángulos (transportador), un trozo de madera de marquetería o cartón pluma, un trozo de cuerda, pegamento, un destornillador, unas tijeras, un cúter y una tuerca. Una vez realizado todo el proceso nos tiene que quedar un instrumento similar al que se observa en la *Figura 6*. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Realizar una fotocopia del medidor de ángulos, recortarlo con las tijeras y pegarlo al trozo de madera o cartón pluma.
2. Con la ayuda del cúter, recortar el trozo de madera con la misma forma que el medidor de ángulos.
3. Atravesar el centro del transportador con un destornillador o con un punzón. Este agujero nos servirá para fijar la cuerda.
4. Pasamos la cuerda por el agujero realizado con el destornillador y al otro lado, le damos una serie de nudos, para que no se pueda salir del agujero, o la fijamos con pegamento.
5. El otro extremo de la cuerda lo atamos a la tuerca.

⁴ Este vídeo está disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=jzst7SKqcCo>

6. El instrumento ya es operativo en este momento, pero si queremos mejorar el mecanismo de mira, podemos pegar un trozo de pajita o la carcasa de un bolígrafo tal como se aprecia en la *Figura 4*.

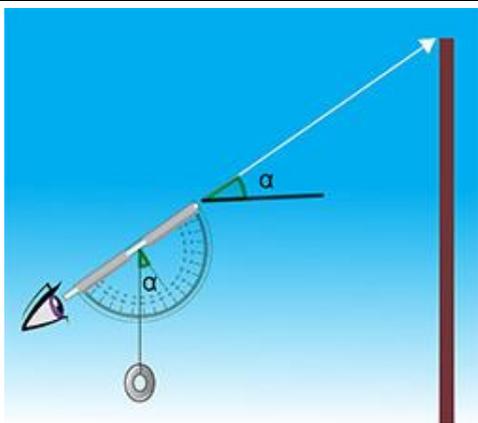


Figura 4: clinómetro casero, lógica de su funcionamiento.



Figura 5: forma de usar el clinómetro casero.



Figura 6: así nos tiene que quedar nuestro clinómetro.

En el IES Beneche realizaron la medición de: la altura de las banderas que hay a la entrada del centro, la altura de una farola, la inclinación de una pendiente, la altura de una montaña cercana, la altura del pabellón y la separación entre una columna y un canalón.

5.2.2 Medición de la altura de las banderas

Para medir la altura de las banderas que hay a la entrada del instituto emplearon dos métodos: el de las sombras y el de la tangente, equivalentes a los métodos griegos y del siglo XXI empleados por el IES Moixent de Valencia, que ya he explicado con anterioridad. La única diferencia es que ahora para medir los ángulos utilizan un instrumento realizado por ellos mismos, esta nueva situación da mucho más valor a la práctica: en primer lugar, permite que los

alumnos comprendan mucho mejor el funcionamiento del dispositivo, y, en segundo término, mejora su autoestima al comprobar que son capaces de construir un aparato de medida.

Este instituto también empleó el método de la tangente, que se muestra en la *Figura 8*, para medir la altura del pabellón y de una farola.



Figura 7: medición de la altura de las banderas por el método de la sombra.



Figura 8: medición de la altura de las banderas a través de la tangente.

5.2.3 Medición de la pendiente de una cuesta

El profesor Daniel Hernández Cárceles, en primer lugar, explica lo que es la pendiente de una carretera. Las pendientes se miden en K %, donde cada 100 metros de movimiento en horizontal, suponen K metros de desplazamiento en vertical. Para medir la pendiente de la cuesta que pasa a lado del instituto, propone a los alumnos que dos de ellos se separen 20 metros en la cuesta, que midan el ángulo que forman con la vertical y luego usando razones trigonométricas calculen la pendiente.

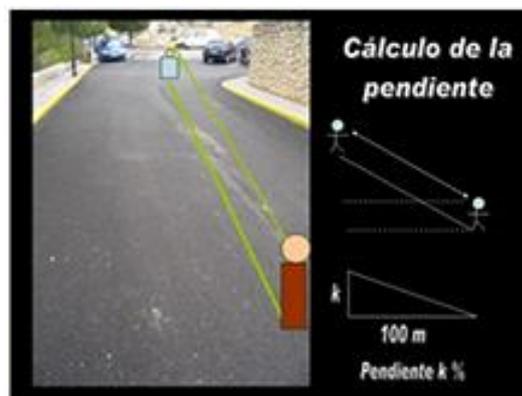


Figura 9: medición de la pendiente de la cuesta que pasa a lado del instituto de Yeste.

5.2.4 Medición de la altura de un monte cercano

Para medir la altura de un monte cercano, los alumnos del instituto de Yeste emplearon el método de la doble observación: que consiste en medir desde un punto, el ángulo que forma la cima de la montaña respecto de la horizontal; desplazarse a otro punto, alineado con el primer punto y la montaña, una distancia conocida, y medir de nuevo el ángulo que forma la cima respecto de la horizontal. La altura del monte se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones que aparece en la *Figura 10*. En esta figura, el número 30 es la distancia que separa los dos

puntos de observación A y B. El IES Beneche cometió una errata al elaborar esta información, en realidad $tg(A) = \frac{y}{30+x}$ y $tg(B) = \frac{y}{x}$.

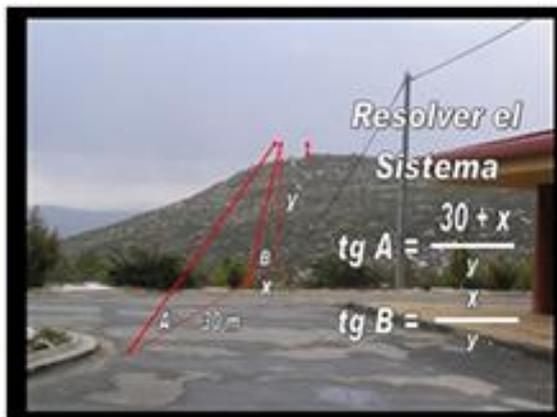


Figura 10: método de la doble observación.

5.2.5 Medición de la separación entre una columna y un canalón

Los alumnos de Yeste deseaban medir la separación entre una columna y un canalón, donde cruza una pared, por lo que no podían realizar una medición directa. El profesor Hernández Cárceles les propuso el siguiente método:

1. Colocarse en un punto de observación (A).
2. Medir la distancia que hay desde el punto de observación a la columna (x).
3. Medir la distancia que hay desde el punto de observación al canalón (y).
4. Medir el ángulo que forman la columna y el canalón, tomando como vértice el punto de observación.
5. Aplicar el teorema del coseno.

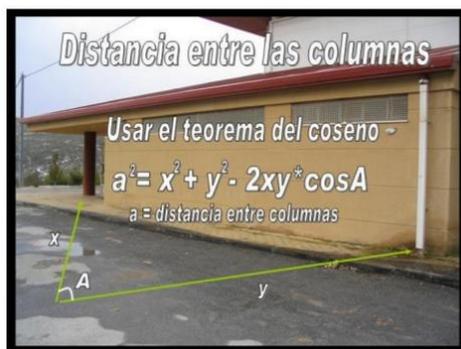


Figura 11: método empleado por el instituto de Yeste para medir la separación entre la columna y el canalón.

5.2.6 Última sesión del IES Beneche

En la última sesión IES Beneche se recapitula sobre el trabajo realizado en las sesiones previas y se muestran ejemplos de aplicaciones reales similares a la efectuada en la práctica: la medida de las distancias relativas entre Tierra-Sol y Tierra-Luna de Aristarco, el cálculo de longitudes de rampas y puentes, etc. Para finalizar se proponen una serie de actividades voluntarias de investigación para ampliar los conocimientos.

5.2.7 Reflexión sobre la práctica realizada en el IES Beneche de Yeste

El trabajo realizado en Yeste me parece muy interesante, me gusta mucho: la secuenciación seguida, las actividades propuestas y los métodos de medición utilizados, pero lo que más me ha llamado la atención es que los alumnos construyeran su propio instrumento para medir los ángulos. Sólo echo en falta que no se recojan las opiniones de los alumnos sobre la experiencia vivida.

5.3 Proyecto final *flipped classroom*. Trigonometría para medir alturas. (Instituto de Chamartín, Madrid)

El profesor Joaquín Bardón Serrano desarrolló una *flipped classroom* con alumnos de 4º de la ESO, opción B, de un instituto concertado de Chamartín, Madrid (Bardón Sedano, 2016).

Antes de continuar me parece necesario explicar qué es una *flipped classroom*: se trata de un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos. Con esta metodología, se libera tiempo de aula que se utiliza para que los alumnos realicen actividades participativas: preguntas, discusiones, actividades aplicadas, etc., que permiten al profesor escuchar a los alumnos, centrarse en la reflexión y crear a través de la práctica. Con esta metodología:

- Se produce una participación más activa del alumnado.
- Los estudiantes se sienten más motivados.
- Se aprovecha mejor el tiempo en casa y en el aula.
- Hay una mejor integración con las familias en el proceso de aprendizaje.
- Permiten una atención más personalizada.

Para poner en práctica una *flipped classroom* se hace un uso intensivo de la tecnología. Los profesores proporcionan contenidos a sus alumnos a través de entornos de aprendizaje (tipo *Moodle*), aplicaciones móviles, documentos colaborativos (*Google Drive*), redes sociales, etc. Los contenidos pueden ir acompañados de herramientas interactivas (test o foros) y de contenidos multimedia: vídeos, presentaciones, audios, etc. Existe una herramienta para cada necesidad. Estos entornos tecnológicos permiten al profesor seguir en tiempo real el progreso de cada estudiante.

En el aula el profesor retoma el trabajo realizado en casa y lo orienta hacia actividades prácticas que permitan asimilar los contenidos estudiados previamente (Flipped Learning Network, 2014).

Retomando la actividad realizada por el instituto de Chamartín, debo señalar que los alumnos pertenecen a un entorno socio-cultural medio-alto, que les permite acceder a los recursos tecnológicos antes mencionados. La *flipped classroom* del instituto de Chamartín pretendía acercar la trigonometría a los alumnos, una parte de las matemáticas que les resulta especialmente complicada, de modo práctico y cercano a su vida cotidiana. La descripción del proyecto, que tenían que realizar los alumnos, se planteaba del siguiente modo:

Pregunta guía:

- ¿Cómo medirías la altura de una torre del colegio sin subirte a ella?
- ¿Y si lo hacemos en un día nublado?

Producto final:

Los alumnos tendrán que descubrir cómo medir las alturas de edificios y elementos del patio del colegio utilizando los teoremas de Thales y la trigonometría. Para ello utilizarán una cinta métrica y tendrán que construir un medidor de ángulos.

Entrega:

- Un vídeo que recoja los cálculos pedidos y se argumente las conclusiones oportunas sobre los resultados obtenidos.
- Una presentación en *Power Point* o *Prezzi* explicando uno de los problemas históricos resueltos con la trigonometría.

Para la realización de la esta actividad el profesor Bardón Serrano elaboró el siguiente **cronograma:**

Sesión 0	Visualización de un vídeo en casa (el vídeo que se propone ver es el realizado por instituto de Yeste, comentado en la sección anterior).
Sesión 1	Construcción en clase de medidores de ángulos manuales y organización del trabajo a realizar en las siguientes sesiones.
Sesión 2	Salida al patio del colegio para llevar a cabo las tareas recogidas en las fichas que tiene cada alumno. Se realizan los distintos tipos de mediciones.
Sesión 3	Se termina de recopilar los distintos datos de mediciones en el patio y una vez obtenidos todos los datos se completan las fichas en el aula.
Sesión 4	Búsqueda de información en el aula TIC para la realización de las presentaciones
Sesión 5	Exposición oral en clase de las presentaciones. Autoevaluación y coevaluación.

En cuanto a la **práctica que campo**, se realizó en grupos de cuatro y se procedió a medir:

- La altura de la canasta de baloncesto a través del método de las sombras.
- La altura de la cubierta del patio aplicando razones trigonométricas.
- La altura del edificio más alto colegio, usando razones trigonométricas.
- La altura y distancia a la que se encuentra el edificio ubicado enfrente del colegio, utilizando el método de las tangentes.
- La distancia entre las puertas del colegio.

5.3.1 Reflexión sobre la práctica realizada en Chamartín

La práctica realizada en Chamartín es una adaptación al instituto madrileño de la efectuada en Yeste, cuatro años antes, incluso las actividades que proponía el instituto de Yeste como opcionales son las mismas que utiliza en instituto de Chamartín para que los alumnos elaboren su presentación. En cambio, el instituto de Chamartín emplea las prácticas de campo como reclamo para que sus estudiantes busquen información sobre trigonometría haciendo uso de las nuevas tecnologías. Todavía, no he comentado lo que me parece más interesante de la práctica del instituto de Chamartín, que es su forma de evaluar el trabajo realizado: hay una autoevaluación y una coevaluación de:

- La elaboración del medidor de ángulos.
- El proceso de medición.
- La presentación oral.
- El vídeo realizado.

Para llevar a efecto la calificación del modo más equitativo, el profesor Bardón Serrano elaboró una serie de rúbricas para evaluar cada uno los aspectos. Por ejemplo, para calificar la presentación de *power point* confeccionó la siguiente rúbrica:

RÚBRICA PARA EVALUAR LA PRESTACIÓN POWER POINT			
CRITERIOS	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
Introducción y captación de interés.	No realizan introducción y captan mínimamente la atención de los compañeros.	Realizan una introducción del tema y captan la atención de los compañeros.	Realizan una introducción efectiva del tema y captan por completo la atención e interés de los compañeros.
Dominio del tema.	...	...	...
Calidad diapositivas	...	...	...
Creatividad y originalidad.	...	...	...

Gramática y ortografía.	...	...	...
Tiempo de exposición.	...	...	...

Al igual que en el instituto de Yeste, el instituto madrileño tampoco recaba información sobre la opinión que tienen los alumnos sobre la realización de la práctica de campo de trigonometría.

5.4 Actividades matemáticas fuera del aula: Cuaderno de campo

Alfredo Campos y Eduardo Carpintero escribieron este artículo para la revista Suma en el que incitan a los profesores a desarrollar parte del currículo académico fuera del aula (Marcos Cabellos & Carpintero Montoro, 2001). Los autores de este artículo comentan que los docentes piensan que es difícil encontrar situaciones de la vida cotidiana de las que se pueda sacar partido para desarrollar una clase de matemáticas fuera del aula, pero la verdad es que hay infinidad de lugares con un gran interés matemático: desde lo más cercano, el patio del instituto; hasta otros entornos más alejado, dentro de una visita al mundo rural o espacios de especial interés matemático. La ventaja que tienen estas salidas fuera del aula es que se manejan dentro de las matemáticas contenidos **interdisciplinares**, que de otra forma son muy difíciles de tratar dentro del aula (este planteamiento es particularmente interesante en adaptaciones curriculares), como por ejemplo: Ciencias Sociales (arquitectura y arte), Ciencias de la Naturaleza (interpretación del medio natural), Tecnología (realización de instrumentos de medida), Educación Física (senderismo y orientación). Además, este tipo de experiencias nos permiten tratar **contenidos**, principalmente **procedimentales**, poco habituales en una clase de matemáticas:

- Medida de distancias utilizando una cinta métrica.
- Realización y análisis de fotografías.
- Manejo de instrumentos de medida: brújulas, *goniómetros*, etc.
- Recogida de datos y otros elementos (rocas, hojas, etc.).
- Manejo e interpretación y realización de planos y mapas topográficos.

La experiencia acumulada en la realización de este tipo de actividades por Alfredo Campos y Eduardo Carpintero con alumnos de cuarto de la ESO, les ha llevado a la conclusión de que es fundamental la elaboración de un **cuaderno de campo**, donde se recojan todas las actividades que hay que realizar y los alumnos puedan plasmar los datos y las conclusiones obtenidas. El cuaderno de campo debe comenzar la actividad con una breve introducción teórica, que debe ser apoyada por una explicación, previa a la realización de la práctica, por parte del profesor en el aula, donde se traten tanto los aspectos teóricos como de la actividad. Posteriormente deben aparecer tablas para recopilar los datos, así como huecos y espacios necesarios para dibujos, croquis, desarrollos, etc.

