



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Desarrollo del pensamiento crítico y escéptico en el aula de
Matemáticas

Autor/es

ROMÁN VIDAL ÁLVAREZ

Director/es

CLARA JIMÉNEZ GESTAL

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

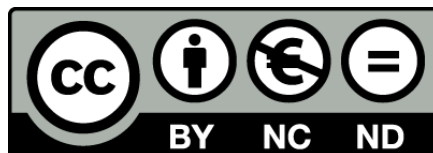
Máster Universitario de Profesorado, especialidad Matemáticas

Departamento

MATEMÁTICAS Y COMPUTACIÓN

Curso académico

2018-19



Desarrollo del pensamiento crítico y escéptico en el aula de Matemáticas, de
ROMÁN VIDAL ÁLVAREZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.

© El autor, 2019

© Universidad de La Rioja, 2019

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

Desarrollo del pensamiento crítico y escéptico en el aula de Matemáticas

Autor

Román Vidal Álvarez

Tutora: Clara Jiménez Gestal

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Matemáticas (M06A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2018/2019

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación del proyecto	3
1.2.1. Necesidades percibidas.....	4
1.2.2. Necesidades Normativas.....	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Metas generales	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. Bases teóricas del pensamiento crítico	7
3.2. Cerebro adolescente y pensamiento crítico	10
3.3. Educación en Escepticismo	11
3.4. Principios educativos y pensamiento crítico	13
3.5. Estrategia educativa para este trabajo: Aprendizaje basado en problemas.....	15
3.5.1. Concepto y justificación de la metodología	15
3.5.2. Ventajas y desventajas del PBL	15
3.5.3. Metodología del PBL.....	16
3.5.4. El grupo.....	17
4. ESTADO DE LA CUESTIÓN	19
4.1. Desinformación en la era de la información	19
4.2. Anumerismo y pseudociencias en España	21
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	23
5.1. Objetivos generales de la intervención y relación con los elementos curriculares.	24
5.2. Planificación temporal.....	24

5.4. Bloque números y álgebra. Unidad didáctica 6. Proporcionalidad.....	25
5.4.1. Objetivos específicos	26
5.4.2. Descripción de su aplicación	26
5.4.3. Temporalización	27
5.4.3. Materiales y recursos utilizados	27
5.5. Bloque geometría. Unidad didáctica 9. Cuerpos geométricos.	30
5.5.1. Objetivos específicos	30
5.5.2. Descripción de su aplicación	30
5.5.3. Temporalización	32
5.5.4. Materiales y recursos utilizados	32
5.6. Bloque funciones. Unidad didáctica 11. Funciones	33
5.6.1. Objetivos específicos	33
5.6.2. Descripción de su aplicación	33
5.6.3. Temporalización	35
5.6.4. Materiales y recursos utilizados	36
5.7. Bloque estadística y probabilidad. Unidades didácticas 13 y 14. Estadística y probabilidad.....	36
5.7.1. Objetivos específicos	37
5.7.2. Descripción de su aplicación	37
5.7.3. Temporalización	39
5.7.4. Materiales y recursos utilizados	40
5.8. Criterios de Evaluación	40
6. DISCUSIÓN	43
7. CONCLUSIONES.....	45
8. REFERENCIAS.....	49
9. ANEXOS	53

RESUMEN

En este trabajo se aborda la introducción de clases orientadas a desarrollar el pensamiento crítico y escéptico en todos los bloques académicos de la asignatura de Matemáticas de Educación Secundaria Obligatoria.

Para ello, se han estudiado los aspectos teóricos del concepto de pensamiento crítico y del escepticismo para su encaje en el aula. Se analiza el desarrollo intelectual del adolescente para la elección del nivel educativo adecuado y después se expone su necesidad pedagógica. También se justifica la inclusión del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como mejor estrategia de enseñanza-aprendizaje. Por último, se hace un análisis del contexto social y tecnológico actual sobre el que se sustenta este trabajo.

Tras concretar las actuaciones pedagógicas a llevar a cabo, se concluye este trabajo con la defensa de la necesidad de la inclusión pedagógica de esta materia en el currículo.

ABSTRACT

This work approaches the implementation of classes oriented to develop critical and skeptical thinking to be introduced in all the academic blocks of the Mathematics subject in Obligatory Secondary Education.

Consequently, different theoretical aspects of the concept of Critical Thinking and skepticism have been studied with the aim to introduce them into the classroom. The intellectual development of the adolescence is also analyzed in order to include this competence in an adequate educational level. In addition, the pedagogical necessity is exposed. The inclusion of problem-based learning as an optimal teaching-learning strategy is also justified. Finally, an analysis of the current social and technological context on which this work is based is made.

After specifying the pedagogical actions to be committed, this work concludes defending the pedagogical inclusion of this subject into the curriculum.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad no es posible mantenerse aislado de la información, entendiéndose ésta como el conjunto de mensajes que recibimos a través de un canal de comunicación determinado. Según datos de 2019 de la fundación FAD del programa “desconnect@” (<https://www.programadesconecta.com/es/>), alrededor de un 90% de las y los adolescentes españoles de 14 a 16 años disponen de entre 2 y 5 dispositivos digitales, siendo el Smartphone el que ocupa el primer lugar (89,9%), seguido por el ordenador portátil (76%) y por último la tablet (69%).

La revolución de la información, junto a la gran facilidad para difundir cualquier mensaje y a una cada vez mayor de exposición a la tecnología y a los dispositivos, hace que se esté produciendo una nueva manera de entender el conocimiento. Así, se hace imprescindible la educación en competencias clave como el pensamiento crítico y escéptico con el fin de dotar al alumno de instrumentos que le permitan evaluar adecuadamente la vasta información recibida. Dentro de este aluvión de información, cada vez ocupa una parte más importante la desinformación o la “mala información”. Y aunque en ocasiones podría no haber intencionalidad en la emisión de este tipo de mensajes, en otras, responde a estrategias y a objetivos claros como la propaganda o la desinformación.

Por otro lado, según noticia del diario El País fechada en enero de 2019, sólo el 22,5% de los adolescentes españoles entre 14 a 16 años dice haber recibido formación sobre el desarrollo de pensamiento crítico para valorar la información en Internet, según un estudio de la Fundación de Ayuda contra la Drogadicción (FAD).

Dadas las circunstancias expuestas, he creído relevante y muy necesaria la realización de este trabajo final de Máster con el fin de lograr en el alumnado el aprendizaje de una competencia transversal, fundamental y realmente valiosa para la formación de personas libres y con criterio propio. Hablemos de pensamiento crítico.

1.1. Antecedentes



Figura 1. Captura de pantalla de la aplicación sweatcoin. “¿Caminas? Consigue tu paga en sweatcoins”

Durante las prácticas que he podido llevar a cabo en este Máster, tuve la oportunidad de intercambiar opiniones en distintas ocasiones con alumnos de distintos niveles de secundaria, tratando no sólo temas académicos sino también aspectos cotidianos, aficiones e inquietudes.

En alguna de estas conversaciones, pude advertir que los estudiantes de esta edad, asumen con credulidad las informaciones y mensajes a los que cotidianamente están expuestos. Como ejemplo, la sorpresa que nos causó a la tutora de prácticas del centro y a mí, la posibilidad de que hubiera una aplicación en la que se pagara “sólo por andar” (ver figura 1). Tras analizar posteriormente dicha aplicación, pude observar las argucias que de las que se valía y la posible intencionalidad final de la misma.

Esta percepción unida al proceso reflexivo donde recordé determinados bulos y noticias falsas recibidas por mí mismo, me hizo concluir que podría ser de gran valía el introducir y desarrollar en la programación de Matemáticas, algunas sesiones que pudieran servir para transmitir la importancia del pensamiento crítico y del escepticismo científico. La idea fundamental sería la presentación de ejemplos reales que podrían ser utilizados no sólo para

aprender Matemáticas, sino también para intentar desarrollar capacidades de orden superior como el pensamiento crítico.

Durante el proceso de búsqueda de información, observé que se podían encontrar ejemplos numerosos de malas matemáticas, lo que me empujó finalmente a la realización de éste Trabajo Final de Máster.

Por último, y aunque no es el objeto principal de este trabajo, me pareció beneficiosa la idea de crear una página web que recopilara la información encontrada y que pudiera servir de utilidad para el aula de Matemáticas.

1.2. Justificación del proyecto

La escuela debe favorecer el desarrollo de competencias para la vida: formación del pensamiento crítico, creatividad, pensamiento lógico y solución de problemas. Y aunque desde todos los estamentos se insiste en abandonar concepto de educación como mera instrucción en distintas materias académicas, parece existir la percepción, más o menos generalizada, de no abandonarse definitivamente este planteamiento educativo. Sin ir más lejos, la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, expresa en el primer párrafo del primer capítulo del preámbulo que *“el alumnado es el centro y la razón de ser de la educación. El aprendizaje en la escuela debe ir dirigido a formar personas autónomas, críticas, con pensamiento propio”*. Así, es evidente que desde las propias instituciones públicas se observa la importancia de la materia central de este proyecto.

Así pues, multitud de autores han expresado, y siguen manifestando, la necesidad de ir desligando la escuela del aprendizaje de saberes teóricos y memorísticos, para enfocar su actuación en la formación integral de los alumnos, al desarrollo de sus potencialidades y a la resolución de los problemas de la vida diaria. Por otro lado, éste ha sido uno de los principales mensajes transmitidos en distintas asignaturas de las que conforman el plan de estudios de este Máster en la Universidad de La Rioja. Poder invertir en la formación crítica de los adolescentes, redundará en el beneficio social, económico, cultural y de bienestar de la sociedad futura, ya que esta enseñanza proporciona herramientas para que las personas tomen las mejores decisiones posibles.

El estudio de casos reales es imprescindible para poder trabajar el pensamiento crítico; distintos trabajos relacionan esta competencia transversal con la metodología de aprendizaje basada en problemas (Núñez, Ávila y Olivares, 2017; Villalobos, 2016; Espíndola, 1996). También Saiz y Fernández (2012) obtienen resultados coherentes en mejora del pensamiento crítico, si va acompañado de algunas metodologías como el aprendizaje basado en problemas con sustento real.

1.2.1. Necesidades percibidas

La estrategia de detección de necesidades utilizada para iniciar este proyecto, ha sido la inferencia a través de la observación de alumnos de Educación Secundaria Obligatoria durante las prácticas de éste Máster.

1.2.2. Necesidades Normativas

Tras analizar el contenido del currículo de secundaria, no se encuentran demasiadas referencias a la necesidad del pensamiento crítico en la educación en España. Es notable el hecho de que a pesar que este Decreto es relativamente nuevo (2015), no se haya dado más relevancia a esta competencia. Como ejemplo, sólo aparece explícitamente como contenido curricular en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria, en la rama de Matemáticas Aplicadas.

Otro de los aspectos que llaman la atención del Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo básico de la educación secundaria obligatoria, es que entre los elementos transversales que se abordan, sólo se relacione el sentido crítico con el espíritu emprendedor, y no lo haga, por ejemplo, con nuestro papel en con el uso y difusión de la información o con nuestra responsabilidad como consumidores.

En base al análisis anterior creo que la promoción del pensamiento crítico y escéptico en la clase de Matemáticas queda justificada desde múltiples puntos de vista, bien sea curricular, didáctico o humano.

2. OBJETIVOS

2.1. Metas generales

El objetivo de este trabajo de innovación es la promoción del pensamiento crítico y escéptico en la clase de Matemáticas de educación secundaria obligatoria, además de proporcionar un conocimiento matemático ajustado al currículo. Se espera que de esta manera, los estudiantes adquieran una competencia sin duda necesaria para tomar decisiones acertadas y para desenvolverse en la sociedad, teniendo en cuenta que la información emitida en la actualidad es enorme, y que la tecnología hace que se difunda ampliamente en todos los niveles de la sociedad.

Además, dado el nuevo paradigma en el que se encuentra la sociedad de actual en relación a la información e internet, donde el cambio es el estado normal de las cosas, se debe educar a los alumnos -que por otro lado, son los hombres y mujeres del mañana-, en el propósito de que conozcan la existencia de intereses reales por difundir información no verdadera. Por ello, es fundamental que adquieran capacidades críticas con el fin de detectar errores, manipulaciones o engaños, en un contexto de sobreinformación, noticias falsas, injerencias y *posverdades*.

Por último, la sociedad necesita consumidores críticos y responsables, que tomen decisiones óptimas. Aquí, el anumerismo (muchas veces ligado a las pseudociencias) desempeña un rol demasiado importante en el devenir de nuestra sociedad. En este sentido, este trabajo también propone una pequeña aportación para tomar conciencia de ello en el aula.

2.2. Objetivos específicos

Las metas específicas que plantea este trabajo son las siguientes:

- Analizar la importancia de la adquisición de habilidades de pensamiento crítico y escéptico desde su base teórica y relacionar esta capacidad con el desarrollo neurobiológico de los adolescentes.
- Búsqueda en Internet de información matemática errónea, incorrecta o manipulada procedente de distintas fuentes, tales como prensa escrita,

televisión, publicidad, redes sociales (whatsapp, twitter, etc) para recopilar material para el trabajo en clase.

- Con la información estudiada en los puntos anteriores, ver a partir de qué curso podría enfocarse este trabajo y cómo estructurarlo en la programación anual de la asignatura de Matemáticas.

- Análisis de metodologías activas de aprendizaje y elección de la que más se adecúe al objeto de este trabajo con el fin de alcanzar un aprendizaje significativo.

- Cumplir con los objetivos y criterios de evaluación establecidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Proponer una intervención didáctica en el aula, temporalizarla y establecer los criterios más adecuados para la evaluación de la adquisición de la competencia sobre la que versa este trabajo.

La aportación al conocimiento que se espera de este trabajo es que los estudiantes mejoren sus capacidades de análisis y de reflexión y que observen los medios y las fuentes de internet con un mayor escepticismo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas del pensamiento crítico

El pensamiento crítico es una capacidad compleja, que numerosos autores han tratado de definir y al que nuestro sistema educativo trata de incorporar entre sus principios y objetivos. Es un concepto recurrente (quizá algo manido en el ámbito educativo) y poliédrico y por ello, en este trabajo se intentará consensuar una noción de *pensamiento crítico* que tenga significado y que esté en la línea de la intervención educativa que aquí se plantea.

El primer acercamiento teórico de este trabajo, es que el pensamiento crítico está íntimamente relacionado con el razonamiento científico ya que éste se caracteriza entre otras cosas por tratar de afrontar con certeza las informaciones (Ossa, Palma, Lagos y Díaz, 2018). McCauley (2018) propone que ni pensamiento crítico ni pensamiento científico son innatos a la especie humana en contraste con la religión, que sí sería parte de los procesos naturales cognitivos, ya que ambos requieren “pensamiento abstracto, reflexión consciente y apoyo entre iguales dentro de la comunidad”. Esta dependencia de múltiples factores redundaría en su fragilidad para la integración natural entre la sociedad. También expone que podría existir una *ventana* durante la infancia en la que se da un *periodo sensible* donde los niños estarían naturalmente dispuestos a aprender pensamiento crítico y que una vez cerrada, podría ser más difícil de adquirir.

Para Facione (2007), “pensamiento crítico” significa buen juicio, casi lo opuesto a pensamiento ilógico, irracional. Propone tomar las partes del pensamiento que contribuyen a una actuación racional y por contraposición, expone como parte de un pensamiento pobre o no crítico “*las partes que van contra la razón y que cierran la mente a la posibilidad de recibir información nueva y pertinente*”.

Dicho autor también identifica varios rasgos que concurren en un pensador crítico, entre las que se incluyen algunos directamente relacionados con el contenido de este trabajo como la preocupación por estar y mantenerse bien informado y el estado de alerta frente a oportunidades para utilizarlo. En la

siguiente tabla se muestran las habilidades cuyo desarrollo Facione relaciona con esta competencia:

Tabla 1. Habilidades del pensamiento crítico según Facione (1990)

Habilidades	Descripción	Actividades
Interpretación	Comprensión y expresión del significado de la experiencia, situaciones, eventos, juicios, creencias, reglas, procedimientos, etcétera.	Categorización, decodificación del significado y clarificación de conceptos.
Análisis	Identifica las relaciones de inferencia entre declaraciones, preguntas, conceptos, expresiones, etcétera.	Examen de ideas, detección y análisis de argumentos.
Evaluación	Credibilidad de lo establecido o de otras representaciones como la descripción de una persona, percepciones, experiencia, situaciones, juicios, creencias u opiniones; evalúa las relaciones de inferencia entre declaraciones, preguntas, conceptos, expresiones, etcétera.	Evaluar la credibilidad de demandas y evaluar la calidad de argumentos que se utilizan e inducen o deducen razonamientos.
Inferencia	Identificar y asegurar los elementos que se requieren para crear una conclusión razonable; formar conjeturas e hipótesis; considerar información relevante y deducir las consecuencias provenientes de datos, evidencia, creencias, juicios, opiniones, conceptos, descripciones, etcétera.	Consulta de pruebas, conjetura de alternativas y obtención de conclusiones.
Explicación	Representación coherente de los resultados.	Descripción de métodos y resultados, justificación de procedimientos, objetivos y explicaciones conceptuales, argumentaciones, etcétera.
Auto-regulación	Actividad cognitiva de monitoreo auto-consciente. Se emplean habilidades de análisis y evaluación.	Incluye la auto-examinación y auto-corrección.

López Aymes (2013) hace una revisión de distintas definiciones concluyendo que todas asocian pensamiento crítico y racionalidad y defiende que este tipo de pensamiento se caracteriza por manejar y dominar las ideas. Expone que su

misión principal es revisar, evaluar y repasar qué es lo que se entiende, se procesa y se comunica mediante los otros tipos de pensamiento (verbal, matemático, lógico, etcétera). Por lo tanto, el pensador crítico sería aquel que es capaz de pensar por sí mismo.

Ennis (2016) mantiene que el concepto de pensamiento crítico más utilizado actualmente es el de “*pensamiento razonado y reflexivo enfocado en decidir qué creer o hacer*” y propone las siguientes habilidades para pensar críticamente:

1. Centrarse en la pregunta
 2. Analizar los argumentos
 3. Formular las preguntas de clarificación y responderlas
 4. Juzgar la credibilidad de una fuente
 5. Observar y juzgar los informes derivados de la observación
 6. Deducir y juzgar las deducciones
 7. Inducir y juzgar las inducciones
 8. Emitir juicios de valor
 9. Definir los términos y juzgar las definiciones
 10. Identificar los supuestos
 11. Decidir una acción a seguir e Interactuar con los demás
 12. Integración de disposiciones y otras habilidades para realizar y defender una decisión.
- (habilidades auxiliares, 13 a 15)*
13. Proceder de manera ordenada de acuerdo con cada situación
 14. Ser sensible a los sentimientos, nivel de conocimiento y grado de sofisticación de los otros.
 15. Emplear estrategias retóricas apropiadas en la discusión y presentación (oral y escrita).

Tabla 2. Capacidades del pensamiento crítico (fuente: Pensamiento crítico en el aula. Aymes, 2013)

Un buen pensador crítico presenta los siguientes rasgos (Campos, 2007):

- Racionalidad: uso de razón basada en evidencias.
- Autoconciencia: reconocimiento de premisas, prejuicios, sesgos y puntos de vista.
- Honestidad: reconocimiento de impulsos emocionales, motivos egoístas, propósitos tendenciosos, etcétera.

- **Mente abierta:** evalúa los diversos puntos de vista, acepta nuevas alternativas pero a la luz de la evidencia.
- **Disciplina:** es preciso, meticulado, comprensivo y exhaustivo, resiste la manipulación y reclamos irracionales y evita juicios apresurados.
- **Juicio:** reconoce la relevancia y/o mérito de premisas y perspectivas alternativas y la extensión y peso de la evidencia.

Finalmente, Olivares y López (2017), compilan los atributos del pensador crítico expuestos por los autores más importantes (Facione, Norris, Ennis, Paul y Elder). Ver anexo 1.

3.2. Cerebro adolescente y pensamiento crítico

Se habla de 6 habilidades cognitivas esenciales del pensamiento crítico (Facione, 1992): interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación. Tomando como base la clasificación realizada por Bárbara Fowler (20014), dichas habilidades se pueden relacionar con los dos de los niveles superiores de la taxonomía de Bloom: analizar y evaluar.


Taxonomía de Bloom Ámbito cognitivos	
evaluación	NIVEL DE COMPLEJIDAD ALTO
síntesis	
análisis	
aplicación	
comprensión	
Conocimiento	NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO

Figura 2. Taxonomía de Bloom (<http://www3.gobiernodecanarias.org>)

El pensamiento crítico iría más allá del último nivel de Bloom al deducir las consecuencias de las decisiones, argumentarlas en un proceso dialogado y

procurar una mejora de los niveles de competencia mediante la auto-regulación (Núñez, Ávila, Olivares, 2017)

En la siguiente tabla podemos observar los rasgos funcionales de la inteligencia formal (Piaget):

Rasgos Inteligencia formal de Piaget	
Primer rasgo funcional	Lo real como un subconjunto de lo posible
Segundo rasgo funcional	Razonamiento hipotético-deductivo
Tercer rasgo funcional	Lenguaje proposicional
Cuarto rasgo funcional	Naturaleza combinatoria

Tabla 3. Rasgos de la inteligencia formal piagetiana (Elaboración propia)

Estas habilidades forman parte del pensamiento formal, cuya aparición se da entre los 12-13 años de edad o al principio de la adolescencia. Por ello, el contenido de este trabajo se enfocará al nivel de tercero de educación secundaria obligatoria. Algunos autores (Bravo et al. 2011) defienden que el pensamiento formal no llega a manifestarse en una parte importante de los adolescentes o incluso en los adultos (Santrock, 2011). En este sentido, este trabajo encajaría en el contexto de la asignatura de Matemáticas ya que estas podrían fomentar el desarrollo del razonamiento formal (Aguilar, Navarro, López y Alcalde, 2002). El propio Piaget teorizó que las personas que no tienen contacto con las Matemáticas, las ciencias o la lógica, no lograrían desarrollar este pensamiento en su totalidad. Aunque como se verá en el siguiente punto, hay trabajos que desmienten estas hipótesis.

3.3. Educación en Escepticismo

“A menudo el escepticismo no puede competir con el sensacionalismo de las afirmaciones extraordinarias” (Magic in the Classroom: Using Extraordinary Claims to Teach Critical Thinking, 2015)

El desarrollo tecnológico está haciendo que existan cada vez más esfuerzos por parte de distintos estamentos, en transmitir información interesada o incluso,

en desinformar a la población. Byung-Chul Han (2014), explica que las emociones “constituyen un nivel prerreflexivo, semiinconsciente, corporalmente instintivo de la acción, del que no se es consciente de forma expresa” y añade que la emoción es un medio realmente eficaz para el control “psicopolítico” del individuo.

Esta situación, hace más necesario que nunca, el reivindicar desde el punto de vista pedagógico, el derecho a la duda.