Los autores del artículo proponen un ejemplo de **cuatro actividades de campo** que pueden desarrollar los alumnos de cuarto de la ESO en Madrid:

1. En el patio del instituto, medición de alturas y distancias.
2. Visita al Parque Juan Carlos I, para estudiar figuras geométricas.
3. Paseo matemático por la Sierra de Madrid, cuya misión es elaborar gráficas, manejar planos y realizar fotografías.
4. Actividad extraescolar en Cercedilla de la Sierra, de cinco días de duración, cuyo principal objetivo es la construcción de un reloj de sol.

En lo que a **trigonometría** respecta, en la primera actividad propuesta, en el patio del colegio, pide a los alumnos que se dividan en grupos de tres o cuatro personas y recalca que es necesario concienciar a los alumnos de la importancia de efectuar bien las mediciones. Los ejercicios propuestos, no son novedosos, son los que aparecen en la mayoría de libros. La novedad reside en que ahora el alumno es el protagonista manejando aparatos de medición, recogiendo datos y calculando resultados finales. Alfredo Campos y Eduardo Carpintero nos alertan de los **errores más comunes** que suelen cometer los alumnos:

- Un uso incorrecto del *clinómetro*, lo que repercute en unos resultados disparatados, por eso hay que pedir a los alumnos que recapaciten sobre los resultados y los comparen con estimaciones a ojo a través de distancias conocidas.
- A veces los alumnos efectúan la media aritmética de medidas realizadas por otros compañeros desde diferentes lugares. Hay que recordarles que se deben realizar varias mediciones y tomar la media, pero siempre desde el mismo lugar.

Entre los **métodos propuestos** se encuentran el método de la escuadra, el método del pintor y el método de las sombras.

5.4.1 El método de la escuadra

Por medio de una escuadra podremos medir alturas inaccesibles ya que tiene un ángulo recto y dos catetos iguales. Debemos seguir los siguientes pasos para medir la altura del edificio:

1. Coger la escuadra por el ángulo recto.
2. Mantener un cateto paralelo al suelo.
3. Avanzar hacia atrás o hacia adelante hasta que veamos mirando por la hipotenusa la cima del edificio.

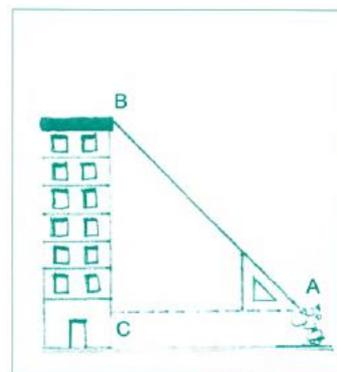


Figura 12: método de la escuadra.

La altura del edificio es nuestra altura sumada la distancia que nos separa del edificio. Esto es consecuencia de que el cateto CA de *Figura 12* es igual al CB.

El inconveniente que le encuentro a este método es la dificultad para mantener el cateto paralelo al suelo. La solución sería alinear el cateto vertical con una plomada o con un nivel.

5.4.2 Método del pintor

Este método es consecuencia del teorema de semejanza de triángulos y con él podemos medir la altura de una torre siguiendo este procedimiento:

1. Encuadrar la torre tapando el bolígrafo con la mano de la siguiente forma:
 - a. Con la visual superior debemos ver la parte superior de la torre y del bolígrafo.
 - b. Debemos subir o bajar la mano que tapa el bolígrafo para que con la visual inferior veamos el extremo inferior de la torre y la parte superior de la mano.
2. Medir la distancia horizontal que hay desde el ojo al bolígrafo (c).
3. Medir la distancia desde tu posición a la base de la torre (b).

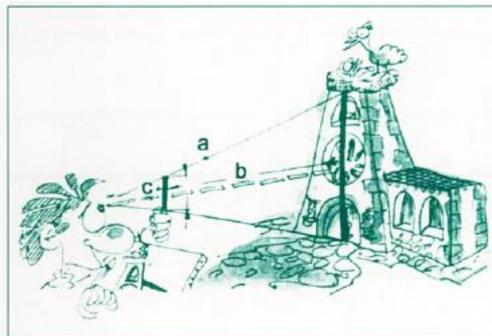


Figura 13: método del pintor.

Teniendo en cuenta la semejanza de triángulos vemos que se cumple la siguiente relación:

$$\frac{\text{Altura de la torre}}{\text{Distancia hasta la torre}} = \frac{\text{Longitud de la parte visible del bolígrafo}}{\text{Distancia desde el ojo al bolígrafo}}$$

$$\text{Altura torre} = \frac{(\text{Distancia hasta la torre}) \cdot (\text{Longitud parte visible del bolígrafo})}{\text{Distancia desde el ojo al bolígrafo}}$$

Para poner en práctica tanto el método del pintor y de la escuadra como el de la doble observación, los autores del artículo recomiendan medir la altura de la canasta y del instituto.

5.5 Reflexión sobre el estudio de las prácticas de campo

Me parece sorprendente la escasa información publicada sobre prácticas de campo de trigonometría en los institutos españoles. Sólo encuentro dos posibles explicaciones:

1. Que sea una actividad frecuente pero no se publique información sobre su realización. Esta posibilidad me parece poco creíble, dada la facilidad de publicar que hay hoy en día a través de las plataformas digitales de *Internet*.
2. Que sea una actividad poco habitual. Yo personalmente, me decanto por la segunda explicación.

A pesar de la poca información que he encontrado sobre la materia, me ha resultado de gran utilidad:

- He aprendido qué prácticas realizar: medir alturas, anchuras, inclinaciones, etc.
- Qué métodos utilizar: el de las sombras, la doble observación, etc.
- La necesidad de confeccionar un cuaderno de campo para que los alumnos tengan una guía que les oriente y les sirva para apuntar los datos observados.
- Soy consciente de los errores que los estudiantes suelen cometer al realizar este tipo de actividades.
- Me he dado cuenta de la importancia de explicar la práctica en clase antes de su realización.

Me ha llamado la atención que en ninguno de los trabajos estudiados, excepto en el de Moixent (Valencia), se haya preguntado a los alumnos su opinión para saber qué les ha aportado la realización de la práctica de campo de trigonometría.

Si estáis interesados en diseñar una práctica de campo sobre trigonometría, puede encontrar información adicional sobre los métodos y ejemplos a seguir en (Esteban Piñeiro, Ibañes Jalón, & Ortega del Rincón, 1998).

6 Marco teórico

Para la realización de la práctica de campo he tomado como base algunas ideas del constructivismo y como también vamos a realizar una pequeña valoración de la motivación que suscita esta actividad en nuestros alumnos, he considerado oportuno hacer un pequeño estudio sobre la misma.

6.1 El constructivismo

En el constructivismo se mantiene la idea de que el individuo no es resultado ni del ambiente, ni de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va desarrollando día a día como resultado de la interacción de esos dos factores. El conocimiento no es una copia de la realidad sino una construcción del ser humano. Se trata de un modelo donde es necesaria la comprensión de los procesos desde un punto de vista cognitivo. Para el desarrollo del constructivismo se han tenido en cuenta las ideas de Piaget, Brunet, Vigotsky y Ausubel (Carretero, 2005).

Para **Piaget** las personas a medida que crecemos vamos adquiriendo diferentes estadios de conocimiento. En cada estadio existe una estructura completamente distinta que nos permite ordenar la realidad de modo diferente.

Vygotsky cree que el conocimiento es producto de la interacción social y cultural. Para este autor todos los procesos psicológicos superiores se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan. Otra de las ideas de Vygotsky es que la capacidad que tiene un niño para resolver un problema se incrementa si cuenta con la guía de un adulto o con la ayuda de un compañero más capaz. Mientras que para Piaget la capacidad de un niño para aprender depende de su desarrollo cognitivo, para Vygotsky el desarrollo cognitivo está influenciado por el aprendizaje: un alumno que tenga más oportunidades de aprender que otro, no sólo adquirirá más información, sino que también logrará un mayor desarrollo cognitivo. Numerosos estudios han demostrado la importancia que tiene la interacción social para el aprendizaje: argumentaciones, discusiones en grupo, etc.

Según la teoría de **Ausubel** en el aprendizaje significativo los nuevos conocimientos se incorporan a la estructura cognitiva del estudiante. Esto es posible cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos. Podríamos decir que es “el verdadero aprendizaje” donde más que aprender hay que comprender.

Nos podemos preguntar cuál es el **rol del docente** dentro del constructivismo. En 2004 la Unesco definió las funciones del educador que deberían pasar de ser un transmisor de información a un mediador en la construcción del conocimiento, donde los estudiantes puedan desarrollar sus competencias. Las labores de un profesor constructivista, según se cita en (Suárez Valdés-Ayala, 2012), deben ser:

1. Mediador entre conocimiento y aprendizaje.
2. Reflexionar respecto a la labor que desempeña.
3. Promover en los alumnos aprendizajes significativos.
4. Fomentar la participación activa de los estudiantes.
5. Ajustarse a las diversas situaciones educativas que puedan acontecer.

En el constructivismo debemos orientar las matemáticas, de modo que se haga realidad la frase de “aprender a aprender”:

- a) Para que se produzca un interés por las matemáticas es necesaria una participación activa de los estudiantes, conectándolas con su entorno físico y social.
- b) La enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina, debe partir de una metodología actualizada que se base en la construcción e investigación del conocimiento, basado en las experiencias concretas, vivencias cotidianas, hechos científicos y tecnológicos.

6.2 La motivación escolar

La motivación es un elemento fundamental para que se produzca aprendizaje escolar. Sin motivación el estudiante no pondrá en marcha ninguna estrategia de aprendizaje. Se puede observar que hay alumnos que tienen una motivación alta y otros baja. Es posible influir en la motivación de los estudiantes, pero cómo hacerlo depende de su estilo motivacional. Diferentes estilos motivacionales implican distintos tipos de expectativas y recompensas, que tendrán efectos diferenciados (Carretero, 2005).

En cuanto a la motivación relacionada con el aprendizaje, el aspecto que más influye es el del logro, que puede ser una meta personal o puede estar relacionada con la valoración social o la consecución de una recompensa. Uno de los aspectos más importantes para conocer el estilo motivacional de una persona es saber en qué se apoyan sus atribuciones causales, es decir, en la representación interna que tienen de la relación que existe entre el esfuerzo realizado y el resultado obtenido. Los procesos de atribución causal a través de los cuales las personas formamos nuestra autoimagen a veces no tiene mucha correspondencia con la realidad: hay estudiantes que preparan a conciencia un examen y piensan, debido a su estilo motivacional, que

las buenas calificaciones son fruto de la buena suerte; en cambio, hay otros que se forman expectativas muy optimistas pesando que es necesario muy poco esfuerzo.

Otro factor esencial en la motivación de logro es el hecho de que las personas establezcan sus atribuciones en función de criterios internos o externos. Los primeros, creen que el aprendizaje es fruto de una causa interna, que depende de su propio esfuerzo; los segundos, piensan que el resultado que obtienen de una tarea se debe a razones externas, no controlables. Este hecho ha dado lugar a que se establezcan dos tipos de **motivaciones: intrínseca y extrínseca**. Los alumnos con motivación intrínseca, tenderán a realizar las actividades mediante incentivos de carácter interno, mientras los que posean una motivación extrínseca necesitarán más incentivos externos, ya sean materiales o sociales. El rendimiento escolar es mejor y duradero cuando se mueve por motivos intrínsecos, por lo tanto, es fundamental reorientar el estilo motivacional de los estudiantes en este sentido. Para ello debemos tomar las siguientes medidas:

- Informar a los alumnos de que el aprendizaje depende del esfuerzo personal.
- Animarlos positivamente en cuanto tengamos constancia del más pequeño logro.
- Realizar acciones que aumenten su sentimiento de autonomía personal.
- Enseñar a los alumnos a autorregularse y marcarse metas intermedias.
- Realizar actividades originales y diferentes, que supongan un reto.
- Optar por actividades que requieran el trabajo en grupo.
- Empleo adecuado y variado de los recursos didácticos.
- Efectuar tareas acordes a su nivel.
- Dejar un tiempo suficiente para la realización del trabajo.
- Definir de modo claro las reglas o normas a seguir.
- Estar disponible para ayudar al alumno siempre que lo necesite.
- Explicar de un modo claro.
- Permitir al alumno que intervenga.
- Usar el sentido del humor.
- Escuchar al alumno de modo activo, teniendo en cuenta sus comentarios y ampliando sus respuestas si nos parecen incompletas, pero valorando lo positivo que haya dicho.
- En la evaluación debemos centrarnos en el proceso de ejecución y en el aprendizaje obtenido.

7 Marco metodológico

7.1 Objetivo del estudio

El presente estudio pretende elaborar una práctica de campo de trigonometría en la que participarán estudiantes de cuarto de la ESO. Durante la realización de esta práctica se pretenden los siguientes objetivos:

1. Que los estudiantes pongan en práctica, en una situación real los conocimientos adquiridos durante las clases de teoría.
2. Mostrarles que las matemáticas tienen aplicaciones reales muy interesantes.
3. Familiarizarlos con el uso de instrumentos de medida: la cinta métrica, el *goniómetro* y el *odómetro*.
4. Evaluar si la realización de este tipo de prácticas mejora su comprensión sobre la trigonometría.
5. Valorar si esta actividad incrementa su motivación por la asignatura de matemáticas.

7.2 Participantes en el estudio

La población objeto del estudio está compuesta por 28 alumnos del Instituto Núñez de Arce de Valladolid (18 de 4ºA y 10 de 4ºC). Los grupos son tan reducidos porque parte de los alumnos se encontraban de intercambio con un instituto francés, además el grupo de 4ºC sólo dispone de 16 alumnos.

7.3 Diseño de la práctica de campo

Nada más saber que tenía que realizar una práctica de campo de trigonometría para mi Trabajo Fin de Máster, me reuní con el director del IES Núñez de Arce y mi tutor de prácticas para preguntarles si podía efectuarla en el Centro durante mi estancia en el Practicum. A los dos les encantó la idea y no pusieron ningún impedimento. Mi tutor me comentó que como mucho podía disponer de dos horas para su realización, una hora de Matemáticas y otra que pediría prestada a la profesora de Física.

A continuación, procedí a hacer una revisión bibliográfica sobre el objeto de estudio: competencias del alumnado, metodología y prácticas de campo sobre trigonometría efectuadas en institutos españoles. Teniendo en cuenta estos conocimientos y el marco teórico de referencia comencé el diseño de la práctica de trigonometría personalizada para el Instituto Núñez de Arce. Debido al poco tiempo disponible para la realización de esta actividad, la mejor idea para llevarla a cabo me pareció confeccionar un cuaderno de campo, que explicara a los alumnos, de modo sencillo, el trabajo a realizar, les sirviera de guía durante la realización de la práctica y les permitiera apuntar los resultados y efectuar los cálculos. Para la confección de este cuaderno de

campo me ha servido de modelo el estudio de las escasas prácticas de campo sobre trigonometría publicadas por los institutos españoles, aunque la verdadera referencia ha sido una actividad similar que realizamos los alumnos del Master de Profesor de Secundaria en la asignatura de Innovación Docente en Matemáticas con el profesor Tomás Ortega. Esta práctica fue tan completa, que me ha parecido imposible superarla, por lo que simplemente he tenido que adaptar su contenido a las características del entorno del Instituto Núñez de Arce y explicarla de modo acorde a los conocimientos de estudiantes de 4º de la ESO. Este cuaderno de campo se encuentra en la página 44.

Antes de la realización de la práctica, entregué a los alumnos una copia de este cuaderno de campo y les expliqué brevemente en qué consistía la actividad y los métodos que se llevarían a cabo para efectuar las mediciones.

Después de la realización de la práctica, pedí a los alumnos que rellenaran una encuesta (Anexo I, pág. 77) para evaluar los aspectos que queríamos estudiar durante la realización de la práctica. Esta encuesta se compone de diez preguntas cerradas donde se valora:

1. La utilidad práctica de la trigonometría en particular y las matemáticas en general.
2. Si la práctica ha servido para comprender mejor la trigonometría.
3. Si ha mejorado la motivación de los alumnos:
 - a. Si se ven más capaces de afrontar nuevos desafíos como consecuencia haber superado este reto.
 - b. Si se perciben más valorados al haber sido útiles a sus compañeros.
 - c. Si les ha parecido interesante la práctica.