Existe bibliografía donde se describen experiencias en la enseñanza del escepticismo. Marc David Barnhill (*Adventures in Teaching Skepticism*), concluye que el elemento más imprescindible y más difícil de asimilar del pensamiento crítico es el interrogatorio auto-reflexivo de las propias asunciones, el acto de descubrir los sesgos cognitivos propios.

En España, Barzana (2005) promueve que el escéptico no debe aceptar ninguna verdad establecida a priori y que se debe preguntar y exigir pruebas y defiende el derecho a la persistencia de la duda a pesar de que se le presenten todas las pruebas posibles. Hace un paralelismo con el contexto judicial al afirmar que “*la carga de la prueba recae siempre sobre quien afirma algo*”

Aunque existe una clara relación entre razonamiento científico y escepticismo, no parece tan obvia la correspondencia entre educación científica y escepticismo (Walker et al, 2002; Johnson, 2003). Es decir, que el hecho de estar adquiriendo formación científica podría no traducirse a un mayor aprendizaje en escepticismo científico.

Por último, el famoso científico, escritor y divulgador Carl Sagan, en el libro *El Mundo y sus demonios* (1995) comparte un llamado “Kit de detección de falacias” (ver anexo 2) donde expone que si lo que se quiere explicar se puede medir o tiene cantidad numérica asociada, será más fácil discriminar entre las distintas hipótesis que pudieran existir en una discusión. Admitamos pues que a priori, esto supondría una ventaja para la asignatura de Matemáticas.

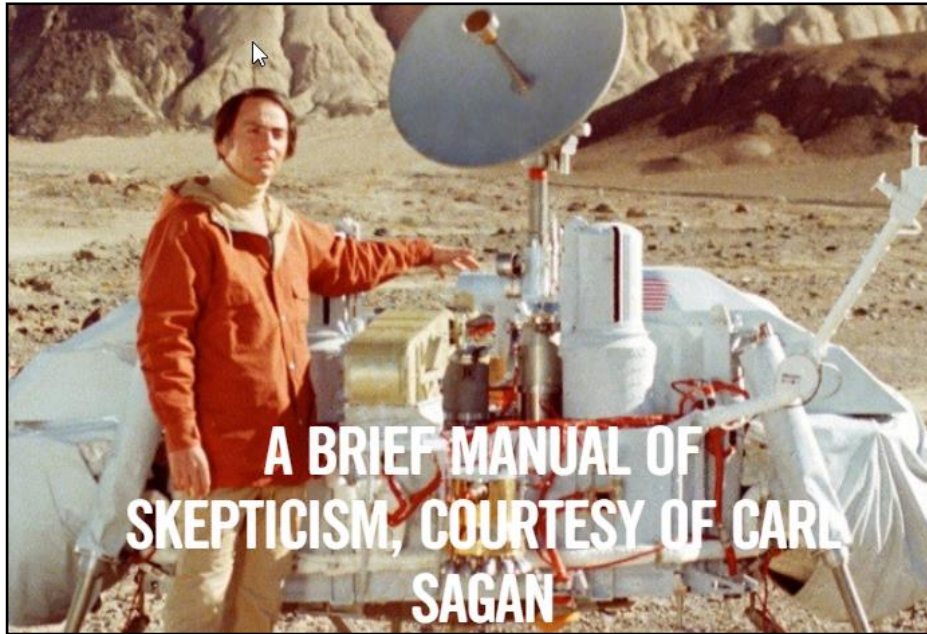


Figura 3. Carl Sagan

3.4. Principios educativos y pensamiento crítico

La ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, en el capítulo IV de su preámbulo, expresa la necesidad de avanzar más allá del aprendizaje de *habilidades cognitivas*, calificándolas de imprescindibles pero no suficientes y acentuando la necesidad de “*adquirir desde edades tempranas competencias transversales, como el pensamiento crítico, la gestión de la diversidad, la creatividad o la capacidad de comunicar, y actitudes clave como la confianza individual, el entusiasmo, la constancia y la aceptación del cambio*”. El enfoque de este trabajo, es por lo tanto competencial y con el objetivo de preparar para toda la vida.

Si aceptamos el concepto de competencia como la capacidad para resolver problemas en cualquier situación de la vida, incluyendo situaciones nuevas y contextos distintos (Zabala y Arnau, 2014), debemos considerar y aceptar, que el pensamiento crítico es una competencia clave para el desarrollo de la personalidad y para la formación integral de los alumnos. La educación en pensamiento crítico está alineada con las tesis de Delors (1996):

“Es la idea de educación permanente lo que ha de ser al mismo tiempo reconsiderado y ampliado, porque además de las necesarias adaptaciones

relacionadas con las mutaciones de la vida profesional, debe ser una estructuración continua de la persona humana, de su conocimiento y sus aptitudes, pero también de su facultad de juicio y acción. Debe permitirle tomar conciencia de sí misma y de su medio ambiente e invitarla a desempeñar su función social en el trabajo y la ciudad”. (p. 15).

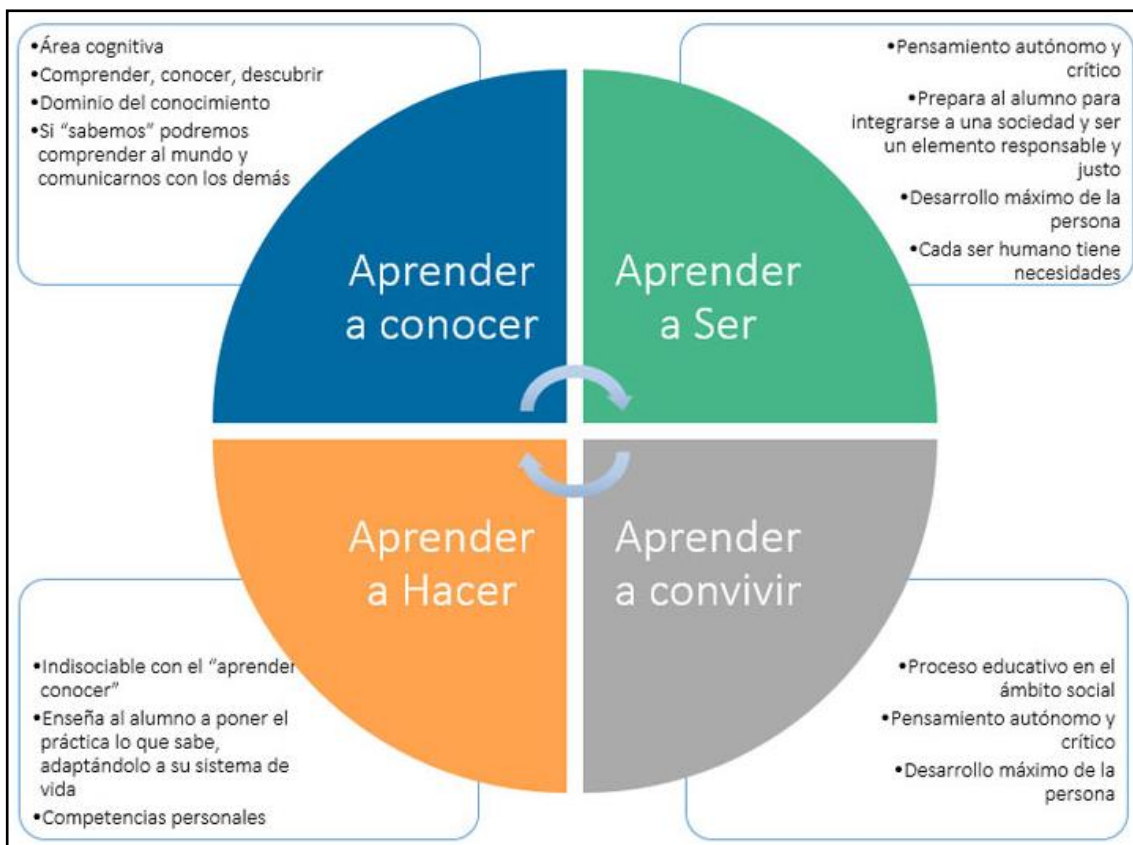


Figura 4. Pilares de la educación (<https://thisa.com.mx/website/entrenamiento-coaching-educativo-docente-monterrey-mexico/>)

El pensamiento crítico, se puede asociar directamente a dos de los cuatro pilares (Delors, 1996) y por lo tanto, a la formación integral de los alumnos.

Por último, cada vez hay más voces a favor de la creación de un currículo o de un modelo educativo basado en competencias (García, J. Á., 2011, Tobón, S., 2005) basándose en el entorno tecnológico desafiante en el que nos encontramos.

3.5. Estrategia educativa para este trabajo: Aprendizaje basado en problemas

3.5.1. Concepto y justificación de la metodología

Tras el análisis de distintas metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje, se ha valorado que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) articula eficazmente el objetivo de este trabajo como contribuyente a la formación integral del alumnado ya que permite combinar la adquisición de conocimientos con el aprendizaje de competencias (Vizcarro y Juárez, 2008).

Atendiendo a varias definiciones, el aprendizaje basado en problemas (en inglés problem-based learning o PBL) podría identificarse como el proceso de resolución de problemas bien contruidos y apoyados en la vida real que se discutirán en base a un proceso indagatorio en pequeños grupos de estudiantes, con el fin de explicar la información dada. En este sistema, los problemas planteados no son un complemento al aprendizaje teórico, sino el fundamento mismo del aprendizaje (Espíndola, 1996). Este autor, lo incluye en su trabajo "*Métodos para fomentar el pensamiento crítico*", describiéndolo como un método habitual en las escuelas de medicina, pero adaptable a cualquier otra materia de conocimiento.

Núñez, Ávila y Olivares (2017) vieron un efecto positivo en la aplicación de esta metodología, utilizando la rejilla de observación para las habilidades del pensamiento crítico (Facione, 1990:15), observándose buenos resultados en la mejora del juicio de una situación específica.

3.5.2. Ventajas y desventajas del PBL

Estas son algunas de las ventajas descritas por los propios alumnos según González, Martín, Souza, Martín y López (2015):

- Permite combinar la adquisición de conocimientos con el aprendizaje de competencias.
- Mejora de la asertividad y de las habilidades sociales.
- Aprendizaje de búsqueda de información en fuentes fiables y de la necesidad de contrastar dicha información.
- Asunción de la responsabilidad sobre el propio aprendizaje.

- Mejora de capacidad de análisis, síntesis y visión crítica
- Satisfacción por el logro.
- Aprendizaje profundo

En cuanto a las desventajas percibidas en los estudiantes de dicho trabajo cabría mencionar fundamentalmente el miedo o rechazo inicial, la dificultad para coordinar el equipo, el tiempo que se pierde en mantener la dinámica de diálogo y consenso, la complejidad por la multidimensionalidad y la posible excesiva carga de trabajo.

Espíndola (1996) observa como puntos negativos, la posible excesiva carga de trabajo y la posible aparición de conflictos interpersonales. Por ello, se deberían valorar ambos factores antes de la implantación.

3.5.3. Metodología del PBL

Aunque obviamente, la responsabilidad del aprendizaje corresponde a los estudiantes, el profesor tiene la obligación de proporcionar problemas significativos y relevantes, moderar la discusión de los grupos y apoyar a los estudiantes durante el proceso de exploración y aprendizaje. En definitiva, el papel del profesor en esta metodología es el de gestor del ambiente de aprendizaje.

En la versión utilizada por la Universidad de Maastricht, los estudiantes siguen un proceso de 7 pasos para la resolución del problema (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007; Schmidt, 1983):

1. Aclarar conceptos y términos: Se trata de aclarar posibles términos del texto del problema que resulten difíciles (técnicos) o vagos, de manera que todo el grupo comparta su significado.