También dejé cuatro preguntas abiertas para que los estudiantes pudieran opinar todo lo que consideraran oportuno.

Para valorar su aprendizaje, procedí a la revisión de sus cuadernos de campo.

Por último, efectué una entrevista semiestructurada al profesor de la asignatura, para conocer su opinión sobre la práctica de campo. En esta entrevista le pregunté su opinión sobre:

- Sí esta actividad mejora la comprensión de los alumnos acerca de la trigonometría.
- Sí estimula su motivación.
- La causa por la que no se realizan prácticas de campo de trigonometría en los centros españoles.

Si esta práctica de campo la fuera a realizar yo siendo docente y dispusiera de mayor tiempo para su ejecución, posiblemente la orientaría hacia una metodología basada en proyectos, tal como explico en la página 70. De esta forma conseguiría:

- Una mayor implicación de los alumnos.
- Un desarrollo de su capacidad creativa.
- Mejorar la competencia de aprender a aprender.
- Fomentar el uso de las nuevas tecnologías en la búsqueda de información.

7.4 Materiales suministrados a los alumnos

A los alumnos les suministré el cuaderno de campo en formato PDF, con suficiente antelación, antes de realizar la actividad. Para su distribución utilizaré dos plataformas digitales gratuitas: *Dropbox* y *WeTransfer*. Pedí a los alumnos que lo descargaran y lo imprimieran. Para aquellos alumnos que no disponían de conexión a *Internet* en sus casas o tenían dificultades para imprimirlos, les entregaré yo mismo una copia impresa.

Para la realización de la práctica, el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática de la FEyTS de la Universidad de Valladolid me proporcionó:

- 3 *goniómetros*.
- Una cinta métrica de 25 m.
- Un *odómetro*.

8 Cuaderno de campo práctica de trigonometría. IES Núñez de Arce, Valladolid.

8.1 Introducción

Vamos a realizar una salida a los alrededores del instituto para poner en práctica los conocimientos adquiridos de trigonometría en la asignatura de Matemáticas y de este modo comprobar que tienen una aplicación real muy útil. Mediremos la altura del Archivo Municipal de Valladolid, del campanario del Monasterio de Santa Catalina de Siena y de una farola. Para cada una de estas mediciones emplearemos métodos diversos, no solo para ilustrar su existencia, sino porque en algunas ocasiones el objeto que se pretende medir es inaccesible y es necesario utilizar técnicas diferentes. También, calcularemos la anchura de una pared, que se encuentra detrás de una verja; aprenderemos a trazar una perpendicular a un muro haciendo uso de una terna pitagórica; descubriremos dos métodos para medir un ángulo a pie de calle y obtendremos el área de un triángulo de dos formas diferentes.

Los instrumentos que vamos a usar son:

- Una cinta métrica, para medir longitudes.
- Un *goniómetro*, que es un aparato que sirve para medir ángulos, tanto en horizontal como en vertical.
- Un *odómetro*, que es un dispositivo que dispone de una rueda que gira sobre el suelo. Al contar el número de vueltas que ha dado esta rueda, se puede saber la distancia recorrida.

8.2 Conocimientos previos

Para realizar esta práctica, se necesitan unos conocimientos teóricos de trigonometría y saber manejar los instrumentos correctamente. Los conocimientos teóricos ya los habéis desarrollado a lo largo del curso, por lo que sólo necesitáis aprender el manejo del instrumental, tal como se muestra en los siguientes tres apartados. No os preocupéis porque con el instrumental entre vuestras manos todo será muy sencillo.

8.2.1 Cómo medir la longitud entre dos puntos

El medir la separación entre dos puntos, no es una tarea tan sencilla como pueda parecer a primera vista. Si no medimos en línea recta, obtendremos una medición mayor a la real y estaríamos obteniendo un dato equivocado. Esta situación la podemos observar en la *Figura 14*: el tramo medido (línea roja) es más largo que distancia que separa A de B.



Figura 14

Para realizar la medición correctamente, debe procederse como se muestra en la *Figura 15*:

- Hay que colocar dos jalones⁵ en los puntos entre los que se va a efectuar la medida.
- Se debe colocar un observador a tres o cuatro metros detrás de un jalón, de modo que al mirar los dos jalones se fundan en uno.
- Luego, dos personas (cadeneros) realizarán la medición. El cadenero de atrás empezará colocando el inicio de la cinta métrica en un jalón, el cadenero de adelante avanzará con la cinta hacia el otro jalón en la dirección que le indique el observador. En cada medición intermedia, el cadenero de adelante colocará una marca en el suelo donde ha efectuado la medida, para indicar al cadenero de atrás el lugar en el que debe posicionar el inicio de la cinta para la siguiente medición.

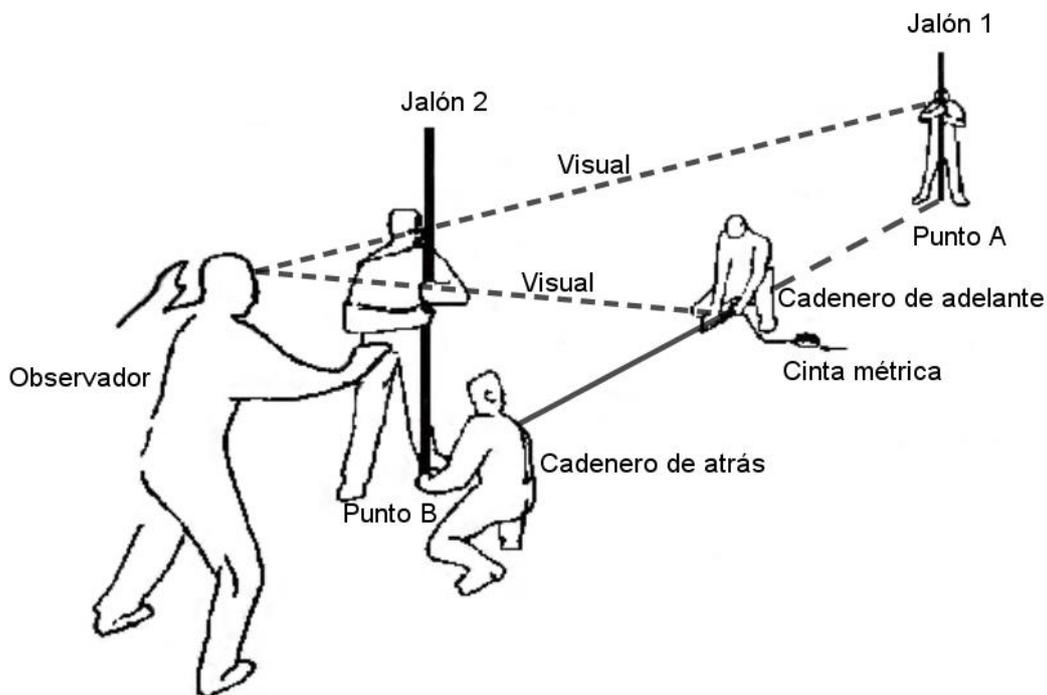


Figura 15

En nuestro caso, no vamos a ser tan rigurosos:

⁵ Jalón: es una señal, generalmente un palo con punta metálica, que se clava en la tierra para marcar dos puntos fijos en el terreno, especialmente cuando se realizan trabajos topográficos.

- Colocaremos una persona, que hará las veces de jalón, en el primer punto de medición (punto A).
- Situaremos un observador en el otro punto de medición (punto B).
- Dos personas manejarán la cinta métrica siguiendo las órdenes del observador, para mantenerse siempre dentro de su visual con el punto A. Como trabajaremos sobre una superficie pavimentada, los puntos donde efectuemos una medida intermedia los marcaremos con una tiza.

8.2.2 Cómo manejar el *goniómetro*

Como hemos mencionado con anterioridad, un *goniómetro* es un aparato en forma de semicírculo o círculo graduado, que sirve para medir o construir ángulos.

El *goniómetro* que vamos a utilizar en nuestra práctica puede medir ángulos horizontales y verticales. Va montado sobre un trípode, que dispone de un nivel de agua. Lo primero que tenemos que hacer, antes de medir ningún ángulo, es nivelarlo con la horizontal, para ello la burbuja del nivel de agua tiene que posicionarse dentro del círculo. Una vez nivelado, ya podemos proceder a medir ángulos: para realizar una medición, debemos apuntar al objeto que queremos medir, del mismo modo que si se tratara de una escopeta, para ello debemos visualizar en línea el alza, el punto de mira del *goniómetro* y el punto a medir. Este proceso se puede observar en la *Figura 16* y la *Figura 17*. Para ángulos verticales, una vez apuntado el objeto, el valor del ángulo se obtiene leyendo la cifra que marca la escala graduada del *goniómetro*. En ángulos horizontales, debemos apuntar dos veces: la primera, para colocar el cero de la escala del *goniómetro* alineada con la primera semirrecta que determina el ángulo; y la segunda, debemos alinear la mira con la segunda semirrecta del ángulo, y así, poder leer su valor. Para entender lo que acabo de explicar, tenemos que pensar que el *goniómetro* se encuentra en el vértice del ángulo a medir y que la escala de la medición tiene que empezar en una de las semirrectas que forman el ángulo. Todo este proceso que puede parecer complejo de entender, con el instrumento in situ, es muy sencillo e intuitivo.

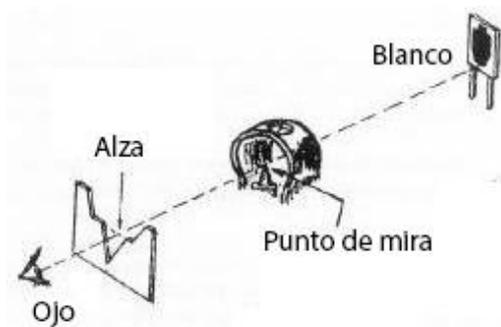


Figura 16: forma de apuntar un objeto (vista lateral).

Formas de apuntar con miras abiertas



Figura 17: forma de apuntar un objeto (vista frontal).



Figura 18: goniómetro. Visual para medir el ángulo.



Figura 19: goniómetro. Detalle de la mira y el alza.



Figura 20: goniómetro detalle de la lectura de ángulos verticales.

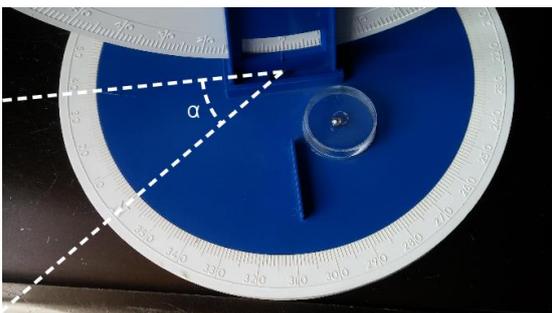


Figura 21: goniómetro. Medición de ángulos horizontales.

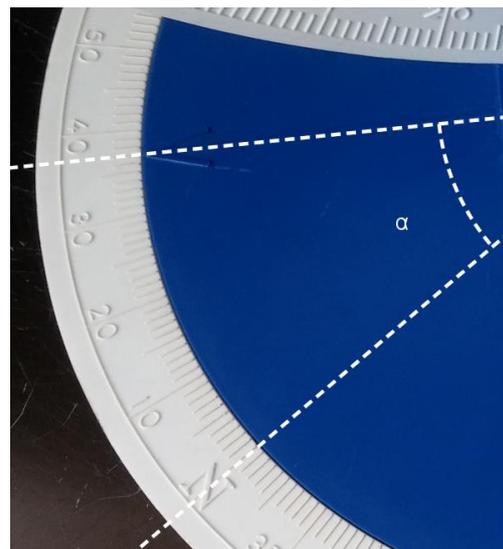


Figura 22: goniómetro. Detalle de la medición de ángulos horizontales, una de las semirrectas del ángulo sigue el cero (N) de la escala.

8.2.3 Cómo manejar el odómetro

El *odómetro* es un dispositivo que se utiliza para medir longitudes. El principio que utiliza para medir la distancia recorrida es el giro de una rueda dotada de una escala métrica. En cada giro, avanzamos una distancia equivalente a la longitud de la circunferencia que tiene la rueda (en nuestro caso 1m). Como la longitud es conocida, simplemente debemos multiplicar el número de giros por esta longitud, para conocer la distancia recorrida. Antes de empezar a medir, debemos posicionar nuestro *odómetro* a cero. Nuestro dispositivo suena cada vez que da una vuelta, por lo tanto, hay que ir contando los chasquidos que da el aparato en cada giro para medir la distancia. Al finalizar, lo más normal es que no completemos la última vuelta, así que tendremos que mirar en la escala graduada de este dispositivo para ver la distancia recorrida en esta última fracción de vuelta. De este modo, la fórmula de la distancia recorrida es:

$$(\text{Distancia recorrida}) = (\text{n}^\circ \text{ giros}) \times 1\text{m} + (\text{distancia recorrida en la última fracción de vuelta})$$

El *odómetro* se puede usar para medir cualquier distancia, pero es muy útil en la medición de curvas, ya que la cinta métrica no se puede adaptar con facilidad a este tipo de líneas.



Figura 23: odómetro posicionado a cero.



Figura 24: Odómetro. Si terminamos en esta posición, tendremos que sumar 65cm a la distancia recorrida con las vueltas completas.

8.3 Medida de la altura del Archivo Municipal

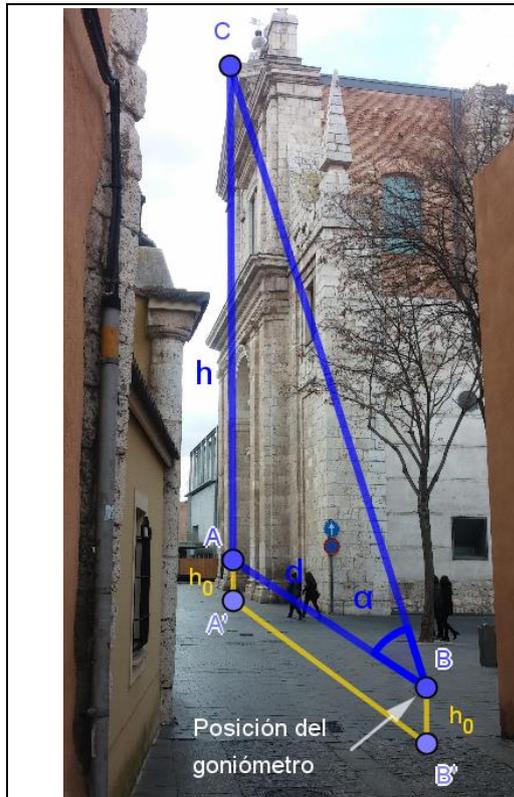


Figura 25: Archivo Municipal.

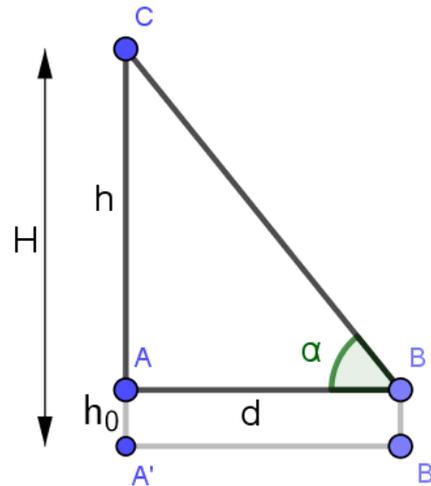


Figura 26: esquema del Archivo Municipal.

Como podemos acceder a la base de este edificio, para calcular su altura, simplemente tendremos que medir:

- La distancia que hay entre la entrada del edificio y el punto donde se encuentra el *goniómetro* (distancia $AB = d$, de la *Figura 25*). Para medir esta distancia, emplearemos el método descrito anteriormente: colocaremos a un alumno en la entrada del Archivo Municipal, que hará las funciones de jalón; situaremos a un observador detrás del *goniómetro*, que marcará la dirección a otros dos estudiantes, que se encargarán del uso de la cinta métrica.
- Mediante el empleo del *goniómetro*, apuntaremos a la parte más alta del edificio, que se encuentra en la vertical de la puerta, y leeremos el ángulo (α) que marca la escala de este dispositivo.

Conocidos el ángulo (α) y la distancia (d), el cálculo de la altura (h) es inmediato a partir de la

$$\text{definición de la tangente: } \tan(\alpha) = \frac{AC}{AB} = \frac{h}{d} \Rightarrow h = \tan(\alpha) \cdot d \quad (\text{Figura 26})$$

Hay que tener en cuenta que el *goniómetro* no está al nivel del suelo, sino que se encuentra montado sobre una plataforma situada a una altura $h_0 = AA' = BB'$ del firme, que procederemos a medir. Por lo tanto, la altura del Archivo Municipal es $H = h + h_0$.

Para tener las anotaciones de las medidas bien ordenadas rellenaremos la siguiente tabla:

Anota la distancia (d)	Anota el ángulo (α)	Anota el valor de h_0	Calcula en casa, $h = \tan(\alpha) \cdot d$	Calcula en casa, la altura del archivo: $H = h + h_0$

8.4 Medida de la altura del campanario del Monasterio de Santa Catalina de Siena

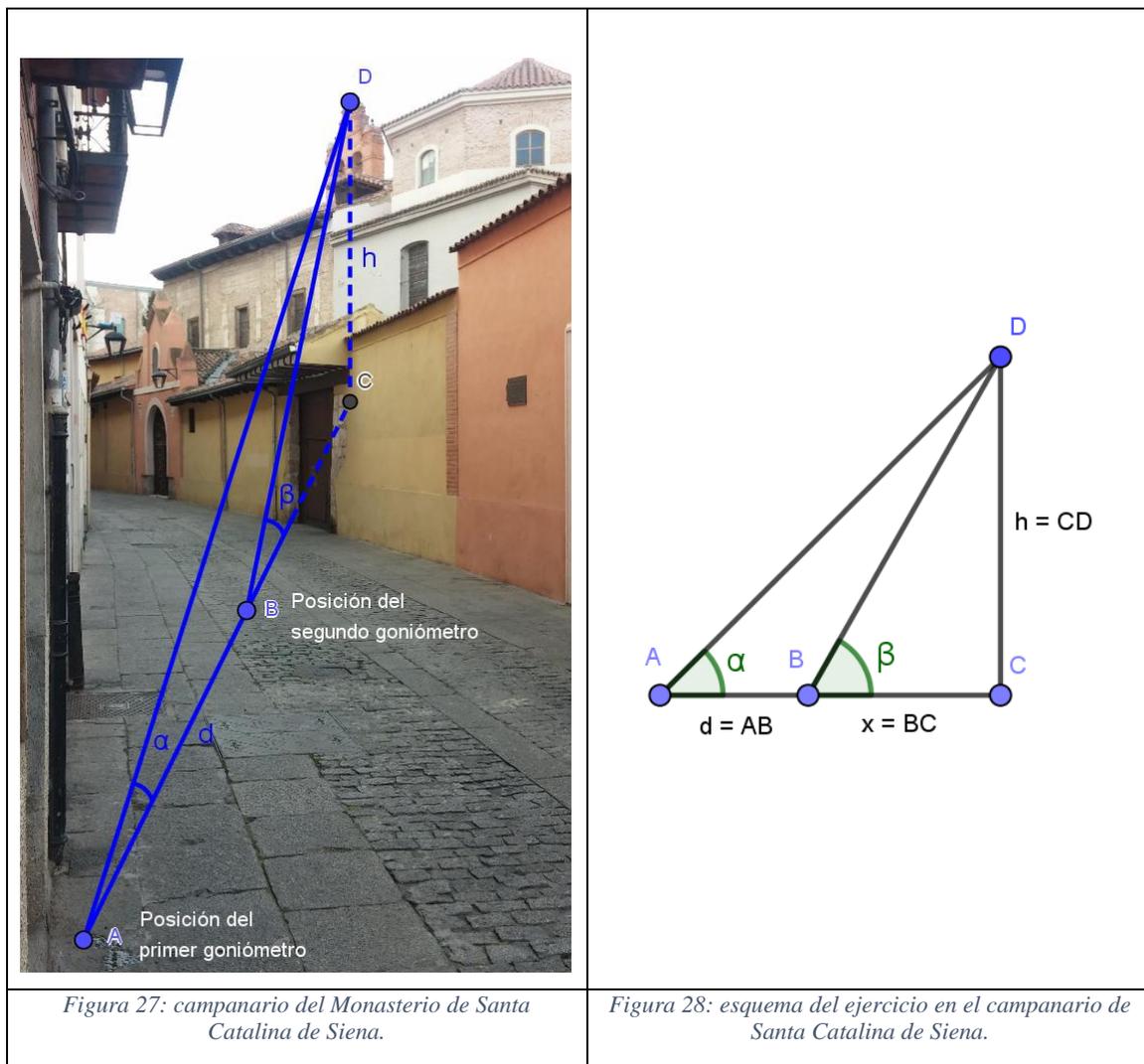


Figura 27: campanario del Monasterio de Santa Catalina de Siena.

Figura 28: esquema del ejercicio en el campanario de Santa Catalina de Siena.

A diferencia del Archivo Municipal, ahora no podemos acceder a la base del edificio, por lo que para medir la altura del campanario utilizaremos el método de la doble observación explicado en clase de matemáticas a lo largo de este curso. Este método consiste en medir dos ángulos, siguiendo una visual al campanario, y la distancia que separa ambas mediciones. Para efectuar estas medidas, llevaremos a cabo el siguiente procedimiento:

1. Colocaremos el primer *goniómetro*.
2. Un observador se situará detrás de este *goniómetro* e indicará la posición en la que otros estudiantes colocaran un segundo *goniómetro*, de modo que quede alineado con el campanario.
3. Dos alumnos medirán con la cinta métrica la separación que hay entre los dos *goniómetros* ($AB = d$), siguiendo las órdenes del observador para mantener la línea recta.
4. Pasaremos a la medición de los dos ángulos (α y β).

El esquema de este ejercicio puede verse en la *Figura 27*. Para simplificar el dibujo he suprimido el hecho de que el *goniómetro* se encuentra sobre una plataforma elevada a una altura h_0 del suelo, por lo que para calcular la altura del campanario debemos sumar este valor, al igual que hicimos en el ejercicio del Archivo Municipal.

El desarrollo teórico que permite nos calcular el valor de h parte del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} \tan(\beta) = \frac{h}{x} \\ \tan(\alpha) = \frac{h}{x + d} \end{cases}$$

En la primera ecuación, si despejando x , nos queda:

$$x = \frac{h}{\tan(\beta)}$$

Operamos la segunda ecuación y posteriormente sustituimos el valor de x de la expresión anterior:

$$\begin{aligned} h &= \tan(\alpha) \cdot (x + d) \\ h &= \tan(\alpha) \cdot \left(\frac{h}{\tan(\beta)} + d \right) \\ h &= \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\beta)} \cdot h + \tan(\alpha) \cdot d \end{aligned}$$

$$h - \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\beta)} \cdot h = \tan(\alpha) \cdot d$$

$$h \cdot \left(1 - \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\beta)}\right) = \tan(\alpha) \cdot d$$

$$h \cdot \left(\frac{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}{\tan(\beta)}\right) = \tan(\alpha) \cdot d$$

$$h = \frac{\tan(\alpha) \cdot \tan(\beta) \cdot d}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$$

Rellena la siguiente tabla para no perder las medidas realizadas:

Anota la distancia (d)	Anota el ángulo (α)	Anota el ángulo (β)	Calcula en casa: $h = \frac{\tan(\alpha) \cdot \tan(\beta) \cdot d}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$	Calcula en casa, la altura del campanario: $H = h + h_0$

8.5 Medición de la anchura de una pared inaccesible

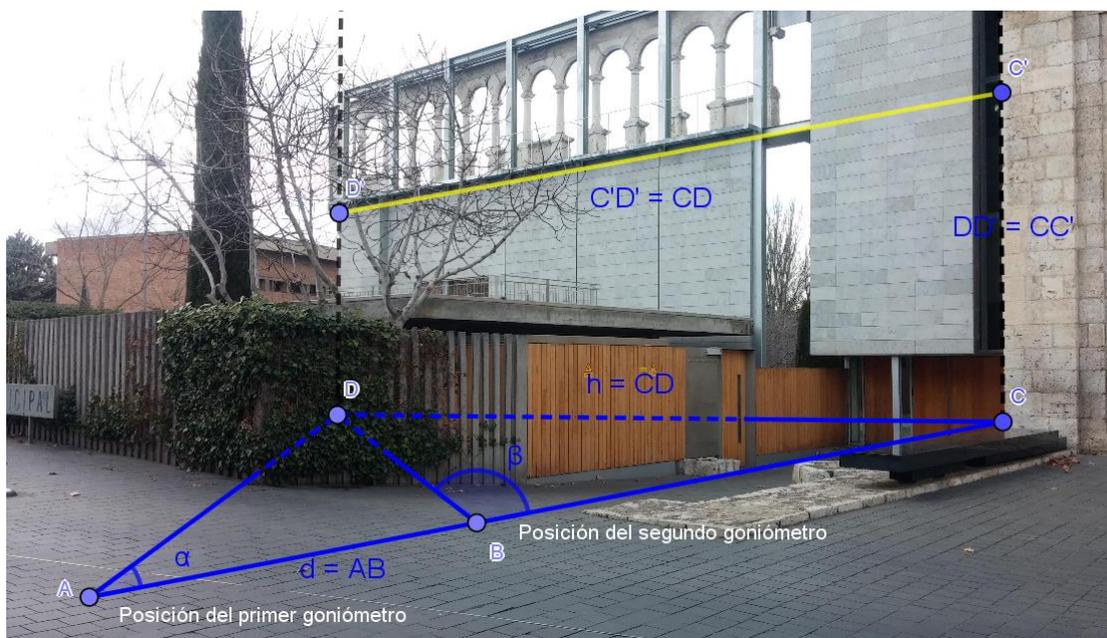


Figura 29: medición de una pared inaccesible en el jardín del Archivo Histórico Municipal.

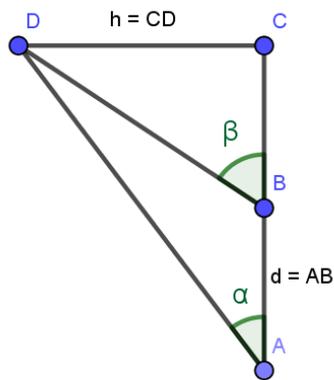


Figura 30: esquema para medir la pared inaccesible del jardín de Archivo.

Ahora vamos a medir la anchura de la pared de los arcos (CD Figura 29). Supondremos que todo el edificio estuviera rodeado por una valla, para ilustrar cómo se mide una pared inaccesible. Utilizaremos el método de la doble observación, con la única diferencia, que ahora los ángulos se miden en horizontal, en vez de en vertical. El procedimiento a seguir está representado en la Figura 29. No fácil de ver en esta figura debido a la perspectiva, aunque sí en la realidad, que los lados AC y CD son perpendiculares. Es necesario comentar que, como nuestros goniómetros están elevados del suelo, todos los triángulos están contenidos en un plano

paralelo al suelo, pero este hecho no afecta a la medición de ángulos horizontales. Tenemos que darnos cuenta de que el dibujo que forman todos los triángulos es exactamente el mismo que en el de la doble observación vertical. Podemos comprobarlo del siguiente modo:

1. Dibujamos el esquema de la doble observación vertical en un folio.
2. Colocamos el folio en vertical, de modo que veamos los triángulos tal como aparecen en la Figura 27.
3. Dejamos caer el folio a la mesa y podremos comprobar que el dibujo se ajusta al esquema que aparece en la Figura 29 y Figura 30.

Teniendo en cuenta lo dicho sobre estas líneas, el desarrollo teórico para calcular el ancho de una pared inaccesible y el alto del campanario, es el mismo. He de indicar que ahora la letra h no representa la altura sino el ancho de la pared.

Para colocar los goniómetros y medir la distancia (d) emplearemos el mismo método que hemos descrito en la práctica del campanario. Ahora hay que tener en cuenta que la línea que forman los goniómetros (prolongación del segmento AB) debe ser perpendicular al inicio (punto C) de la pared que queremos medir (CD). Una forma fácil de conseguirlo, es mediante la prolongación visual de la pared que da entrada al garaje, que es perpendicular a la pared de los arcos, o siguiendo el banco negro.

En esta práctica debemos apuntar los siguientes datos:

Anota la distancia (d)	Anota el ángulo (α)	Anota el ángulo (β)	Calcula en casa, el ancho de la pared: $h = \frac{\tan(\alpha) \cdot \tan(\beta) \cdot d}{\tan(\beta) - \tan(\alpha)}$

8.6 Medición de la altura de una farola a través de su sombra.

Podemos medir la altura de una farola por medio de la sombra que proyecta, tal como mostraremos a continuación. Como el sol está muy alejado, incide sobre todos los objetos con el mismo ángulo (α). Así, en la *Figura 31*, el ángulo α del triángulo de la farola ($A'B'C'$) es el mismo que el del pivote (ABC). Esto es consecuencia de que tanto la línea que contiene al segmento BC como la que contiene al segmento $B'C'$ son paralelas y se dirigen hacia el sol. Además, ambos triángulos, también tienen un ángulo recto en la misma posición. De este modo, el tercer ángulo también va a ser el mismo, por lo tanto, podemos concluir que, los triángulos ABC y $A'B'C'$, son semejantes y aplicar los criterios de semejanza.

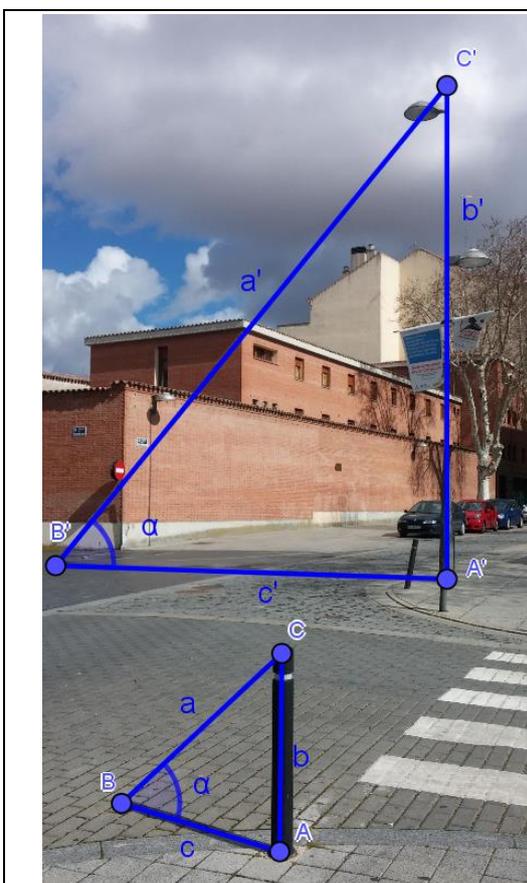


Figura 31: medición de la altura de una farola por medio de la proyección de su sombra.

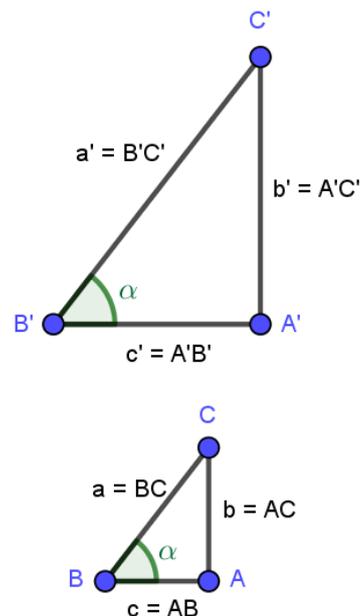


Figura 32: medición de la altura de una farola por medio de la proyección de su sombra (esquema).