2. Definir el problema: Es un primer intento de identificar el problema que el texto plantea. Posteriormente, tras los pasos 3 y 4, podrá volverse sobre esta primera definición si se considera necesario.

3. Analizar el problema: En esta fase, los estudiantes aportan todos los conocimientos que poseen sobre el problema tal como ha sido formulado, así como posibles conexiones que podrían ser plausibles. El énfasis en esta fase es más en la cantidad de ideas que en su veracidad (lluvia de ideas).

4. Realizar un resumen sistemático con varias explicaciones al análisis del paso anterior: Una vez generado el mayor número de ideas sobre el problema, el grupo trata de sistematizarlas y organizarlas resaltando las relaciones que existen entre ellas.

5. Formular objetivos de aprendizaje: En este momento, los estudiantes deciden qué aspectos del problema requieren ser indagados y comprendidos mejor, lo que constituirá los objetivos de aprendizaje que guiarán la siguiente fase.

6. Buscar información adicional fuera del grupo o estudio individual: Con los objetivos de aprendizaje del grupo, los estudiantes buscan y estudian la información que les falta. Pueden distribuirse los objetivos de aprendizaje o bien trabajarlos todos, según se haya acordado con el tutor.

7. Síntesis de la información recogida y elaboración del informe sobre los conocimientos adquiridos: La información aportada por los distintos miembros del grupo se discute, se contrasta y, finalmente, se extraen las conclusiones pertinentes para el problema.

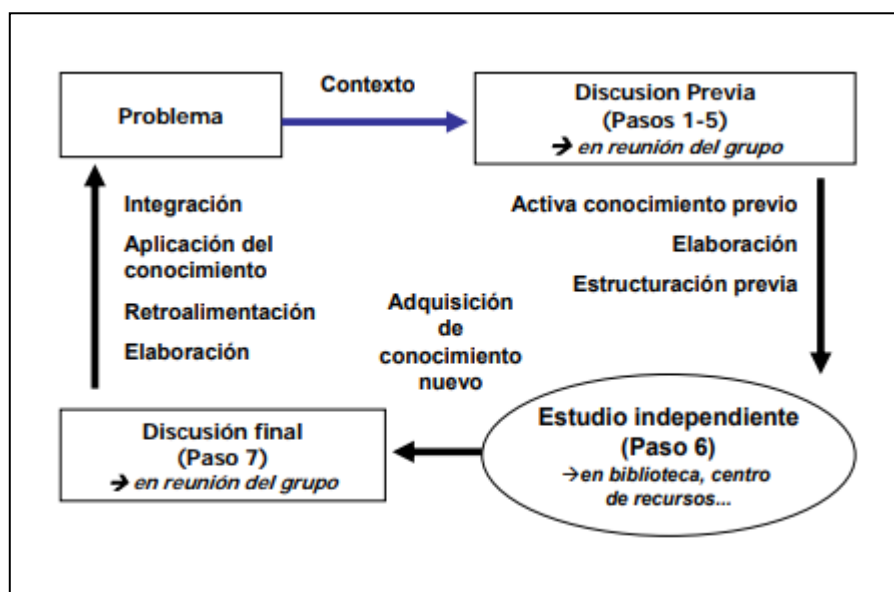


Figura 5. Proceso de Aprendizaje ABP (http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf)

3.5.4. El grupo

Vizcarro y Juárez (2018) ofrecen algunas pautas sobre la formación y composición de grupos según ésta metodología. Se establecen los roles de coordinador del grupo y secretario.

El coordinador lidera el proceso de aprendizaje, marca la agenda de trabajo, y dirige la discusión siguiendo los 7 pasos expuestos. También promueve la participación de todos los miembros del grupo y se asegura de que se finaliza el trabajo a tiempo.

El secretario se ocuparía de anotar la información más importante que se genera durante la discusión del problema mediante esquemas, mapas conceptuales, etc.

El papel del tutor es el de orientar el debate, asistir a las reuniones y en definitiva, facilitar el aprendizaje de los alumnos mediante la identificación de sus necesidades y la ayuda a la reflexión.

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

4.1. Desinformación en la era de la información

La revolución tecnológica ha establecido cambios en el modo en que las personas se relacionan. Castells (2004) selecciona cinco características del que llama nuevo “paradigma tecnoeconómico”:

- La principal materia prima del modelo económico actual es la información.
- La información tiene capacidad de penetración en todos los ámbitos de la existencia.
- Lógica de interconexión, la morfología o topología de red de las relaciones y organizaciones humanas.
- Flexibilidad de los procesos y capacidad para reconfigurarse
- Convergencia de distintas tecnologías en sistemas integrados

La condición de la sociedad de la información, es la importancia que tienen la difusión, adquisición, almacenamiento y utilización del conocimiento y de la información. Consecuencia de ello, ha sido la aparición de una economía cada vez más basada en el conocimiento y menos en el concepto clásico de productividad industrial. Vinculado a lo anterior está la enorme velocidad a la que se producen los cambios tecnológicos y que va a permitir que la posesión de dispositivos, la interconexión y la difusión masiva de información y mensajes sea constante e inevitable.

Otra de las nuevas características de la información transmitida es su brevedad. A mayor brevedad, mayor sencillez y por lo tanto, mayor difusión. Por lo tanto, se impone que el mensaje sea breve y con fuerza emocional por encima de la verdad del mismo (Olmo, J. 2018).

En 2017, el diccionario Oxford declaró *fake news* la palabra del año. Esto indica hasta qué punto ya está asumida la presencia de la desinformación en todos los ámbitos de la sociedad. También han entrado en juego términos como *posverdad* o *injerencia*. Por otro lado, la información ya no es generada por unas pocas fuentes sino que cada persona se ha convertido en un medio de comunicación cuyo filtro es arbitrario. Puede ser además que las personas acepten las informaciones en función de la capacidad que tengan para

reafirmar su propia opinión y que además, el lenguaje utilizado en dichas informaciones puede ser manipulado para llegar al trasfondo emocional de las personas (Olmo, J. 2018) y de esta manera asegurar su máxima difusión.

SENCILLO CÁLCULO... IMPRESIONANTE RESULTADO

Reflexión y sencillo cálculo enviados a CNN por un televidente:

*El plan de rescate a los bancos con dinero de los contribuyentes, que aún se discute en el congreso de USA, costará la *indimensionable* cifra de 700.000 millones de dólares, más los 500.000 millones que ya se le ha entregado a la banca, más los miles de millones que entregarán los gobiernos de Europa a los bancos en crisis en ese continente.

Pero para tratar de dimensionar sólo en algo las cifras involucradas, el televidente hace el siguiente cálculo:

'El planeta tiene 6.700 millones de habitantes; si se dividen 'sólo' los 700.000 millones de dólares entre los 6.700 millones de personas que habitan el planeta, equivale a entregarle 104 MILLONES DE DOLARES A CADA UNO'.

¡Con eso no sólo se erradica de inmediato toda la pobreza del mundo, sino que automáticamente se convierte en MILLONARIOS a TODOS LOS HABITANTES de la Tierra!

Concluye diciendo : '**Parece que realmente hay un *pequeño problema* en la distribución de la riqueza'**

Figura 6. Bulo sobre el rescate bancario con cálculo incorrecto (2009)

Como se ha expuesto anteriormente, parece que en el contexto actual, la verdad no es lo importante. Las personas tendemos a creer y a difundir la información que capta nuestra emoción y por lo tanto, que nos autoafirma como individuos. Esto es sabido por los principales poderes políticos, sociales y económicos, que trabajan para conseguir sus objetivos estratégicos. Así, las noticias falsas se vuelven más virales que las verdaderas ya que se adaptan mejor a la demanda (Aznar, 2018).

Tras los acontecimientos ocurridos durante las elecciones del Brexit u otros procesos electorales (Francia, Alemania), parecen haberse disparado las alertas institucionales. De este modo, la Unión Europea ha formalizado durante

este año (2019) su *Plan de lucha contra la desinformación*, que recoge cuatro pilares clave:

1) Aumento de recursos para mejorar las capacidades de las instituciones respecto a la desinformación.

2) Respuesta coordinada a la desinformación o a los ataques.

3) Exigencia del cumplimiento del código de buenas prácticas a las plataformas que ofrecen información en línea. Movilizar al sector privado.

4) Creación de grupos de verificación y contraste de datos y sensibilización para aumentar la capacidad de resistencia de la sociedad..

4.2. Anumerismo y pseudociencias en España

La palabra “anumerismo” fue popularizada por el matemático John Allen Paulos en la obra *El hombre anumérico* (Tusquets) y es la incapacidad para manejar con naturalidad conceptos matemáticos básicos y la dificultad para apreciar la naturaleza probabilística de la vida. Según él, este anumerismo nos haría más proclives a la creencia en las pseudociencias ya que éstas se adornan a veces con ideas matemáticas (formas geométricas, términos algebraicos, etc.) y también a la toma de malas decisiones vitales. Pone como principales problemas, el manejo de números muy grandes –o muy pequeños-, la sobreestimación de la frecuencia con la que ocurren las coincidencias o el manejo de las probabilidades. Paulos, lamenta también la preferencia del hombre anumérico por vivir en la ignorancia, para beneficio de casinos, casas de apuestas o prestamistas.

Por su parte, Emilio Lledó, profesor de Historia de la Filosofía y académico, reclama las Matemáticas como una luz para alumbrar un mundo de manipulación informativa. "Esta ciencia es una lucha constante con la verdad porque en ella, en su exactitud, no caben las ideas mentirosas"

Respecto a la creencia en las pseudociencias en España, el barómetro del CIS de febrero de 2018, incorporaba en su encuesta varias preguntas relativas al uso y creencia en las pseudoterapias, ofreciendo resultados desalentadores:

- Sólo el 7,8% de los encuestados responde que el motivo principal para no usarlas es su ineficacia.

- El 86,3% de los encuestados no muestran escepticismo ya que dicen no usarlas o por falta de necesidad, o por desconocimiento, o por ser caras.
- El 81,6% de las personas encuestadas acuden para estas terapias a centros sin profesionales en medicina o enfermería.
- El 66,1% cree que hay algún motivo razonado para utilizarlas.

Viendo los resultados de las encuestas, parece que no existe una percepción negativa sobre la potencial utilizar de las “terapias alternativas”.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

Se presenta esta intervención con el fin de ser aplicada para la instrucción en pensamiento crítico y escéptico a los alumnos de tercero de Educación Secundaria Obligatoria (de ambas ramas), aunque el material recopilado para este trabajo permite trabajar esta competencia transversal en niveles superiores. Como se analizó en el capítulo 3 de este trabajo, en este nivel se habría alcanzado un buen nivel de desarrollo de capacidades formales.

Una de las principales rasgos del pensador crítico es la preocupación por tener buena información (Facione, 1990) y este va a ser el enfoque general que se le dará a la intervención que a continuación se propone, unida a un proceso reflexivo. Además se promoverán habilidades de interpretación de la información, análisis, evaluación, inferencia y explicación, según lo expuesto en el marco teórico de este trabajo.

Por otro lado se tratará de promover el pensamiento escéptico, desde la actitud docente y mediante la realización de actividades. Estas actividades, serán llevadas a cabo según la metodología ABP (o PBL según sus siglas en inglés) ya que es un procedimiento de enseñanza-aprendizaje que se ajusta muy bien al objeto de este trabajo.

Se ha decidido comúnmente con la tutora de TFM que este trabajo ganaría en interés y relevancia si se trabajan los cuatro bloques matemáticos en los que se divide el currículo de Educación Secundaria Obligatoria según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre.