En el triángulo del pivote es fácil medir tanto su altura ($b = AC$), como la sombra que proyecta ($c = AB$); en cambio, en el triángulo de la farola, sólo podemos medir su sombra ($c' = A'B'$), ya que no alcanzamos a medir su altura ($b' = A'C'$) porque no somos tan altos como para llegar a la cima de la farola. Por semejanza sabemos que:

$$\frac{b'}{c'} = \frac{b}{c} \Rightarrow b' = \frac{b \cdot c'}{c}$$

Apunta los datos necesarios en esta tabla para poder calcular la altura:

Anota la altura del pivote (b)	Anota la sombra del pivote (c)	Anota la sombra de la farola (c')	Calcula en casa, la altura de la farola (b'): $b' = \frac{b \cdot c'}{c}$

8.7 Medida de un ángulo

En esta práctica vamos a proceder a medir un ángulo (α) mediante dos métodos diferentes. Empezaremos trazando un arco de circunferencia en el suelo, para ello haremos uso de la cinta métrica a modo de compás y de una tiza. Necesitaremos el trabajo coordinado de dos alumnos para trazar el arco: el primero, se encargará de fijar el centro de la circunferencia al suelo, y el segundo, se ocupará de dibujar el arco. Realizaremos los siguientes pasos:

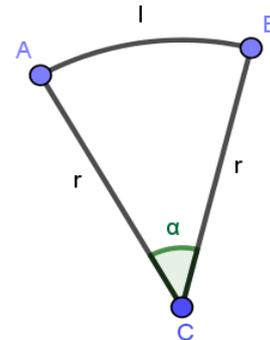


Figura 33

1. Un alumno cogerá el inicio de la cinta métrica y lo situará en un punto (C).
2. Un segundo alumno, seleccionará una longitud en la cinta métrica (por ejemplo, $r = 2\text{m}$), colocará la tiza en ese punto de la cinta y trazará un arco desde un punto A hasta un punto B, manteniendo permanentemente tirante la cinta.
3. Dos alumnos tensarán la cinta métrica, desde el punto C al punto B, para que haga las funciones de regla y un tercer alumno rayará con la tiza el segmento CB. Procedemos del mismo modo para trazar el segmento CA.

Método 1 de cálculo del ángulo (α):

Con el *odómetro* recorreremos el arco que va desde A hasta B para medir su longitud (l).

Para saber la medida del ángulo (α) en unidades naturales (radianes), hay que dividir la longitud del arco entre la longitud del radio (r). Si queremos saber el valor del ángulo en grados, podemos pensar que una circunferencia tiene 360° , que son 2π rad, por lo tanto, se cumple la siguiente proporción:

$$\frac{360^\circ}{2\pi \text{ rad}} = \frac{\alpha_{\text{grados}}}{\alpha_{\text{rad}}} \Rightarrow \alpha_{\text{grados}} = \frac{360^\circ \cdot \alpha_{\text{rad}}}{2\pi \text{ rad}} \Rightarrow \alpha_{\text{grados}} = \frac{180^\circ \cdot \alpha_{\text{rad}}}{\pi \text{ rad}}$$

Completa la siguiente tabla para tener los datos a buen recaudo:

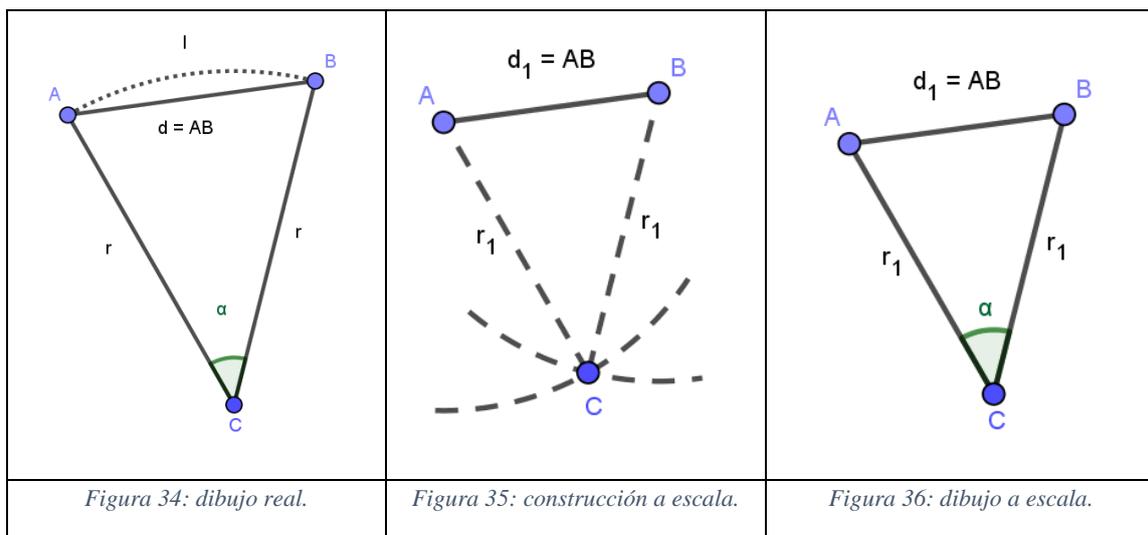
Anota el radio (r)	Anota la longitud del arco (l)	Calcula en casa, el ángulo (α) en radianes: $\alpha_{rad} = \frac{l}{r}$	Calcula en casa, el ángulo (α) en grados: $\alpha_{grados} = \frac{180^\circ \cdot \alpha_{rad}}{\pi}$

Método 2 de cálculo del ángulo (α):

En la *Figura 33* vamos a trazar una recta que vaya desde el punto A hasta el B. Para dibujar esta recta, utilizaremos el mismo método, que hemos explicado sobre estas líneas para delinear el segmento CB. Podemos observar que hemos creado un triángulo ABC (*Figura 34*).

Anotaremos las medidas de los lados en la siguiente tabla:

Anota el valor del lado (d)	Anota el valor del lado (r)	Calcula en casa, el valor del lado d a escala 5:100 $d_1 = d \cdot \frac{5}{100}$	Calcula en casa, el valor del lado r a escala 5:100 $r_1 = r \cdot \frac{5}{100}$



Para medir el ángulo (α), vamos a dibujar en casa un triángulo semejante al real, a escala 5:100 (pasaremos los metros a centímetros y luego multiplicaremos por cinco), se puede usar otra escala diferente, pero esta se ajusta bien a las dimensiones del papel. Para trazar el triángulo semejante deben realizarse los siguientes pasos:

1. Dibujamos un segmento de longitud d_1 (lado d a escala) (*Figura 35*).
2. Con centro en A y radio r_1 trazamos un arco. Con centro en B y radio r_1 trazamos otro arco. Estos dos arcos se cortan en el punto C (*Figura 35*).
3. Dibujamos los segmentos AC y BC (*Figura 36*).

Para medir el ángulo (α) utilizamos un transportador de ángulos.

Comparad el valor de los ángulos obtenidos por los dos métodos.

8.8 Cómo trazar una perpendicular a una pared

Trazaremos una perpendicular a una pared a través de una terna pitagórica (por ejemplo: 3, 4, 5). Con la cinta métrica crearemos un triángulo rectángulo, de lados 3, 4 y 5 metros. Como los catetos forman un ángulo de 90° , simplemente tendremos que apoyar uno de los catetos sobre la pared y seguir la dirección del otro cateto para crear la perpendicular.

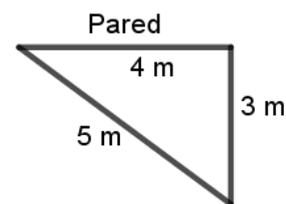


Figura 37

8.9 Medición del área de un triángulo

Empezaremos dibujando un triángulo en el suelo con la tiza (aunque sería suficiente con los vértices). Marcaremos tres puntos, donde se situarán los vértices y trazaremos los segmentos que los unen, para ello tensaremos la cinta métrica entre cada dos puntos para utilizarla a modo de regla.

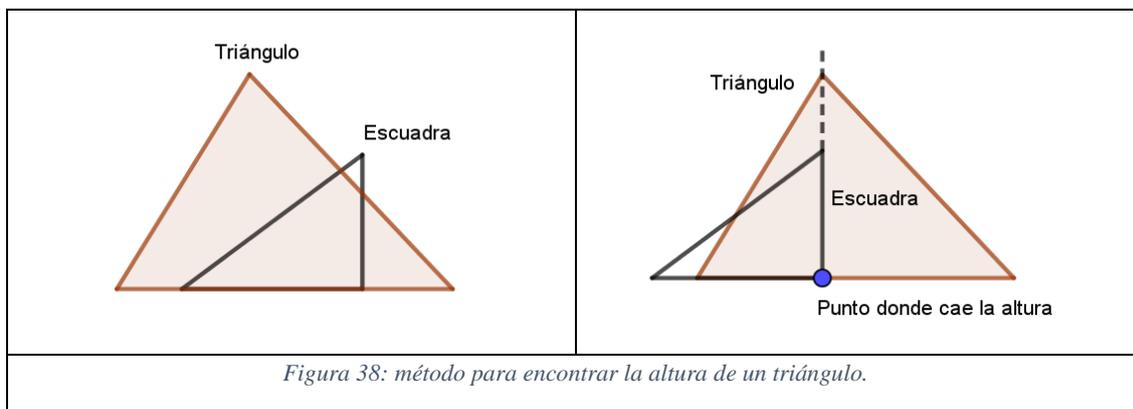
A continuación, procederemos medir el área de un triángulo dibujado en el suelo mediante dos métodos:

1. Con la fórmula de $\text{Área} = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2}$
2. Con la fórmula de Herón.

Para medir la altura procederemos de la siguiente forma:

1. Crearemos una escuadra utilizando una terna pitagórica, como hicimos en el apartado anterior (Podemos usar las medidas: 90cm, 1.2m y 1.5m).

- Colocamos un cateto de la escuadra sobre la base y la vamos desplazando a izquierda y derecha de la base hasta que el otro cateto pase por el vértice opuesto (en caso de que sea demasiado corto, su prolongación). En este momento, hemos encontrado el punto de la base donde cae la altura del vértice opuesto.
- Una vez que hemos encontrado el punto de la base donde cae la altura, procedemos a medirla (distancia desde este punto al vértice opuesto).



El otro método para calcular el área, el de la fórmula de Herón os reto a buscarlo en *Internet*.

Área del triángulo:

Anota la base (b)	Anota la altura (h)	Calcula en casa, $A = \frac{b \cdot h}{2}$	Anota la longitud de los tres lados del triángulo	Calcula en casa, el área por la fórmula de Herón. (*)

¿Qué fórmula te parece más útil para calcular el área de un triángulo a pie de calle, la de base por altura o la de Herón, di por qué?

9 Puesta en práctica de la metodología prevista

Una vez diseñada la metodología a seguir, se la mostré a mi tutor del Practicum, al que le pareció una actividad muy interesante. Decidió que la mejor época para realizar la práctica de campo era la semana del 12 al 16 de marzo porque antes los alumnos tenían dos semanas de exámenes. Posteriormente, mi tutor me precisó que el miércoles 14 de marzo era el día que podía solapar a las horas de matemáticas las que le cedería la profesora de Física, por lo que tendríamos de 2 horas para cada grupo (4ºA y 4ºC).

Siguiendo el plan previsto, el lunes, 14 de marzo, mi tutor me concedió 20 minutos en cada clase para que explicara a cada grupo la actividad que íbamos a realizar dos días más tarde. La explicación la efectué comentando el cuaderno de campo, haciendo uso del proyector del que dispone cada aula. Los alumnos expresaron haber entendido todo menos el manejo del instrumental, yo les comenté que su uso era muy sencillo e intuitivo, una vez que lo tuvieran en sus manos, y que, ante cualquier duda sobre su utilización, me tendrían a mí para ayudarlos.

Llegó el día previsto para la realización de la práctica, tuvimos la mala suerte de que no dejó de diluviar ni un segundo, por lo que nos vimos obligados a posponerla para el jueves y viernes, para los grupos de 4ºC y 4ºA respectivamente. En esta nueva fecha, teníamos el inconveniente de disponer sólo de una hora para realizar las mediciones. No podíamos llevarla a cabo la semana siguiente, mi última semana de prácticas en el instituto, porque todavía más alumnos se irían de intercambio a Francia y les hacía mucha ilusión realizar esta actividad. Como sólo íbamos a disponer de una hora, mi tutor me dijo que acertara en la medida de lo posible la práctica, que lo fundamental era medir las alturas, que le interesaba especialmente el método de la doble observación.

El jueves, la suerte no cambió y el tiempo fue similar al del día anterior, propuse a mi tutor el uso del pabellón de deportes del instituto para improvisar una práctica similar a la que íbamos a efectuar en los alrededores del Archivo Municipal. Los profesores de Educación Física tuvieron a bien compartir el pabellón con nosotros. Medimos la altura del pabellón accediendo a la base de la pared y por el método de la doble observación, a pesar de la imprecisión de los aparatos sólo obtuvimos una diferencia de 20 cm entre los dos métodos. También nos dio tiempo a medir un ángulo con el *odómetro* y el área de un triángulo con la fórmula de base por altura.

El viernes, por fin logramos salir a la calle con 4ºA, no llovía, pero hacía un frío y un viento espantosos. Como no había sol, no pudimos utilizar el método de las sombras, en cambio, todos los alumnos tuvieron tiempo suficiente para seguir el plan previsto con el Archivo Municipal, el campanario del Convento de Santa Catalina de Siena y trazar una perpendicular a una pared por

medio de una terna pitagórica. Un pequeño grupo de alumnos aplicados sacrificó el recreo para medir el ángulo con el *odómetro* y el área del triángulo.

A pesar de los inconvenientes surgidos, la experiencia desde mi punto de vista ha sido positiva. También es parte de la labor de un docente saber sobreponerse a los imprevistos.



Figura 39: alumnos de 4º C del IES Núñez de Arce midiendo con el goniómetro.



Figura 40: alumnos de 4º C IES Núñez de Arce midiendo con el odómetro.



Figura 41: alumnos de 4º A del IES Núñez de Arce midiendo con el goniómetro.

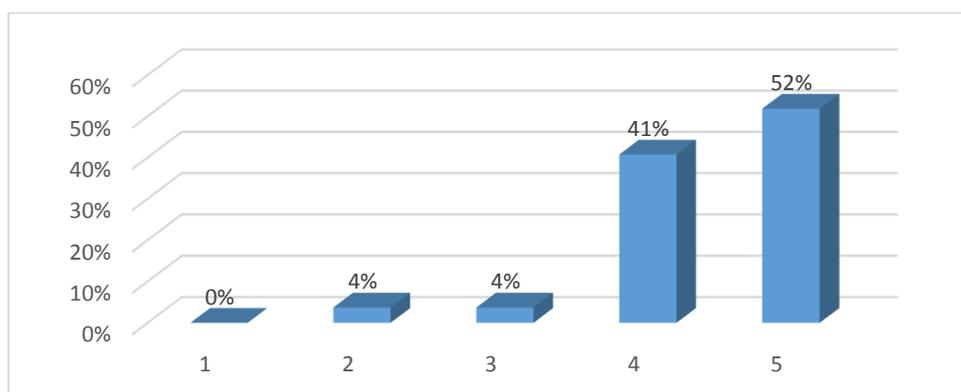


Figura 42: alumnos de 4º A del IES Núñez de Arce trazando una perpendicular a una pared..

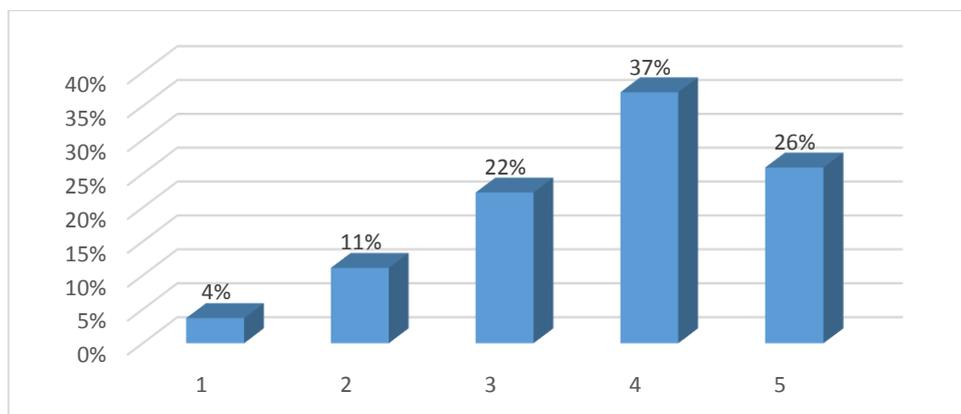
10 Análisis de resultados

Para analizar los datos de la **encuesta** entregada a los alumnos (Anexo II pag.79), en las preguntas que tenían una puntuación de 1 a 5, he elaborado una tabla de *Excel* con estos datos y he creado gráficos que representan los porcentajes de voto de cada opción. Los resultados a cada pregunta han sido los siguientes:

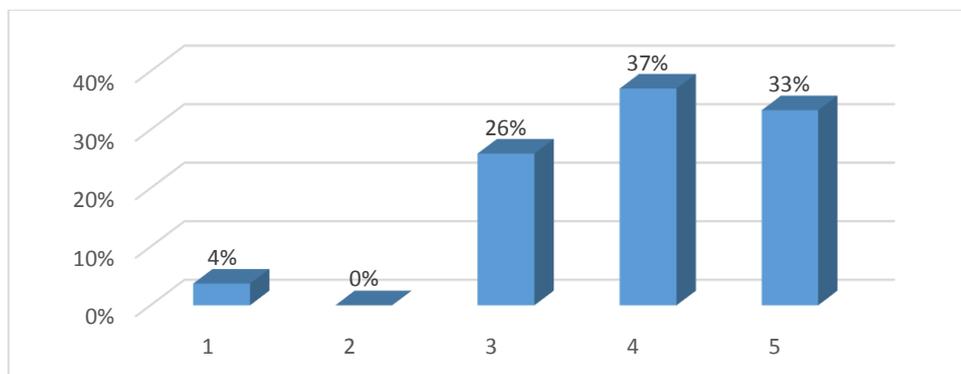
- 1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.**



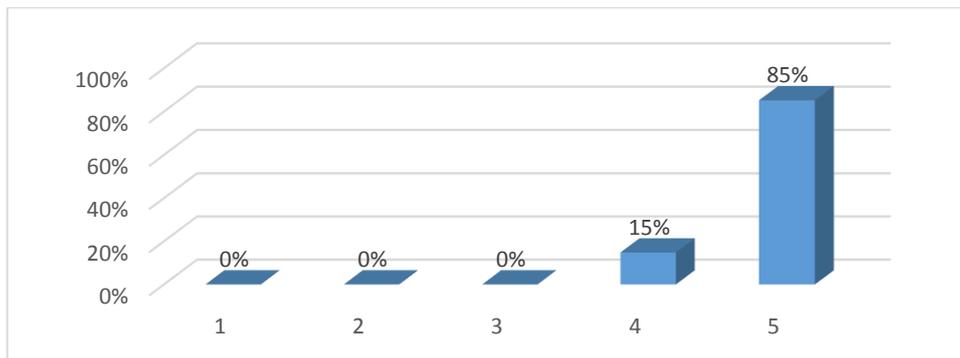
- 2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.**



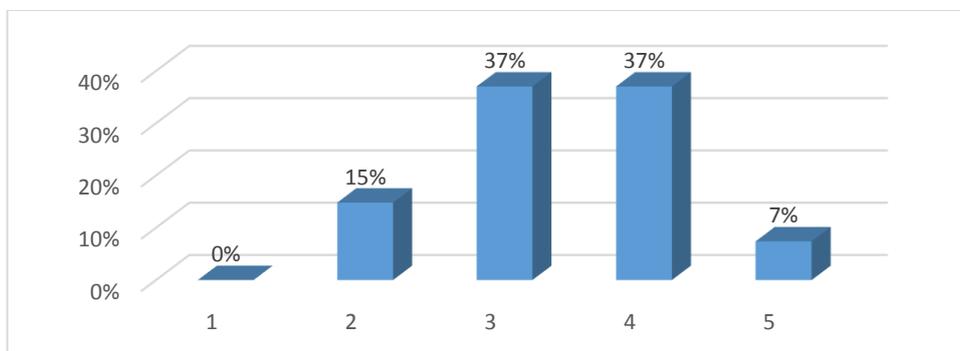
- 3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.**



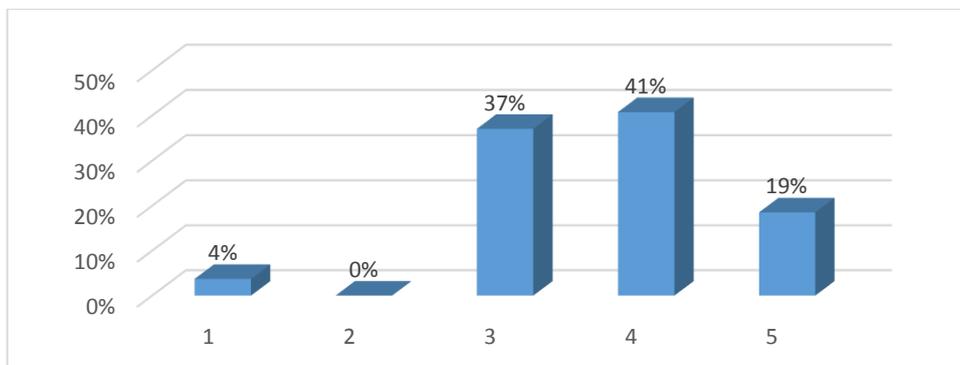
4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.



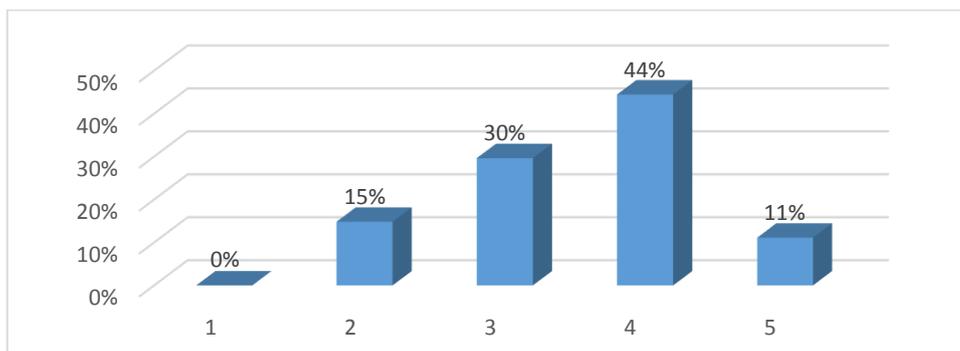
5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.



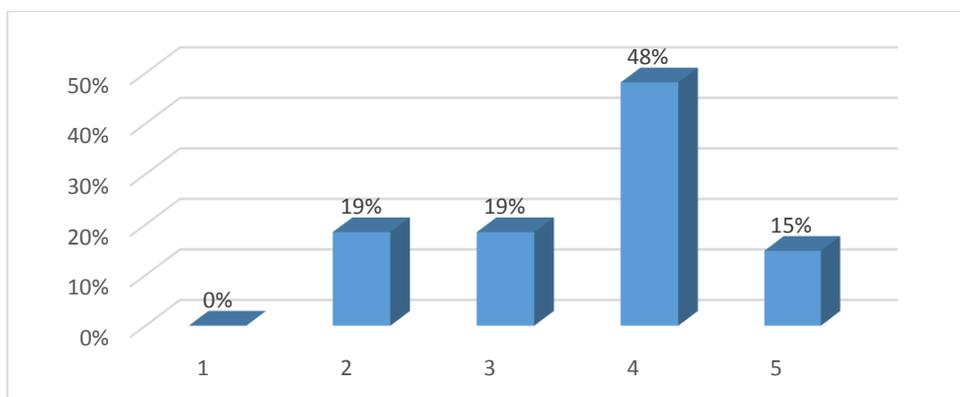
6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.



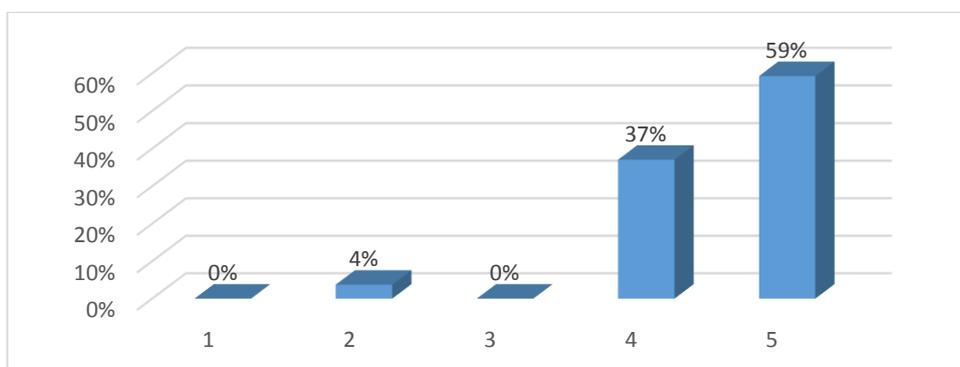
7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.



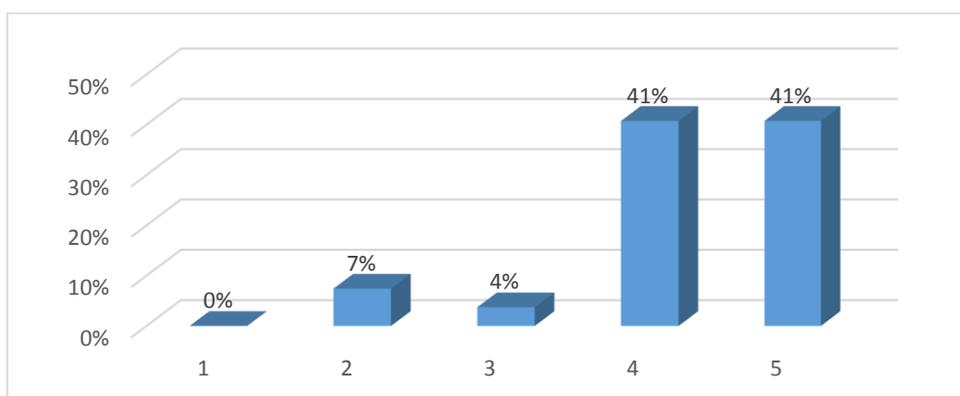
8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.



9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.



10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.



Me ha sorprendido la gran aceptación que ha tenido la práctica de campo de trigonometría en el Instituto Núñez de Arce. Como consecuencia de la realización de esta actividad, la inmensa mayoría piensa que la trigonometría tiene gran **aplicación en la vida real** y encuentran las matemáticas más útiles. El 63% de los alumnos considera que esta práctica les ha resultado útil

para **comprender mejor la trigonometría**, a un 22% no les ha afectado ni positiva ni negativamente y para un 15% no les ha resultado beneficiosa.

Es muy difícil valorar si una actividad mejora **la motivación** de un estudiante hacia una asignatura, pero tenemos indicadores indirectos que muestran que vamos en ese camino. Una prueba de que **la actividad les ha resultado interesante** es que hay unanimidad a la hora de aconsejar la realización de iniciativas similares a esta práctica de campo en otras asignaturas. Sólo un 15% de los alumnos ha tenido problemas al manejar el instrumental y la gran mayoría reconoce que se sienten **más útiles y capaces** por haber superado este reto. No es un porcentaje muy alto, pero me llama la atención que un 19% de los encuestados piensen que la **colaboración entre compañeros** no ha sido del todo buena a la hora de realizar la práctica, aunque la gran mayoría opina lo contrario. Otro dato destacable, es que casi todos los alumnos prefieran este tipo de actividades manipulativas a las simulaciones de ordenador, sólo un 7% de los alumnos se decantan por estas últimas.

En cuanto a las preguntas abiertas de la encuesta, me han llamado la atención las siguientes opiniones:

11. ¿Te ha resultado útil la práctica (argumenta tu respuesta)?

Me ha parecido bastante útil porque es una manera más lúdica y práctica de aprender matemáticas (M. F.).

Sí, pienso que es una forma diferente de poner en práctica lo aprendido a casos reales y comprender mejor la trigonometría (E. V.).

Sí, porque hemos visto la utilidad que tiene lo dado en clase (A.S.).

Es muy destacable el hecho de que no ha habido ni una sola opinión negativa a esta pregunta.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Medir la altura del campanario y del archivo, pues me ha gustado mucho utilizar el goniómetro y ver su aplicación. También me ha parecido interesante el odómetro, ya que no sabía de la existencia de aparatos que permitieran medir curvas (J.M.).

La parte en la que utilizábamos los instrumentos de medición (L. Y.).

Cuando dibujamos el triángulo (R.A.).

La cooperación con los compañeros es la parte que más me ha gustado porque es la primera vez que teníamos que cooperar para resolver problemas de matemáticas (R. M.).

Ninguna en especial (I. G.).

Cuando estaba parada y han estado calculando ángulos y yo estaba de referencia, me he sentido muy útil. También cuando hemos hecho la doble observación (M. F.).

Me alegro de que esta última alumna se haya sentido útil haciendo de punto de referencia (jalón) cuando estábamos midiendo con la cinta métrica porque se nos olvidó avisarla cuando terminamos y la tuvimos esperando sola diez minutos.

De todas las respuestas sólo es negativa la de I. G. Me sorprende el comentario de R. M. diciendo que hasta esta práctica no habían cooperado para resolver problemas matemáticos.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Hacerlo en el exterior (L. G.).

No (Y. M.).

No, mejor clima (C. G.).

No hacerlo todo tan deprisa y explicarlo un poco mejor y más lentamente (I. S.).

La gran mayoría de los estudiantes no cambiaría nada. Parte del grupo que realizó la práctica en el pabellón considera que habría sido más interesante haberla llevado a cabo en el exterior, tal como estaba previsto y los que la efectuaron fuera se quejan del mal tiempo. No puedo estar más de acuerdo con I. S. y con algún otro que opina lo mismo, en que sería conveniente dedicarle más tiempo a esta práctica de campo. ¡Ya me hubiera gustado a mí, poder disponer de toda una tarde!

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Tenía que haber durado más (P. M.).

Me ha parecido original llevar la trigonometría a la práctica. Creo que con este tipo de actividades se incentiva el interés de los alumnos en la asignatura (L. M.).

Me ha resultado muy amena y lo he pasado muy bien y he aplicado los conocimientos que previamente habíamos estudiado (E. M.).

Me ha parecido muy interesante, ya que es una forma mucho más llamativa y entretenida de aprender matemáticas. Hemos podido observar la utilidad que tienen las matemáticas en la realidad y que lo que estudiamos no sólo son números y fórmulas sino que están presentes en nuestro día a día (I. R.).

Después de la realización de la actividad, tuve una entrevista sobre la práctica de campo con mi tutor del Practicum, Juan Ramón Sánchez Sutil, el **profesor de la asignatura de matemáticas** de los dos grupos. Opina que la experiencia ha sido muy positiva y que es altamente recomendable para el resto de colegas del centro. En cuanto al aprendizaje logrado por los alumnos con esta actividad, no dispone de ningún indicador objetivo, porque el examen de trigonometría ya lo habían efectuado antes de la práctica, pero piensa que sí ha sido provechosa. Así respondió a estas preguntas:

¿Crees que esta práctica asienta en los alumnos las ideas de trigonometría?

“Hombre, yo creo que sí, por supuesto. Si no ven un caso real, por mucho que se lo dibujes en la pizarra, no terminan de comprender los conceptos y de ver su aplicación real.”

¿Piensas que esta actividad influye positivamente en la motivación de los alumnos?

“(Se ríe) Motivarlos en matemáticas es un caso complicado. Pero claro que sí, siempre que ven una aplicación práctica de lo que están haciendo eso mejora su motivación. Incluso, el hecho de salir, de cambiar la dinámica y cambiar la metodología influye positivamente en la motivación. Piensa que la rutina diaria: explicar, corregir, explicar, corregir, un día y otro día, al final los sume en una monotonía y esto rompe esa monotonía y siempre es positivo.”

¿Por qué crees que no se realizan más prácticas de este estilo en los centros?