Otra de las características de la intervención didáctica propuesta es que se proporcionará material desde la página web creada por el profesor. Esta página recopilará mala información relacionada con las Matemáticas en forma de noticias, bulos, publicidad, etc.

Para finalizar, la filosofía de este trabajo es la de trabajar lo mínimo posible con pantallas en el aula. Así, sólo una de las actividades requiere el uso de la sala de ordenadores. Sí se propondrán actividades para trabajar con el ordenador doméstico.

5.1. Objetivos generales de la intervención y relación con los elementos curriculares.

Se proponen los siguientes objetivos comunes para los cuatro bloques de conocimiento matemático que tiene la intervención planteada:

1) Promover el pensamiento crítico y el escepticismo científico mediante el aprendizaje de un contenido matemático ajustado al currículo.

2) Aprender a utilizar las fuentes de información para aprender con sentido crítico. Contribuir a obtener una preparación básica en el campo de las TIC.

3) Practicar y conocer la cooperación, el trabajo en equipo como herramienta de aprendizaje eficaz, el diálogo y el respeto a distintos los puntos de vista.

4) Contribuir al desarrollo de las 7 competencias clave citadas en el currículo de la educación secundaria obligatoria:

- Comunicación lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- Competencia digital.
- Aprender a aprender.
- Competencias sociales y cívicas.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- Conciencia y expresiones culturales.

5) Enriquecer el aprendizaje de los alumnos con transversalidad educativa de manera que se conecte con saberes de distintas materias.

5.2. Planificación temporal

Dado el contenido curricular y teniendo en cuenta el número de clases de la asignatura, se han establecido las siguientes sesiones para cada uno de los cuatro bloques. Cada sesión se haría coincidir con la unidad didáctica con la que tiene una mayor relación. Habrá la duración de las sesiones no tiene por qué coincidir con la duración de la clase. Se han previsto sesiones de 25 min.

Bloque	Unidad didáctica	Nº de sesiones totales	Nº Sesiones dedicadas al pensamiento crítico
NÚMEROS Y ÁLGEBRA	UNIDAD 1: Conjuntos numéricos	9 sesiones	
	UNIDAD 2: Potencias y raíces	9 sesiones	
	UNIDAD 3: Polinomios	11 sesiones	
	UNIDAD 4: Ecuaciones	9 sesiones	
	UNIDAD 5: Sistemas de ecuaciones	9 sesiones	
	UNIDAD 6: Proporcionalidad	9 sesiones	2 sesiones
	UNIDAD 10: Sucesiones	10 sesiones	
GEOMETRÍA	UNIDAD 7: Figuras planas	10 sesiones	
	UNIDAD 8: Movimientos en el plano	9 sesiones	
	UNIDAD 9: Cuerpos geométricos	7 sesiones	2 sesiones
FUNCIONES	UNIDAD 11: Funciones	9 sesiones	1 sesión
	UNIDAD 12: Funciones lineales y cuadráticas	10 sesiones	
ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD	UNIDAD 13: Estadística	10 sesiones	2 sesiones
	UNIDAD 14: Probabilidad	7 sesiones	1 sesión
	TOTAL	128 sesiones	

5.4. Bloque números y álgebra. Unidad didáctica 6. Proporcionalidad

En este primer bloque se han previsto dos actividades. La principal es la realización de dos sesiones para el análisis de errores en prensa relacionados con los porcentajes y la proporcionalidad. También se proporcionará una actividad para ser trabajada individualmente en casa sobre detección de noticias falsas o “fake news”.

Este bloque de pensamiento crítico será el de mayor duración debido a que se tendrá que explicar por primera vez la actividad y se expondrá la dinámica para el resto del curso. Se harán dos sesiones y media.

5.4.1 Objetivos específicos

- Aprendizaje de la importancia de la fiabilidad de las fuentes de información para la veracidad de dicha información

- Familiarizarse con el uso que se hace de los porcentajes y proporcionalidades en los medios de comunicación y analizar errores habituales cometidos en prensa.

- Aprender a interpretar y a calcular porcentajes, aumentos y disminuciones porcentuales conforme a los objetivos de la programación didáctica y utilizando para ello situaciones de la vida real.

5.4.2. Descripción de su aplicación

Sesión 1. Explicación de las actividades de pensamiento crítico

En esta primera sesión se explicará la dinámica que tendrá lugar durante el curso. Se comunicará que habrá cuatro sesiones (una por bloque didáctico) y se explicarán la metodología de trabajo y los criterios de evaluación.

Sesión 2. Explicación de la actividad

Se dispondrán los grupos, se proporcionará un problema distinto a cada grupo y se comenzará a trabajar con la pauta de la metodología ABP:

- Aclarar conceptos y términos
- Definir el problema entre todos los miembros
- Lluvia de ideas
- Resumen y organización de las explicaciones

Sesión 3. Conclusiones y exposición de las soluciones

Entre todos los miembros del grupo se elaborará un informe con las soluciones y conclusiones y se expondrá para el resto de la clase.

Actividad para casa: cómo detectar noticias falsas

La búsqueda será libre, se pedirá un resumen individual y un ejemplo de noticia falsa. Se deberán responder cuestiones tales como “¿cómo sabemos si la fuente es fiable? ¿Por qué? ¿Qué consecuencias pueden tener las noticias falsas?”

5.4.3. Temporalización

Sesión	Lugar	Actividad	Duración
1	Clase	Explicación de la actividad a realizar al día siguiente y metodología (7 pasos, ver apartado 3.5.3.) y criterios de evaluación.	25 min
2	Clase	Establecimiento de los grupos-base (heterogéneos y máximo 6 personas) y resolución de dudas.	15 min
2	Clase	Entrega de un problema a cada grupo y se inicio del trabajo del mismo sobre la metodología ABP.	35 min
	Casa	Actividad para casa individual: búsqueda en internet de cómo detectar noticias falsas. Elaborar una síntesis para la entrega al día siguiente	60 min
3	Clase	Elaboración del informe con la solución al problema propuesto y las conclusiones.	20 min
3	Clase	Exposición de las conclusiones/solución al problema	30 min

5.4.3. Materiales y recursos utilizados

Se proporcionará el siguiente material impreso:

Grupo 1: variación de las tasas de infarto entre comunidades

EL PAÍS SOCIEDAD SUSCRÍBETE

La mortalidad por infarto varía un 50% entre comunidades

Los cardiólogos culpan de la diferencia a la organización de los servicios

EMILIO DE BENITO

Madrid - 25 JUN 2014 - 19:51 CEST

Un 9,57% de las personas que llegan a un hospital tras sufrir un infarto en la Comunidad Valenciana fallece; en Navarra, lo hace el 6,06%. Esta diferencia de más de un 50% ha sido puesta de manifiesto en un trabajo que presentó ayer la Sociedad Española de Cardiología (SEC) en Madrid. Este es solo uno de los indicadores —quizá el más llamativo— de una situación que se repite en los distintos indicadores que han medido. Por ejemplo, Andalucía tiene cuatro veces más reingresos después de un infarto que Navarra; Aragón multiplica por cuatro la mortalidad después de una angioplastia de La Rioja, o Murcia cuadruplica la mortalidad después de un *by-pass* de Extremadura, por poner solo unos casos.

La #FeliZiudad no se encuentra se construye.

Figura 7. Incidencia del infarto según comunidades. Fuente: El País

Leer atentamente la noticia (disponible en:

https://elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403711238_259098.html)

y resuelve las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Cuál es el problema del titular de la noticia?
- 2) ¿A qué se está refiriendo con el porcentaje del 50% y cómo lo calcula? Haz tus propios cálculos y da el resultado con dos cifras decimales.
- 3) ¿Por qué pueden darse estas diferencias entre Comunidades Autónomas?

Grupo 2. Descenso interanual de la compraventa de viviendas

The image shows a screenshot of a news article from the website 'laverdad.es'. The article is titled 'La compraventa de viviendas registra una caída interanual del 85%' (Real estate sales register a 85% year-over-year decline). The text below the title states: 'El número de operaciones inmobiliarias en la Región, a pesar del fuerte descenso, sigue por encima de la media nacional' (The number of real estate operations in the Region, despite the sharp decline, remains above the national average). The article is dated 18.03.09 and is by J. MOLLEJO. Below the text is a photograph of a real estate salon with people at a table. The caption reads: 'Uno de los del pasado Salón Inmobiliario de la Región de Murcia. / V. VICÉNS/AGM'. The website's navigation bar includes 'Portada', 'Local', 'Deportes', 'Más Actualidad', 'Multimedia', 'Ocio', 'Participación', and 'Servicios'.

Figura 8. Caída interanual de compraventas

Fuente: diario La Verdad (de www.malaprensa.com)

Leer atentamente la noticia proporcionada (disponible en:

<https://www.laverdad.es/murcia/20090318/region/compraventa-viviendas-registra-caida-20090318.html>)

Resolver y debatid las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Por qué es erróneo el titular? Calcula el porcentaje real de caída interanual
- 2) Intenta obtener el 85% del que habla la noticia. ¿Cómo crees se calcula en la noticia?

- 3) Si la compraventa hubiera registrado un descenso del 100%, ¿qué nos estaría diciendo la noticia? ¿Y si hubiera registrado un aumento del 100%?
- 4) ¿Qué consecuencias podría tener la noticia en el precio de la vivienda?

Grupo 3. Descenso poblacional en Zamora

En la siguiente noticia se afirma que uno de cada 10 vecinos abandona cada año la localidad de Toro (Zamora):



Figura 9. Noticia de actualidad de Zamora.

Fuente: El Confidencial (de www.malaprensa.com)

Leed la noticia proporcionada (disponible en: https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-04-01/gigante-chino-materiales-construccion-cnbm_1912866/) y a continuación resolved y debatid las siguientes cuestiones:

- 1) Según esa información, ¿en cuántos años descendería la población de la localidad citada a la mitad?
- 2) ¿Creéis que estas cifras son realistas?

3) ¿Por qué se da la despoblación? ¿Afecta la despoblación a nuestro entorno?

5.5. Bloque geometría. Unidad didáctica 9. Cuerpos geométricos.

En este bloque se trabajará sobre situaciones reales y reproducibles en el aula que tienen que ver con “engaños” o “ilusiones”. Se ha programado la realización de dos sesiones en el aula. En la primera se realizará la práctica del truco del chocolate infinito y será la primera sesión del tema, con el objeto de despertar la curiosidad por la unidad didáctica “Cuerpos geométricos” y en la segunda se trabajará en clase la anamorfosis y tendrá lugar en la última sesión de dicha unidad didáctica.

5.5.1. Objetivos específicos

- Activar el interés por la geometría mediante la presentación de situaciones cotidianas en las que el cerebro puede verse engañado por la aparente geometría de los objetos visualizados.
- Mostrar la técnica de la anamorfosis, utilizada pictóricamente durante siglos. Introducción a la parte histórica.
- Presentar la geometría como parte indispensable de la expresión artística, profundizando con la competencia curricular de *conciencia y expresiones culturales*.
- Experimentación en el aula y trabajo con objetos reales para complementar una mejor visualización espacial del problema

5.5.2. Descripción de su aplicación

Sesión 1. El truco del Chocolate infinito

Para el juego de la tableta de chocolate se explicará mediante un vídeo su funcionamiento y a continuación se hará un esquema de cómo cortar la tableta en la pizarra. Después se proporcionará una tableta de chocolate idéntica a cada grupo formado previamente, para su puesta en práctica. Cada grupo deberá dar una explicación coherente a la experiencia realizada.

Para acabar la sesión con buen humor, las tabletas de chocolate serán compartidas entre todos.