“Sobre todo por falta de tiempo. Ya hemos estado comentando antes, el temario tan inmenso que tenemos: 14 temas. Realmente podemos abarcar tres temas por trimestre. Después de Semana Santa todavía nos quedaba la mitad del temario (...).”

Con la experiencia adquirida durante la realización de esta práctica de campo, el profesor Sánchez Sutil piensa que deberíamos haber actuado de la siguiente forma: en vez de haber bajado todo el grupo el mismo día, de modo que se formó jaleo y hubo alumnos que

participaron poco; al contar con mi ayuda, debería haberme dejado a mí grupos reducidos de alumnos, durante varios días cuando corrigiera ejercicios, y así haber podido realizar la actividad de una forma más personalizada.

Días más tarde a la realización de la práctica, revisé los cuadernos de campo de los alumnos. Todos se habían preocupado de apuntar los datos y de realizar los cálculos. Muchos de ellos se habían copiado los datos, aunque me parece una situación normal debido a la falta de tiempo que tuvimos para efectuar las mediciones. Mi impresión es que se lo tomaron bastante en serio. También interrogué a los alumnos sobre qué les había parecido la actividad, todas las respuestas fueron muy positivas. Por mencionar una de estas opiniones, A. S. opina:

“¡Cómo no me va a gustar! ¡Por una vez que nos sacan de clase!”

A la vista de los comentarios de los alumnos del Núñez de Arce, de la opinión del profesor y mi propia experiencia pienso que esta actividad ha sido todo un éxito y ha cumplido con creces los objetivos marcados.

11 Conclusión

Este trabajo fin de máster pretendía estudiar cómo influía una práctica de campo de trigonometría sobre el aprendizaje y la motivación de los alumnos de secundaria. A lo largo de este estudio he podido comprobar lo escasas que son las publicaciones sobre este tipo de actividades en España. Este hecho me lleva a pensar que este tipo de prácticas de campo son poco comunes en los centros españoles. Todas las publicaciones se centran en describir las mediciones efectuadas y los métodos empleados y en sólo un caso se narra la opinión de los alumnos. Una vez revisada la bibliografía sobre la materia en estudio, procedí a diseñar una práctica de campo de trigonometría personalizada para los alumnos del Instituto Núñez de Arce de Valladolid. Las herramientas utilizadas para recoger la información de los alumnos han sido un cuaderno de campo y una encuesta. Concluida la práctica, tuve una pequeña entrevista con el profesor de la asignatura. Con estas herramientas he obtenido datos sobre el impacto que ha tenido esta práctica de campo sobre el aprendizaje y motivación de los alumnos.

Me ha sorprendido la gran acogida que ha tenido esta actividad **por parte de los alumnos**. El análisis de los datos recogidos en la encuesta refleja que esta práctica de campo ha sido muy útil para su formación y, dentro de la prudencia, me atrevería a afirmar, que ha influido de forma positiva en su motivación hacia la asignatura de matemáticas. Después de realizar esta actividad, gran parte de los alumnos reconoce **entender mejor la trigonometría** y una abrumadora mayoría se ha dado cuenta de que las matemáticas **tienen aplicación en la vida real**. También hay indicadores que nos muestran que esta experiencia ha influido de forma positiva en la motivación de los alumnos: al haber superado el reto que supone manejar instrumentos de medida, desconocidos para ellos, y de trasladar los procedimientos del papel a la realidad, ahora se sienten más **capaces** de enfrentarse a nuevos desafíos. Del mismo modo, mejora su autoestima, el hecho de sentirse **útiles y valorados** al resolver las dudas a sus compañeros o ayudarlos en las mediciones como consecuencia del trabajo en grupo.

El **profesor de la asignatura**, Juan Ramón Sánchez Sutil, piensa que ha vivido una experiencia muy positiva y que la va a recomendar el resto de profesores de matemáticas del IES Núñez de Arce. Cree que con la dinámica normal de las clases: dar teoría y resolver ejercicios, no son suficientes para que los alumnos comprendan los contenidos y vean una aplicación real de las matemáticas. Por lo tanto, actividades como esta práctica de campo de trigonometría, son **esenciales para complementar la formación de los alumnos**. El profesor Sánchez Sutil también opina que el simple hecho de romper la rutina diaria y cambiar la metodología es **positivo para la motivación** de los alumnos. Este docente piensa que en los centros españoles no se realizan experiencias de este tipo como consecuencia de la gran cantidad de contenidos

que es necesario desarrollar en el currículo: que para efectuarlas sería necesario recortar materia o disponer de un profesor de apoyo.

Mi **experiencia personal** me ha permitido comprobar la **ilusión** con la que los alumnos de este centro afrontaron esta actividad: prueba de ello es que muchos de ellos, que se iban a ir a Francia de intercambio, me pidieron por favor efectuarla antes de irse. En cuanto al **aprendizaje**, con la revisión de sus cuadernos, comprobé que habían realizado las anotaciones y los cálculos correctamente, lo que denota que comprendieron los procedimientos trigonométricos, pero durante la ejecución de la práctica, me percaté de que ignoraban aspectos mucho más triviales: todos los alumnos que utilizaron la cinta métrica desconocían dónde empezaba y como consecuencia efectuaban mal la medición. Tenemos que pensar en las consecuencias tan nefastas que puede tener esta carencia en un mundo dominado por *Internet* y de compras por catálogo, donde a veces hay que especificar longitudes. Este hecho me permite concluir que esta práctica de campo ya merece la pena simplemente por manejar por primera vez instrumentos de medida. También puede observar, que este tipo de actividad requiere tranquilidad, reflexión, constancia y precisión. Es necesario que los alumnos se tomen el **tiempo necesario para efectuar las mediciones** y reflexionar. Por lo tanto, hay que reservarle el tiempo suficiente para llevar a cabo todas las tareas previstas sin prisas.

A raíz del de la experiencia vivida y del éxito constatado, **ánimo a los institutos españoles a realizar prácticas de campo de trigonometría**. No es necesario comprar ningún material caro, básicamente con una cintra métrica es suficiente, ya que el *clinómetro* lo pueden construir los propios alumnos. En cuanto a los métodos y actividades a realizar pueden tomar este trabajo como guía.

12 Trabajos futuros

El presente trabajo parece confirmar que este tipo de prácticas de campo son beneficiosas para el aprendizaje y la motivación de los alumnos. Sería muy interesante hacer estudios en la misma línea que llevó a cabo Tomás Ortega en la década de los ochenta y ahora están abandonados. Podríamos hacer investigaciones en las que se comparare el aprendizaje de la trigonometría de cuatro tipos de alumnos:

- a) **Tipo 1:** alumnos que sólo reciben formación al uso, con clases de teoría y problemas.
- b) **Tipo 2:** alumnos que completan la formación teórica con prácticas de ordenador.
- c) **Tipo 3:** alumnos que completan la formación teórica con prácticas de campo diseñadas por el profesor.
- d) **Tipo 4:** alumnos que completan la formación teórica con prácticas de campo elaboradas por ellos mismos.

Los resultados de estos trabajos permitirían mejorar la calidad de la enseñanza. Sabríamos que estrategias son más adecuadas y si es necesario modificar la metodología empleada en la actualidad en la enseñanza de las matemáticas.

Una forma de llevar a cabo una metodología de tipo 4 sería a través de metodología orientada a proyectos (PBL). En la siguiente sección, explico cómo se realizaría.

12.1 Metodología orienta a proyectos (PBL, Project Based Learning) para una práctica de trigonometría

Si hubiera dispuesto de más tiempo para realizar la práctica de campo de trigonometría me habría gustado utilizar una metodología orientada a proyectos (PBL).

En el aprendizaje orientados a proyectos, planteamos un reto a los alumnos, para ello deben pensar y actuar de modo autónomo en la elaboración de un proyecto para resolver el problema planteado. La principal ventaja de la PBL es que permite a los alumnos enfrentarse a situaciones del mundo real combinando los aprendizajes adquiridos en varias asignaturas, de este modo se consiguen aprendizajes más significativos, ya que se adquieren los conceptos de forma más lógica y asociados a la experimentación.

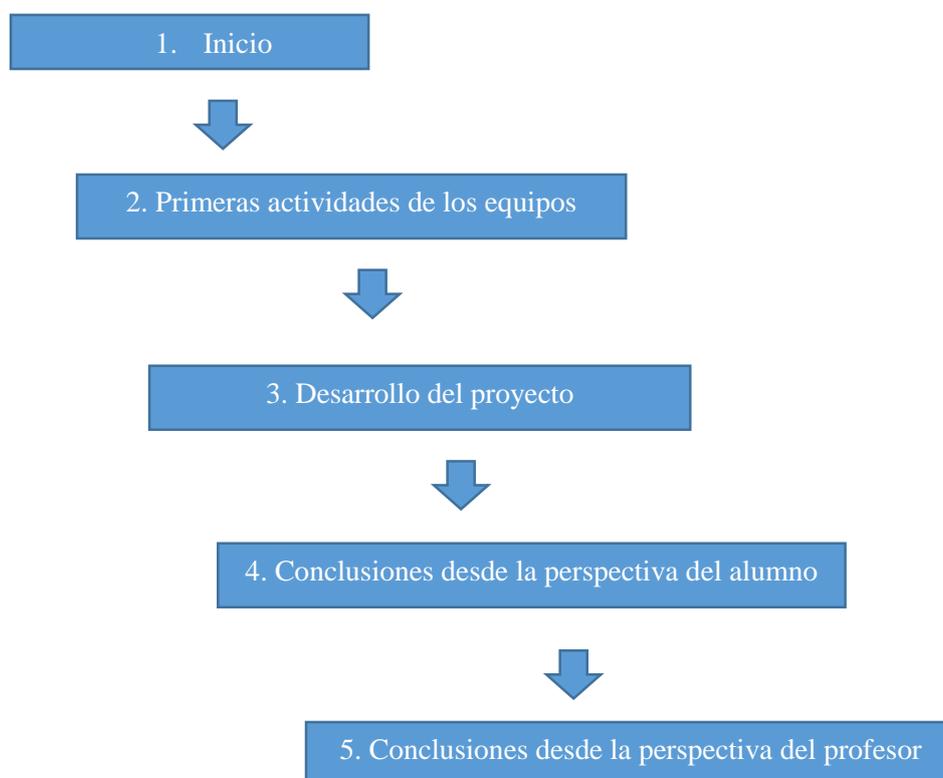
Otra ventaja es que permite a los alumnos el trabajo cooperativo: con el trabajo en grupo se aprenden habilidades sociales y se incrementa la motivación y la autoestima porque los éxitos del grupo son reconocidos como propios por cada uno de los integrantes. Además, mejoramos el aprendizaje significativo ya que mediante el debate se explican los problemas y se encuentran soluciones y para ello es necesario un análisis del contenido.

El principal problema de este método es que se requiere haber adquirido unos conocimientos previos, que en nuestro caso ya hemos desarrollado en las clases de teoría de trigonometría, con este proyecto pretendemos consolidar y dar una aplicación práctica a estos conocimientos.

Por último, hay que destacar la labor del docente: mucha gente cree que su misión es la de un simple observador en este tipo de metodología, pero su labor es fundamental para tener éxito en el aprendizaje (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012). Dentro de las labores del docente se encuentran:

- Elegir un proyecto que sea atractivo y viable.
- Formar grupos de trabajo heterogéneos, juntando a los alumnos más aventajados con otros que les cueste más esfuerzo realizar la tarea para que se ayuden mutuamente.
- Motivar a los alumnos. La falta de motivación es la mayor causa de fracaso del PBL.
- Guiar el aprendizaje de los estudiantes y saber reconducirlos cuando se encuentren perdidos en sus investigaciones.
- Asegurarse de que todos los alumnos trabajen y cumplan las normas de convivencia.
- Evaluar el trabajo realizado.

Una metodología orientada a proyectos sigue las siguientes fases:



1. Inicio:

El profesor:

- Selecciona un proyecto que permita cubrir los objetivos de aprendizaje.
- Establece el programa, las metas parciales y los criterios de evaluación.
- Establece las reglas de trabajo y los roles de cada alumno dentro del grupo de trabajo.
- Explica a los alumnos las fuentes existentes para adquirir conocimiento nuevo.
- Conformar los equipos de trabajo.

2. Primeras actividades de los equipos:

- Leer y analizar los retos que plantea el proyecto.
- Identificar el conocimiento necesario y la información de la que se dispone.
- Sugerir ideas de cara al proyecto.
- Especificar un plan de trabajo: cada grupo debe dividir el proyecto en una secuencia de tareas.
- Cada equipo debe asignar roles y responsabilidades a cada uno de sus componentes.
- Realizar *feed-back* con el profesor.

3. Desarrollo del proyecto:

- Cada equipo recopilará la información necesaria para la realización del proyecto. Se comprobará que esta información cubre las necesidades planteadas, en caso contrario, se procederá a buscar más información.
- Es necesario reajustar la definición y solución del proyecto a medida que aumenta su conocimiento.
- Avanzar hacia la conclusión del proyecto incorporando las mejoras percibidas.
- Repetir los pasos anteriores hasta superar todas las metas parciales.
- Durante toda esta fase es necesaria una evaluación continua de todos los miembros del equipo tanto por parte del profesor como de los alumnos.

4. Conclusiones desde la perspectiva del alumno:

- Completar el proyecto y elaborar su presentación.
- Presentar el proyecto.
- Cierre del proyecto. Los equipos deben analizar el producto y razonar de modo crítico si la propuesta elaborada era la solución más adecuada al reto planteado.

5. Conclusiones por parte del profesor:

- Realizar una discusión y evaluación general del proyecto en clase.

- Reflexionar sobre el proyecto: elaborar conclusiones de lo que funcionó bien y de lo que es necesario mejorar para futuras realizaciones.

Si adaptamos esta forma de trabajo a nuestro proyecto de trigonometría nos damos cuenta de que del éxito mismo se focaliza en tres aspectos:

- Realizar una buena presentación del proyecto.
- Mantener la motivación de los alumnos.
- Supervisar permanentemente a los alumnos y darles una vía de escape cuando se encuentren en callejones sin salida.

Por lo tanto, la labor del profesor es importantísima en la fase de **inicio**. En ella realizaremos las siguientes tareas:

- Comenzaremos explicando a los alumnos qué es un trabajo por proyectos y que vamos a trabajar así para realizar la medición de la altura: de una farola a través de su sombra y de dos edificios por otros métodos. A uno de estos edificios podemos llegar a su base y el otro es inaccesible.
- Confeccionaremos los grupos de trabajo: van a ser de cuatro personas, procuremos mezclar alumnos heterogéneos.
- Explicaremos dónde buscar información: básicamente en *Internet* y el libro de texto y en bibliotecas, empezando por la del Centro.

Como es un proyecto sencillo serán suficientes seis sesiones para llevarlo a cabo:

- **Primera sesión:**
 - Presentar el proyecto y entrega de una copia impresa del mismo. El proyecto incluye la elaboración por parte de los alumnos de un instrumento casero de medición (goniómetro).
 - Explicar el modo de trabajo, roles dentro de cada equipo.
 - Confeccionar los grupos.
 - Orientar dónde buscar la información.
- **Segunda sesión:**
 - Lectura y comprensión del proyecto (realizar en **casa**).
 - Puesta en común del conocimiento disponible y búsqueda de información necesaria (realizar en **clase**).
- **Tercera sesión:**

- Elaboración teórica del método de medida.

- **Cuarta sesión:**
 - Fabricación del *goniómetro* casero en colaboración con la asignatura de Tecnología.

- **Quinta sesión:**
 - Salida a la calle a realizar las mediciones.

- **Sexta sesión:**
 - Presentación en clase de los proyectos y conclusiones del profesor.

Para la evaluación, se tendrán en cuenta dos notas: una dada por el profesor y otra en la que los alumnos se califican a sí mismos y a los compañeros. Para evaluarlos no sólo se tiene en cuenta el resultado final, sino que se valora la dedicación y el trabajo de cada grupo y alumno.

13 Referencias

- Alcaide, F., Hernández, J., Serrano, E., Moreno, M., Pérez, A., & Donaire, J. (2016). *Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas. 4º ESO*. Savia. SM.
- Area, M., Parcerisa, A., & Rodríguez, J. (2010). *Materiales y recursos didácticos en contextos comunitarios*. Grao.
- Bardón Sedano, J. (30 de abril de 2016). *Proyecto final flipped classroom. Trigonometría para medir alturas*. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de <http://joaquinbs.blogspot.com.es/>
- Carretero, M. (2005). *Constructivismo y educación*. México: Progreso S.A.
- Departamento de Matemáticas del Instituto Nuñez de Arce de Valladolid. (2017). Programación del curso 2017-2018.
- Esteban Piñeiro, M., Ibañes Jalón, M., & Ortega del Rincón, T. (1998). *Trigonometría*. Madrid: Síntesis.
- Flipped Learning Network. (2014). *Definition of Flipped Learning*. Recuperado el 24 de mayo de 2018, de <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Flores Gil, F. (2008). *Historia y didáctica de la trigonometría*. Jaén: Íttakus.
- Flores, P., Lupiáñez, J., Berenguer, L., Marín, A., & Molina, M. (2011). *Materiales y recursos en el aula de matemáticas*. Granada: Universidad de Granada.
- Fortuny, J., Iranzo, N., & Morera, L. (2010). Geometría y tecnología. *Investigación en educación matemática XIV*, 69-86.
- García Martín, A. (2014). *El uso del libro de texto de matemáticas en el aula. Revisión del estado actual de la cuestión*. Universidad de Granada.
- Hernández Cárceles, D. (12 de diciembre de 2012). *Trigonometría, una herramienta para medir alturas. Experiencia de aula*. Recuperado el 9 de mayo de 2018, de <https://es.slideshare.net/maopitagor/trigonometria-una-herramientaparamediralturas>
- Marcos Cabellos, A., & Carpintero Montoro, E. (noviembre de 2001). Actividades matemáticas fuera del aula: Cuaderno de campo. *Suma*(38), 73-83. Obtenido de <https://revistasuma.es/IMG/pdf/38/073-083.pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2012). *Competencias para la inserción laboral. Guía del profesorado*.

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Montiel Espinosa, G. (2013). *Desarrollo del pensamiento trigonométrico*. México DF: Secretaría de Educación Pública.
- Sierra Galdón, L. (2011). Cuatro métodos para medir la altura del campanario de Moixent. *Modelling in Science Education and Learning*, 4(26), 319-327.
- Suárez Valdés-Ayala, Z. (mayo de 2012). Constructivismo en educación. Ilusiones y Dilemas. *Revista de calidad en la educación superior.*, 3(1), 24-42.

14 Anexo I. Encuesta entregada a los alumnos

Nombre y grupo:

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1 <i>En total desacuerdo</i>	2 <i>Poco de acuerdo</i>	3 <i>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</i>	4 <i>Bastante de acuerdo</i>	5 <i>Totalmente de acuerdo</i>
---------------------------------	-----------------------------	--	---------------------------------	---------------------------------------

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación:	1	2	3	4	5
-------------	---	---	---	---	---

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

15 Anexo II. Resultados de la encuesta entregada a los alumnos

<p>Nombre y grupo: J.M.</p> <p>Cuestionario sobre la práctica de trigonometría</p> <p><i>Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th>En total desacuerdo</th> <th>Poco de acuerdo</th> <th>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</th> <th>Bastante de acuerdo</th> <th>Totalmente de acuerdo</th> </tr> </thead> </table> <p>1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p>	1	2	3	4	5	En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo	<p>10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?</p> <p><i>Si, pues como he dicho antes ayuda a encontrar una aplicación práctica a la trigonometría.</i></p> <p>12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?</p> <p><i>Medir la altura del campanario y el Archivo, pues me ha gustado mucho utilizar el goniómetro y ver su aplicación. También me ha parecido interesante el odómetro, ya que no sabía de la existencia de aparatos que permitieran medir curvas.</i></p> <p>13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?</p> <p>14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.</p>
1	2	3	4	5							
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo							
<p>Nombre y grupo: Y.M.</p> <p>Cuestionario sobre la práctica de trigonometría</p> <p><i>Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> <tr> <th>En total desacuerdo</th> <th>Poco de acuerdo</th> <th>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</th> <th>Bastante de acuerdo</th> <th>Totalmente de acuerdo</th> </tr> </thead> </table> <p>1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p>	1	2	3	4	5	En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo	<p>10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.</p> <p>Puntuación: 1 2 3 4 5</p> <p>11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?</p> <p><i>Si.</i></p> <p>12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?</p> <p><i>El uso de los materiales ya que con ellos se entiende mejor.</i></p> <p>13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?</p> <p><i>No.</i></p> <p>14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.</p>
1	2	3	4	5							
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo							

Nombre y grupo: P.M.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si me ha resultado útil.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

La primera, ya que me sorprendió

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Tendría que haber durado más

Nombre y grupo: A.H.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 **2** 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 **2** 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

<p>Nombre y grupo: I. S.</p> <p>Cuestionario sobre la práctica de trigonometría</p> <p><i>Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 20%;">1 En total desacuerdo</td> <td style="width: 20%;">2 Poco de acuerdo</td> <td style="width: 20%;">3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo</td> <td style="width: 20%;">4 Bastante de acuerdo</td> <td style="width: 20%;">5 Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real. Puntuación: 1 2 3 4 5 2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría. Puntuación: 1 2 3 4 5 3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles. Puntuación: 1 2 3 4 5 4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta. Puntuación: 1 2 3 4 5 5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido. Puntuación: 1 2 3 4 5 6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos. Puntuación: 1 2 3 4 5 7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos. Puntuación: 1 2 3 4 5 8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes. Puntuación: 1 2 3 4 5 9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros. Puntuación: 1 2 3 4 5 	1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo	<ol style="list-style-type: none"> 10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra. Puntuación: 1 2 3 4 5 11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta? Sí, me ha permitido descubrir ciertos aplicaciones a lo que estudiamos. 12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué? Realizar las mediciones, porque es interesante utilizar instrumentos que no conocía antes. 13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica? No haré nada más después y explicarlo un poco mejor y más adelante. 14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.
1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo		
<p>Nombre y grupo: L. M.</p> <p>Cuestionario sobre la práctica de trigonometría</p> <p><i>Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.</i></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 20%;">1 En total desacuerdo</td> <td style="width: 20%;">2 Poco de acuerdo</td> <td style="width: 20%;">3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo</td> <td style="width: 20%;">4 Bastante de acuerdo</td> <td style="width: 20%;">5 Totalmente de acuerdo</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> 1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real. Puntuación: 1 2 3 4 5 2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría. Puntuación: 1 2 3 4 5 3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles. Puntuación: 1 2 3 4 5 4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta. Puntuación: 1 2 3 4 5 5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido. Puntuación: 1 2 3 4 5 6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos. Puntuación: 1 2 3 4 5 7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos. Puntuación: 1 2 3 4 5 8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes. Puntuación: 1 2 3 4 5 9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros. Puntuación: 1 2 3 4 5 	1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo	<ol style="list-style-type: none"> 10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra. Puntuación: 1 2 3 4 5 11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta? Sí. 12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué? El uso de los instrumentos para medir ángulos y longitudes. 13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica? No. 14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría. Me ha parecido original llevar la trigonometría a la práctica. Creo que con este tipo de actividades se incentiva el interés de los alumnos en la asignatura.
1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo		

Nombre y grupo: L. Y.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Muy útil

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

La parte en la que utilizamos los instrumentos de medición.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Todo bien

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: M. F.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Me ha parecido bastante útil ya que es una manera más clara y práctica de aprender matemáticas.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Cuando he estado pasada y han estado calculando ángulos y yo estaba de referencia, me he sentido muy útil. También cuando hemos hecho lo doble observamos.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Me gusto mucho el ejercicio de 3 ángulos sobre el pared, no sabría como explicarme.

Nombre y grupo: E.V.

Questionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 (3) 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 (4) 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 (3) 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 (2) 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 (2) 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 (4) 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si, pienso que en su forma ~~es~~ diferente de hacer una práctica lo ayudando a hacer mejor y comprender mejor la trigonometría.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Calcular los ángulos del triángulo principal y del compañero, por es algo que he visto muy interesante y me ha gustado cómo lo hemos preparado todo para medir los catetos.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No, lo he pasado muy bien.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: E.M.

Questionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 (4) 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 (4) 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 (5)

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 (4) 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si, es una forma práctica de aplicar lo que hemos estado estudiando en matemáticas.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

La de medir los ángulos, porque me ha resultado muy divertido.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Me ha resultado muy buena y me lo he pasado muy bien, y he aprendido los conocimientos que previamente habíamos estudiado.

Nombre y grupo: P. A.

Questionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Las mediciones, porque descubrí la aplicación de las matemáticas a la vida real.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Que disminuya el grupo para que sea más fácil

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: S. A.

Questionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: M. P.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si que ha sido bastante útil ya que de una manera más directa de aprender matemáticas y se entiende mejor e al menos parece más lógica.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Cuando hemos medido el archivo, ha sido la más interesante utilizando

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: L. G.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 **3** 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 **2** 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 **4** 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 **5**

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si que ha sido bastante útil ya que de una manera más directa de aprender matemáticas y se entiende mejor e al menos parece más lógica.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Cuando hemos medido el archivo, ha sido la más interesante utilizando

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: R. A.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.
Puntuación: 1 2 3 4 5
2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.
Puntuación: 1 2 3 4 5
3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.
Puntuación: 1 2 3 4 5
4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.
Puntuación: 1 2 3 4 5
5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.
Puntuación: 1 2 3 4 5
6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.
Puntuación: 1 2 3 4 5
7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.
Puntuación: 1 2 3 4 5
8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.
Puntuación: 1 2 3 4 5
9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.
Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.
Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?
cuando dibujamos el triángulo

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?
Si, un tiempo y que se nos guíe con.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.
mucha utilidad.

Nombre y grupo: R. M.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.
Puntuación: 1 2 3 4 5
2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.
Puntuación: 1 2 3 4 5
3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.
Puntuación: 1 2 3 4 5
4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.
Puntuación: 1 2 3 4 5
5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.
Puntuación: 1 2 3 4 5
6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.
Puntuación: 1 2 3 4 5
7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.
Puntuación: 1 2 3 4 5
8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.
Puntuación: 1 2 3 4 5
9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.
Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.
Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?
Si.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?
La cooperación con los compañeros ha sido la parte que más me ha gustado, porque ha sido la primera vez que tuvimos que cooperar para realizar problemas matemáticos.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

El día en el que se realiza, se que se debe hacer recién terminar de dar el temario, pero el viento y el frío ha hecho menos grata la experiencia.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

La practica ha estado bien pese a las dificultades.

Nombre y grupo: I.R.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Sí, me ha resultado útil para comprender (y) que la trigonometría es muy útil en la vida diaria.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

La de medir el arco, porque utilizamos una herramienta que no conocía y pudimos medirlo nosotros mismos con esa herramienta. Al principio parecía que iba a ser la parte más difícil de calcular, pero de esta forma resultó ser muy fácil.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Habría gente que no prestaba atención o no participaba y hacía un poco de brio, pero no cambiaría nada más.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Me ha parecido muy interesante, ya que es una forma mucho más llamativa y entretenida de aprender matemáticas. Hemos podido observar la utilidad que tienen las matemáticas en la realidad y que lo que estudiamos no son sólo números y fórmulas, sino que está presente en nuestro día a día.

Nombre y grupo: M.R.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Sí, porque me sirve para comprender mejor la doble observación y la trigonometría en general.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Me ha gustado mucho la práctica de medir la altura del Archivo Municipal porque utilizamos una herramienta que desconocía para medir los ángulos y además hemos podido participar bastante, midiéndonos nosotros mismos.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Solamente cambiaría dos cosas. Podríamos realizarlo un día que no hubiera mucho frío y la gente podría participar más.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Me ha gustado muchísimo porque nunca había hecho nada parecido y nunca había aplicado los matemáticos a la vida cotidiana. Me ha hecho comprender que la trigonometría es muy útil y muy necesaria para poder comprender aspectos de nuestra vida. Gracias a esta práctica me ha gustado todavía más la trigonometría.

Nombre y grupo: A. 5.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
--------------------------	----------------------	-------------------------------------	--------------------------	----------------------------

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si ya que vemos la utilidad que tiene lo dado en clase

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Cuando aprendí a medir los ángulos con el instrumento utilizados por los topógrafos para que ahora puede medir todos los ángulos

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No, me ha parecido bastante completo

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: C. G.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1 En total desacuerdo	2 Poco de acuerdo	3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4 Bastante de acuerdo	5 Totalmente de acuerdo
--------------------------	----------------------	-------------------------------------	--------------------------	----------------------------

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si es útil, es ver su aplicación en la vida real, de haber por la asignatura se recomienda.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

La última práctica.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No, mejor aún.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: I. G.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si, me ha resultado útil.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Ninguna en especial.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: G. I.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Nombre y grupo: M. E.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

cuando utilizamos el goniómetro para ver los ángulos y el odómetro.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Tener más instrumentos, para que lo vería gente valle utilizándolo sin que se amortoren.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Al aver llevado lo tiempo que hace en el polideportivo y medimos los ángulos de este, creo que yo lo hubiese visto mejor, como estaba planeado, saliendo fuera y midiendo la altura del Archivo Municipal, el Convento de Santa Catalina..., al aver más espacio, y menos gente.

Nombre y grupo: A. C.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si me ha resultado muy practica.

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

El utilizar los aparatos por que los veo muy útiles

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Hacerlo en el exterior y con más orden, en vez de hacer

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Me lo parecia muy adecuado pero hubiera estado más si se hubiera hecho en el exterior.

Nombre y grupo: L.P.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Sí, más o menos

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Hacer un triángulo con una tiza

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Sí, ~~me~~ hacerlos en otros lugares.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Te oímos sin que chillas, no estamos soeces

Nombre y grupo: J.E.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntuación de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 | 2 | 3 | 4 | 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Sí, he podido comprobar que la trigonometría no sirve para mucho en la vida

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Mucho. Al medir los ángulos y al realizar los cálculos pero lo mejor es el problema que nos planteaban.

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

Que se pueda saber a medir ángulos aunque las condiciones sean mejores.

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

No ha gustado mucho esta práctica por su utilidad

Nombre y grupo: C. A.

Cuestionario sobre la práctica de trigonometría

Puntúa de 1 a 5 las siguientes cuestiones.

1	2	3	4	5
En total desacuerdo	Poco de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo

1. A partir de la realización de esta práctica, he comprobado que los resultados teóricos de trigonometría vistos en la asignatura de matemáticas tienen una aplicación real.

Puntuación: 1 2 3 4 5

2. Esta práctica me ha servido para comprender mejor la trigonometría.

Puntuación: 1 2 3 4 5

3. A partir de esta práctica veo las matemáticas más útiles.

Puntuación: 1 2 3 4 5

4. Me gustaría que en otras asignaturas se realizaran iniciativas similares a ésta.

Puntuación: 1 2 3 4 5

5. No he tenido ningún problema al efectuar las mediciones o he sabido solventar los problemas que me han surgido.

Puntuación: 1 2 3 4 5

6. Me ha causado satisfacción saber manejar un instrumental parecido al que usan los topógrafos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

7. Me siento más útil y capaz de afrontar nuevos desafíos.

Puntuación: 1 2 3 4 5

8. El trato dentro del grupo de compañeros de clase ha sido muy cooperativo y todos nos hemos sentido partícipes.

Puntuación: 1 2 3 4 5

9. Recomendaría esta práctica a los grupos del Instituto que no han podido realizarla y a otros centros.

Puntuación: 1 2 3 4 5

10. Me gusta más realizar prácticas de este estilo que las simulaciones de ordenador tipo GeoGebra.

Puntuación: 1 2 3 4 5

11. ¿Te ha resultado útil la práctica, en caso negativo argumenta tu respuesta?

Si

12. ¿Qué parte de la práctica te ha gustado más y por qué?

Utilizar el instrumento de los topógrafos

13. ¿Cambiarías algo para futuras realizaciones de la práctica?

No

14. Comenta lo que consideres oportuno sobre la práctica de trigonometría.

Estaba muy bien