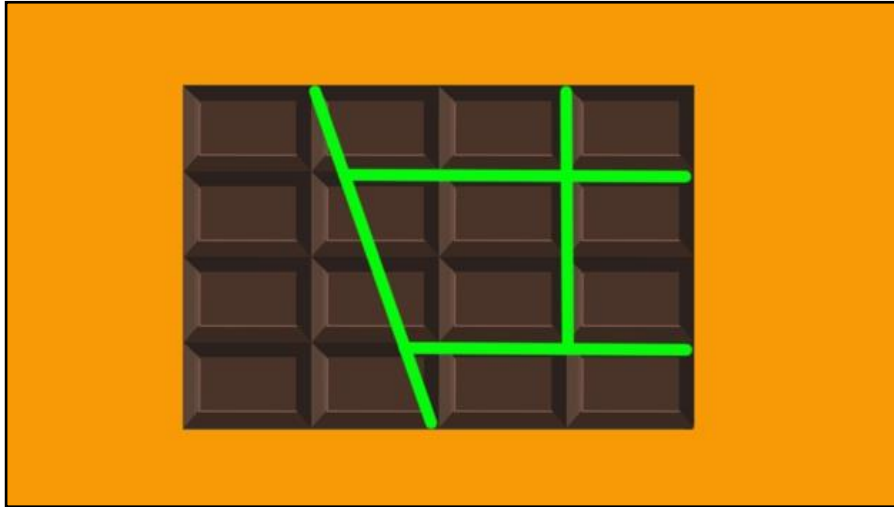


Figura 10. Chocolate infinito. Fuente: BBC Mundo

Sesión 2. Anamorfosis

Tras dividir la clase en 4 grupos, cada grupo elegirá uno de los anamorfismos expuestos en el anexo 3, donde también se pueden ver las instrucciones y materiales:

La idea deberá ser comunicada previamente al profesor para estudiar la viabilidad.



Figura 11. Anamorfosis en la Casa de las Ciencias de Logroño (<http://domingo-garcia.com/archivos/15>)

5.5.3. Temporalización

Se realizarán dos sesiones, siendo la primera para el juego de la tableta de chocolate infinita o paradoja del cuadrado perdido (que ha sido viral en redes sociales) y la segunda para trabajar la anamorfosis. Ambas sesiones no tienen por qué ser consecutivas.

Sesión	Lugar	Actividad	Duración
1	Clase	Establecimiento de los grupos-base (heterogéneos y máximo 6 personas) y de los criterios de evaluación. Aclaración de dudas.	15 min
1	Clase	Explicación en pizarra y video de los pasos a realizar y aclaración de preguntas	10 min
1	Clase	A cada grupo se le facilitará una tableta de chocolate previamente partida por el profesor. Se trabajará según la metodología de este trabajo: <ul style="list-style-type: none">- Aclarar conceptos y términos- Definir el problema entre todos los miembros<ul style="list-style-type: none">- Lluvia de ideas- Resumen y organización de las explicaciones- Conclusión final que cada grupo comunicará al profesor	25 min
2	Casa	Actividad para casa individual: búsqueda en internet de un ejemplo de anamorfosis para realizar en grupo. Información en : http://www.grupoalquerque.es/ferias/2013/archivos/c_anamorfosis/anamorfosis-y-anamorfismos.pdf	
2	Clase	Realización de la actividad grupal de anamorfosis	40 min
2	Clase	Exposición de la actividad realizada	15 min

5.5.4. Materiales y recursos utilizados

Para el truco del chocolate infinito o paradoja del cuadrado perdido:

- Una tableta de chocolate y un cuchillo por grupo
- Proyector y ordenador de aula

Para los anamorfismos: dependiendo de la actividad a realizar escogida (ver anexo 3).

5.6. Bloque funciones. Unidad didáctica 11. Funciones

En este bloque se pondrán en marcha dos actividades. En la primera se quiere poner la atención en la publicidad y en la exigencia del sentido crítico como consumidores. En este caso se utilizará un ejemplo de aplicación para móvil.

La segunda actividad será realizada en casa y el objetivo es que se conozca la práctica manipulativa con distintos tipos de gráficos en el ámbito de los medios de comunicación.

5.6.1. Objetivos específicos

- Ver la presencia de función lineal en distintas situaciones e informaciones cotidianas.
- Desarrollo del pensamiento crítico desde el punto de vista del consumidor. Entendimiento de los intereses de los creadores de aplicaciones.
- Promover el escepticismo mediante el entendimiento de los mecanismos y herramientas utilizadas por la publicidad.
- Búsqueda de datos e información en internet con sentido crítico.
- Relacionar las gráficas utilizadas en los medios con el contenido de la unidad didáctica y conocer distintas maneras en las que se puede manipular una gráfica.

5.6.2. Descripción de su aplicación

Sesión 1. Dinero gratis con la aplicación “Sweatcoins”

Esta sesión tendrá lugar en el aula de ordenadores. Se pedirá a los alumnos que entren individualmente en la página web de la aplicación sweatcoins: <https://play.google.com/store/apps/details?id=in.sweatco.app&hl=es> para que busquen qué ventajas y premios nos ofrece dicha aplicación, ya que según dicha aplicación, “te paga por ponerte en forma.



Figura 12. Eslogan de la aplicación Sweatcoin

La aplicación muestra un listado de los puntos que se obtienen según la distancia recorrida y varias condiciones a tener en cuenta para sumar los puntos. Los alumnos deberán leer la información, comprender el funcionamiento y anotar toda la información que consideren significativa.

Sesión 2. Dinero gratis con la aplicación “Sweatcoins”

En esta segunda sesión se dispondrán los grupos (formados de igual manera que en las actividades de pensamiento crítico realizadas con anterioridad) y se pedirá la resolución de las siguientes cuestiones:

- 1) Representad dos gráficas: una primera que relaciona los pasos dados con el “dinero ganado” y otra que vincule los sweatcoins acumulados con el tiempo.
- 2) ¿Cuántos sweatcoins tendremos al cabo de 5 años? ¿Cuántos días necesitaremos caminar para ganar el *i-phone*?
- 3) ¿Qué beneficio nos supone como consumidores la instalación de esta aplicación?
- 4) ¿Qué beneficio supone para el creador de la aplicación?
- 5) Obtener conclusiones y ponerlas en común entre los distintos grupos

Se seguirá la metodología del ABP, al igual que en las otras actividades de pensamiento crítico realizadas anteriormente.

Actividad para casa. Gráficas manipuladas

Se pedirá individualmente la búsqueda en la página web del profesor de un ejemplo de gráfica manipulada o mal expresada y la entrega de un análisis

crítico de la misma con una extensión no superior a un folio donde se haga un análisis de los motivos para dicha manipulación.

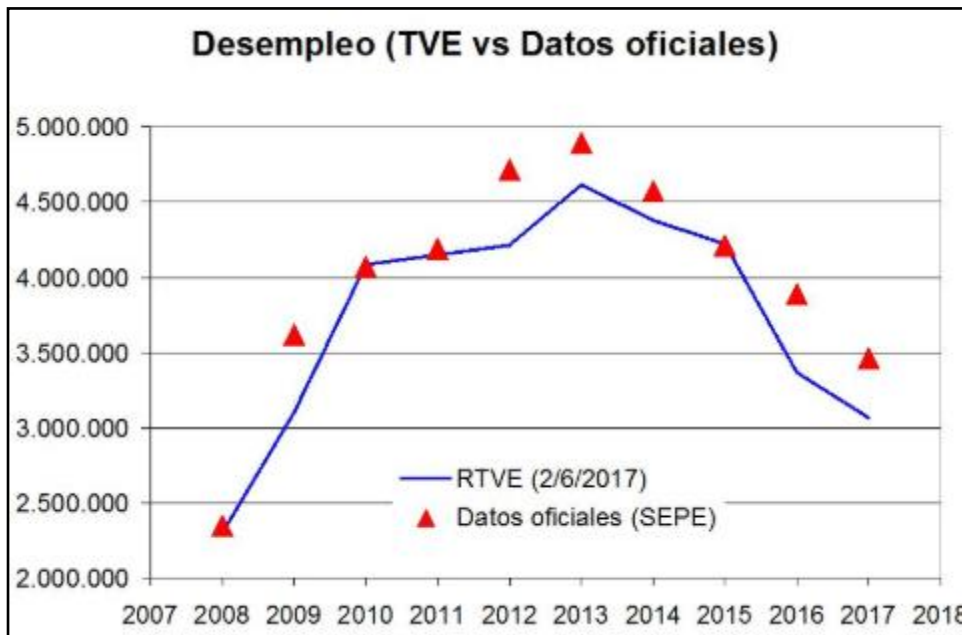


Figura 13. Gráfica manipulada (fuente: naukas.com)

5.6.3. Temporalización

Se realizarán dos sesiones, teniendo lugar la primera en el aula de informática, donde se estudiará el caso de la aplicación “Sweatcoins”, la cual promete pagar por “ponerte en forma”. La actividad sobre la manipulación de gráficas será realizada en casa.

Sesión	Lugar	Actividad	Duración
1	Aula Inf.	Traslado al aula de informática y explicación de la actividad "sweatcoins"	25 min
1	Aula Inf.	Búsqueda de información individualmente basándose en la página proporcionada.	25 min
2	Clase	Formación de grupos para la resolución de las cuestiones planteadas <ul style="list-style-type: none"> - Aclarar conceptos y términos - Definir el problema entre todos los miembros - Lluvia de ideas - Resumen y organización de las explicaciones - Conclusión final que cada grupo comunicará al profesor 	25 min
2	Clase	Exposición de la actividad realizada	25 min
	Casa	Búsqueda individual en la página web del profesor de un ejemplo de gráfica manipulada o mal expresada y análisis de la misma.	60 min

5.6.4. Materiales y recursos utilizados

- Aula de informática del centro
- Proyector y ordenador de aula
- Página web del profesor disponible para los alumnos.

5.7. Bloque estadística y probabilidad. Unidades didácticas 13 y 14. Estadística y probabilidad.

En el último bloque del curso, se realizarán tres actividades. En la primera se hará trabajo grupal sobre un problema con falacias y errores estadísticos creado por el profesor e inspirado en informaciones reales que tienen que ver con La Rioja.

La segunda actividad será la exposición por el profesor de algunos errores estadísticos encontrados en redes sociales como Twitter con el fin de activar el sentido crítico ante las redes sociales.

Por último, y dentro de la unidad didáctica de probabilidad, se introducirá a la clase el concepto de anumerismo, se explicarán sus consecuencias y se

mostrarán ejemplos cotidianos en los que la probabilidad que contradice a la intuición.

5.7.1. Objetivos específicos

- Dar a conocer la continua presencia de conceptos estadísticos en los medios de comunicación.
- Observar los principales errores que se comenten en los medios de comunicación y redes sociales prensa con relación a la estadística.
- Relacionar el punto anterior con los conceptos contenidos en la unidad didáctica como media, moda, mediana, tamaño poblacional y porcentajes absolutos y relativos.
- Despertar el escepticismo de los alumnos para con sentido crítico, evaluar correctamente las informaciones estadísticas relacionadas con La Rioja.
- Enseñar que en ocasiones, la percepción que tenemos intuitivamente de probabilidad, no es acertada.
- Aprendizaje del concepto de pseudociencia y de su influencia en la sociedad.

5.7.2. Descripción de su aplicación

Sesión 1. La Rioja y el maltrato estadístico

En esta sesión se proporcionará un problema a cada grupo, basado en informaciones estadísticas reales que tienen que ver con La Rioja. El problema proporcionado contendrá información estadística deficiente, que tratará de ser analizada por los alumnos. Este tipo de informaciones se suelen dar con relativa frecuencia con respecto a nuestra comunidad autónoma.

Durante la resolución del problema, se apoyará a los grupos. Al final de la clase, se explicará la importancia del tamaño muestral para hacer un trabajo estadístico y también se hablará de la falacia de los números absolutos y por qué La Rioja destaca por ser última en muchas informaciones.

Se proporcionará la siguiente noticia (disponible en:

<https://www.larioja.com/la-rioja/201411/01/gasto-comida-rapida-rioja-20141101173434.html>)



Figura 14. Gasto en comida rápida (fuente: diario La Rioja)

Por otro lado, se facilitará una tabla con los porcentajes de personas que dicen visitar habitualmente locales de comida rápida en La Rioja, Madrid y España durante estos últimos años:

	2015	2016	2017
La Rioja	8,6	15,6	12,2
Madrid	22,4	23,5	23,8
España	19,4	19,7	20,3

Tabla 4 Elaboración propia (datos figurados)

Se deberán resolver las siguientes cuestiones:

- 1) ¿Por qué el gasto en comida rápida en La Rioja es el más bajo de España?
- 2) Según la tabla, ¿Cómo es la evolución del dato de La Rioja comparado con los datos de Madrid y de España?
- 3) Proponed explicaciones a la evolución del dato de La Rioja. ¿Cuál podría ser el problema?

La resolución del problema será comunicada por cada grupo al profesor según vayan acabando.

Sesión 2. Exposición de errores estadísticos de Twitter/redes/prensa

La sesión será al día siguiente y tendrá lugar en el aula habitual. Durante la primera mitad de la clase se proyectarán y comentarán varios ejemplos de redes sociales contenidos en la página web del profesor, con la participación activa de toda la clase.



Figura 15. Tweet de Donald Trump Jr. Confundiendo media y mediana

Sesión 3. Anumerismo y pseudociencias

Tendrá lugar durante la unidad didáctica de probabilidad y se verán algunos ejemplos en los que se hablará del anumerismo y se expondrán varios casos reales relacionados con la probabilidad, en los que los números contradicen a la intuición (ver anexo 4). En la segunda parte de la clase, se hablará de las pseudociencias, intentando mantener un debate. Se pedirá una actividad para casa donde se aprenda qué es una pseudociencia, cuáles son las que están oficialmente catalogadas como tal y cual es la posición del alumno respecto a las mismas.

5.7.3. Temporalización

Se ha estimado una duración de tres sesiones para este último bloque:

Sesión	Lugar	Actividad	Duración
1	Clase	Explicación de la actividad de La Rioja y las estadísticas y formación de grupos	15 min
1	Clase	Trabajo en equipo y resolución del problema de igual manera que en las actividades anteriores.	40 min
2	Clase	Revisión de varios ejemplos de errores estadísticos en redes sociales y prensa.	25 min
3	Clase	Explicar qué es el anumerismo y ejemplos de Matemáticas contraintuitivas. Hablar de las pseudociencias. Debate.	25 min
	Casa	Actividad individual sobre las pseudociencias	60 min

5.7.4. *Materiales y recursos utilizados*

- Aula de informática del centro
- Proyector y ordenador de aula
- Página web del profesor disponible para los alumnos

5.8. Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación serán comunes para todos los bloques de pensamiento crítico. Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones generales:

1. Se integrarán los criterios para cada bloque descritos en Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

2. Se observará la participación de los estudiantes durante el desarrollo de la actividad así como la correcta aplicación de los pasos del aprendizaje basado en problemas.

3. Se examinará la comprensión de los conceptos expuestos durante las actividades de pensamiento crítico. Para ello se indagará y se preguntarán los porqués en las cuestiones que sean de más difícil comprensión.

4. Se valorará la correcta resolución grupal de los problemas expuestos.

5. Se valorará la realización de las actividades individuales (solamente en los bloques de pensamiento crítico donde se han propuesto).

Método de evaluación

Se ha establecido un peso del 25% sobre la calificación final de la unidad didáctica. La evaluación final de las actividades de pensamiento crítico y escéptico será guiada por la siguiente rúbrica que se aplicará a cada alumno, teniendo en cuenta tanto el trabajo individual como el grupal:

ASPECTOS A EVALUAR	VALOR	Desempeño: 100- 75- 50- 25%	Calificación	Calificación final
Respetar las normas y comprometerse con el aprendizaje del grupo	4			
Participación individual en las clases y ejercicio individual (si lo hubiera) demostrando habilidades de pensamiento crítico	3			
El grupo resuelve y argumenta los problemas propuestos según la metodología ABP	3			

Tabla. Rúbrica para evaluar las actividades de pensamiento crítico

En cuanto a la evaluación de la aceptación de la actividad, se observará la actitud del alumnado y se tendrán en cuenta las sugerencias para mejorar las sesiones.

6. DISCUSIÓN

Tras el estudio de distintos trabajos bibliográficos y del contexto actual como “Era de la Información”, considero que existe un respaldo teórico y pedagógico al objetivo fundamental de este trabajo, que es el de formar pensadores críticos mediante la práctica con problemas basados en informaciones reales aunque se detectan también posibles limitaciones.

En la siguiente tabla se ha hecho un resumen de los aspectos que se han considerado o que se tendrá en cuenta para este proyecto de innovación educativa:

	Aspectos a considerar
Antes de la implementación	<ol style="list-style-type: none">1. El problema y los objetivos están bien definidos2. Soporte teórico adecuado3. Conocemos las necesidades previas4. Conocemos las consecuencias
Durante el proyecto	<ol style="list-style-type: none">1. Estamos siguiendo el diseño proyectado2. Tiene buena aceptación3. Hay buen clima durante la clase4. Los estudiantes se involucran y realizan las tareas
Tras la implantación	<ol style="list-style-type: none">1. El centro adopta esta mejora y la integra dentro de su Proyecto Educativo2. La página web creada se mantiene activa y se difunde a otros centros educativos.3. Opinión positiva sobre el esfuerzo realizado.

Tabla 6. Aspectos a considerar para la implantación del proyecto educativo

Los aspectos previos a considerar, han sido objeto de este trabajo y podemos afirmar que hay soporte y justificación para todos ellos. Los restantes aspectos deberán ser comprobados durante la puesta en práctica y tras la implantación.

Entre las fortalezas detectadas en este trabajo, se pueden describir las siguientes:

- Socialmente necesario: dadas las circunstancias expuestas en el estado de la cuestión, existen pocas dudas sobre los beneficios de la puesta en marcha de esta propuesta.

- Motivador y cohesionador del grupo de alumnos por su interés, actualidad y metodología de trabajo.
- Competencial: se incluyen todas las competencias que se plantean en el Real Decreto 1105/2014.
- Trasversal: Incluye elementos de otras materias del conocimiento.
- Potenciador de la calidad educativa del centro: aportaría una visión de centro avanzada en cuanto a la absoluta actualidad de la cuestión planteada en este trabajo.

Y estas serían los puntos críticos tener en cuenta:

- Planificación: en este proyecto de innovación se plantean las sesiones como vinculadas a las unidades didácticas. Si se observasen dificultades de agenda, se podrían plantear al final de curso o incluso en tutorías.
- Dimensionamiento de las actividades. Es la puesta en marcha de las mismas lo que dirá el nivel de adecuación del tiempo de las mismas.
- Carga de trabajo de la metodología ABP: es uno de los problemas mencionados en trabajos de investigación junto al rechazo inicial la nueva metodología. En este trabajo se ha intentado no generar tarea extra para casa en el diseño de los problemas para el ABP.
- Falta de interés por el centro educativo o por otros docentes en incorporar la mejora.
- Mala aceptación o clima negativo en clase: el trabajo del profesor como facilitador es fundamental para revertir o manejar esta situación.
- Escasa madurez. El motivo de la elección del curso de tercero de ESO es que este nivel ya se adecúa al objeto de este proyecto, dado el estadio de madurez neurobiológica de los adolescentes en cuanto a la adquisición de las “operaciones formales”.

7. CONCLUSIONES

De la realización de este trabajo se deducen dos áreas distintas de donde fundamentalmente se pueden extraer conclusiones: la curricular o académica y la del bien común.

La LOMCE propone en su primer párrafo que el aprendizaje debe ir dirigido a la formación de “personas críticas”, con pensamiento propio. Un concepto parecido es utilizado más adelante, aún en el preámbulo, proponiendo la adquisición desde tempranas edades de “competencias transversales como el pensamiento crítico”.

Dicho lo anterior, parece no haber una correspondencia entre la voluntad expresada en la ley y la plasmación en el currículo de Matemáticas de la denominada “competencia transversal” del pensamiento crítico. Véase como ejemplo que entre los contenidos del currículo de la asignatura, sólo se menciona este concepto en 4º de Matemáticas aplicadas de Educación Secundaria Obligatoria, dentro del bloque de estadística.

Una de las virtudes más interesantes que se ha observado de la simbiosis entre la aplicación del ABP y el desarrollo del pensamiento crítico, es la transversalidad del proceso de aprendizaje, tenida en cuenta desde dos puntos de vista: el de las competencias clave (ver anexo 5) y el del aprendizaje de distintas materias como la lengua, las ciencias sociales, la filosofía o el arte. Así, esta unión entre lo instructivo-competencial y lo académico, hace que la valoración de este trabajo sea realmente positiva para su puesta en marcha en el aula de Matemáticas.

En cuanto al escepticismo, no sorprende, tras lo observado en los párrafos anteriores, el hecho de que sólo sea mencionado en los bloques del currículo de la asignatura de filosofía a pesar de la clara relación entre razonamiento científico y escepticismo. Sin embargo, parece que deberíamos diferenciar entre educación científica y la adquisición del escepticismo científico. Es decir, que el hecho de estar recibiendo formación de la rama de ciencias podría no corresponderse con un mayor aprendizaje en dicho escepticismo científico. Además, distintos estudios afirman que el pensamiento crítico no es una

habilidad natural para todas las personas. Es decir, el pensamiento crítico y el escepticismo, en muchos casos, se aprende.

En cuanto al Plan de Acción contra la Desinformación de la Unión Europea visto en este trabajo, se observan medidas técnicas y positivas a corto plazo, pero sería muy ventajoso que la Comisión Europea trabajase sin demora en recomendaciones en el ámbito educativo. No se ha encontrado información relevante en internet en este sentido.

Por otro lado, la vorágine tecnológica en la que se encuentra actualmente la humanidad ha hecho que pasemos de un mundo que basaba su progreso económico en la actividad industrial a otro, en la que la información y el conocimiento son el principal valor de la economía global. Y por idéntico motivo, la principal amenaza a la que se enfrenta la sociedad ya no es tangible sino que tiene forma de desinformación, dispuesta en un tweet, en un mensaje de mensajería instantánea, en publicidad engañosa o en un artículo de prensa.

Ya existe una corriente de opinión que está alertando sobre las vertiginosas mejoras que se están produciendo en la capacidad de manipulación del cerebro humano, es decir, de nuestro libre albedrío. La confluencia de los avances en Big Data, Inteligencia Artificial y conocimiento neuro-biológico, está progresando con el fin de que cada individuo reciba información personalizada y adaptada no solo a sus necesidades materiales, sino también a sus opiniones y creencias, para de este modo poder influir en sus decisiones como ciudadano. Podríamos estar asistiendo actualmente a las primeras repercusiones de este nuevo paradigma. Y es que de la misma manera que en este Máster se nos ha enseñado que el aprendizaje está ligado a la emoción, el creer y transmitir una información lo está igualmente, anteponiéndose en muchas ocasiones al raciocinio. Así, se impone lo que queremos creer sobre lo que debemos o no creer, es decir, sobre la verdad.

Como resultado de este trabajo, se ha decidido crear una página web o blog como modo de almacenar las actividades y que estén disponibles para los distintos cursos. Este blog se irá actualizando continuamente con contenidos para ser trabajados en clase.

En cualquier caso, este es un modesto proyecto de innovación de una pequeña universidad, pero de él, se puede extraer la extraordinaria

responsabilidad ciudadana que conllevan los rápidos cambios tecnológicos y sociales que llegan incesantemente. Voces importantes como la de Robert Ennis –uno de los más importantes filósofos del pensamiento crítico- reclama la incorporación de esta competencia como asignatura dentro del currículo. Y creo que ésta es también la conclusión más importante que se desprende de este trabajo. El pensamiento crítico debería estar presente o como materia o mediante un peso mucho más importante en los contenidos curriculares de nuestro país.

Por último, tal y como señala Matthew d'Ancona, periodista y prestigioso autor de distintas obras sobre la posverdad, buscar la verdad en la vida pública es hoy más que nunca una responsabilidad ciudadana.



Figura 16. Iker Jiménez y la línea recta entre dos puntos.

Fuente: Twitter

8. REFERENCIAS

- Aguilar, M., Navarro, J. I., López J. M., Alcalde, C. (2002), Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos, *Psicothema*, vol. 14, núm. 2, pp. 382-386.
- Alzate, E. J., Montes, J. W., Escobar, R. M. (2013). Diseño de actividades mediante la metodología ABP para la Enseñanza de la Matemática. *Scientia et Technica*, vol 18. (3). pp. 542-548.
- Artillo, M., Cañestro, C., Cano, R., Martín, J. Anamorfosis y anamorfismos. Recuperado de http://www.grupoalquerque.es/ferias/2013/archivos/c_anamorfosis/anamorfosis-y-anamorfismos.pdf
- Aznar, F. (2018). El mundo de la posverdad. *Cuadernos de estrategia*, 197. pp 21-82.
- Blaskiewicz, R. (2015). *Magic in the Classroom*. Recuperado de <https://web.randi.org/uploads/3/7/3/7/37377621/magicinthe classroom.pdf>
- Centro de investigaciones sociológicas (CIS). (2018). Estudio nº3205. Barómetro de febrero 2018, recuperado de: http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14383
- Delors, J (1996). Los cuatro pilares de la educación. *La educación encierra un tesoro*. Editorial Santillana.
- Ennis, R. (2016). Critical thinking across the curriculum: a visión. *Springer*. Doi 10.1007/s11245-016-9401-4
- Espíndola, J. L. (1996). Métodos para fomentar el pensamiento crítico. *Reingeniería Educativa*. México. ANUIES. Recuperado de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/ CPP-DC-Espindola-Metodos-para-fomentar.pdf>
- Facione, P. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment. Recuperado desde <https://www.insightassessment.com/>.
- Fowler, B. (2004). Critical thinking definitions. Retrieved June 2, 2009, recuperado desde: <http://mcckc.edu/longview/CTAC/definitions.htm>
- González, C., Martín, P., Souza, M., Martín, N., López, S. (2016). Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los

- estudiantes de Enfermería. *Fundación Educación Médica*, 19 (1), 47-53, recuperado desde <http://scielo.isciii.es/pdf/fem/v19n1/original5.pdf>
- González, J. A. (2017). El hombre anumérico (y la mujer también). *Revista Ciencia*, 68 (3), pp. 68-73. Recuperado de: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/68_3_hombre_anumerico.pdf
- Johnson, R. M., "Is knowledge of science associated with higher skepticism of pseudoscientific claims?" (2003). University of Tennessee Honors Thesis Projects. Recuperado desde: https://trace.tennessee.edu/utk_chanhonoproj/659
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de mayo de 2013, núm. 295.
- Lilienfeld, S. (2017). Teaching Skepticism: How Early Can We Begin? *Skeptical Inquirer*, 41, 5. Recuperado desde https://skepticalinquirer.org/2017/09/teaching_skepticism_how_early_can_we_begin/?%2Fsi%2Fshow%2Fteaching_skepticism_how_early_can_we_begin
- López, G. (2013). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación*, 22, 41-60.
- McCauley, R. (2018). The Naturalness of Religion and the Unnaturalness of Science. Recuperado desde <https://pdfs.semanticscholar.org/4c97/0ccf565d5f5fe561f4cfb48a60a415e5c015.pdf>
- Núñez, S., Ávila, J. E., Olivarez, S. L. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista iberoamericana de educación superior*, 8 (23), 84-103. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ries/v8n23/2007-2872-ries-8-23-00084.pdf>
- Olivares, S. L. y López, M. V. (2017). Validación de un instrumento para evaluar la autopercepción del pensamiento crítico en estudiantes de Medicina. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(2), 67-77. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.2.848>

- Ossa, C., Palma, M., Lagos, N., Díaz, C. (2018). Evaluación del pensamiento crítico y científico en estudiantes de pedagogía de una universidad chilena. *Revista electrónica Educare*, 22, 2. Recuperado desde:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1941/194156028012/html/index.html>
- Paulos, J. A. El hombre anumérico: el analfabetismo matemático y sus consecuencias. Barcelona. Tusquets, 2007
- Piaget, J. (1946). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Editorial Crítica
- Programa desconect@. <https://www.programadesconecta.com/es/>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 03 de enero de 2015.
- Saiz, C., Rivas, S.F. (2012, en prensa). Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas. *Revista de Docencia Universitaria*, 10. Recuperado desde <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/pcriticoabp.pdf>
- Unión Europea (2018), Plan de lucha contra la desinformación. Recuperado desde:
<https://www.dsn.gob.es/es/actualidad/sala-prensa/uni%C3%B3n-europea-plan-lucha-contra-desinformaci%C3%B3n>
- Vizcarro, C. and Juarez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? En: *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas*. [online] Murcia. Recuperado desde:
http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf [Accessed 6 Jun. 2019].
- Walker, R., et al. (2002). "Science education is no guarantee of skepticism." *Skeptic* [Altadena, CA], 9, (3). Recuperado desde <https://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA91803905&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=10639330&p=AONE&sw=W>

9. ANEXOS

Anexo 1. Atributos del pensador crítico de acuerdo con los elementos teóricos de los autores más importantes.

Elementos del pensamiento crítico (Facione, 1990)	Características del pensador crítico (Norris y Ennis, 1989)	Disposición al pensamiento crítico (Facione, 2011)	Disposición al pensamiento crítico (Paul y Elder, 2006)
1) Interpretación: búsqueda en diversas fuentes de información	Usa fuentes de información y las cita; trata de estar bien informado	Búsqueda continua de información; honestidad para establecer los propios prejuicios y tendencias egoístas	Humildad intelectual: distingue lo que sabe de lo que no sabe
1) Interpretación: perseverancia en el manejo de alternativas	Busca alternativas	Curiosidad ante una amplia gama de cuestiones	Perseverancia intelectual: aprenden a trabajar a pesar de las frustraciones
2) Análisis: confianza y estructura en la investigación	Busca razones; considera la situación total; ordena la complejidad de las partes; no pierde de vista el enfoque de los puntos relevantes y originales	Confianza y motivación hacia los procesos de investigación	Confianza en la razón: uso de las facultades racionales
3) Evaluación: flexibilidad y apertura	Razona sobre puntos en los que tiene desacuerdo; es sensible a los sentimientos	Flexibilidad para considerar alternativas y opiniones	Empatía: da entrada empática a los puntos de vista que difieren de los propios
3) Evaluación: justicia	No aplica	Justicia para evaluar el razonamiento	Justicia de pensamiento
4) Inferencia: considera todas las opciones	Tiene apertura para: considerar otros puntos de vista aunque esté en desacuerdo con los mismos	Mentalidad abierta sobre visiones divergentes	Integridad intelectual: se sujeta a los mismos estándares que el resto
4) Inferencia: puede cambiar de opinión	Toma una posición y la cambia cuando la evidencia es suficiente	Es prudente para suspender, hacer o alterar sus propios juicios	No aplica
5) Explicación: decisión para establecer postura	No aplica	No aplica	Coraje intelectual: dispuesto a desafiar la desaprobación del grupo
6) Autorregulación: dueño de su realidad	No aplica	Autoconfianza en sus capacidades de razonamiento	Autonomía intelectual: es responsable de su forma de pensar, creencias y valores

Fuente: Olivares, S. L. y López, M. V. (2017). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*

Anexo 2. Kit de detección de falacias. Karl Sagan, 1995

1. Siempre que sea posible, debe existir confirmación independiente de los “hechos”.

2. Fomenta el debate sustantivo acerca de la evidencia con participantes enterados provenientes de todos los puntos de vista.

3. Los argumentos de autoridad tienen poco peso —las “autoridades” se han equivocado antes, y volverán a hacerlo en el futuro. Tal vez la mejor manera de decir esto sea que en la ciencia no existen autoridades; a lo mucho, hay expertos.

4. Considera más de una hipótesis. Si hay algo que necesite explicarse, piensa en todas las diferentes formas en que podría ser explicado. Luego piensa en pruebas por las que podrías refutar sistemáticamente cada una de las alternativas.

5. Trata de no apegarte mucho a ninguna hipótesis sólo porque es tuya. Es sólo una estación en la búsqueda del conocimiento. Pregúntate por qué te gusta tu idea. Compárala con otras alternativas con justicia. Ve si puedes hallar razones para rechazarla. Si tú no lo haces, otros lo harán.

6. Si lo que sea que estás explicando tiene alguna [unidad de] medida, alguna cantidad numérica adjunta a ello, serás mucho más capaz de discriminar entre muchas hipótesis en pugna. Lo vago y cualitativo está abierto a muchas explicaciones.

7. Si hay una cadena argumentativa, cada uno de los eslabones de la cadena debe funcionar (incluyendo la premisa) —no basta con la mayoría.

8. La navaja de Occam. Esta conveniente regla empírica nos indica que cuando tengamos dos hipótesis que explican igualmente bien una información, elijamos la más simple. Siempre pregúntate si la hipótesis puede ser, al menos en principio, falsa... Debes ser capaz de demostrar tus aseveraciones. Los escépticos inveterados deben de tener la oportunidad de seguir tus razonamientos, duplicar tus experimentos y ver si llegan al mismo resultado.

Anexo 3. Anamorfismos para el trabajo del bloque de Geometría.

Fuente:

http://www.grupoalquerque.es/ferias/2013/archivos/c_anamorfosis/anamorfosis-y-anamorfismos.pdf

1. Anamorfismo Cónico

Este anamorfismo consiste en conseguir que una imagen a la cual se le ha aplicado un anamorfismo sea vista como es en realidad colocando un cono en medio, con unas medidas exactas, de tal manera que al mirarlo desde arriba se vea el reflejo de la imagen tal y como es en realidad.

Los materiales utilizados para realizar este anamorfismo han sido:

- Programa de ordenador gratuito Anamorphe me!
- Papel fotográfico A4.
- Cartulina (para realizar el cono).
- Papel de espejo o en su defecto papel de aluminio.
- Fotografía alta calidad.

Los pasos a seguir para realizar este anamorfismo son los siguientes:

- Coger la fotografía y utilizar el programa Anamorphe me! Para realizar el anamorfismo cónico.
- Imprimir la fotografía anamorfoseada en el papel fotográfico.
- Hacer un cono con la cartulina y recubrirlo con papel de espejo o de aluminio. 4 → Para finalizar colocar el cono en medio de la imagen y mirar desde arriba.

Contratiempos:

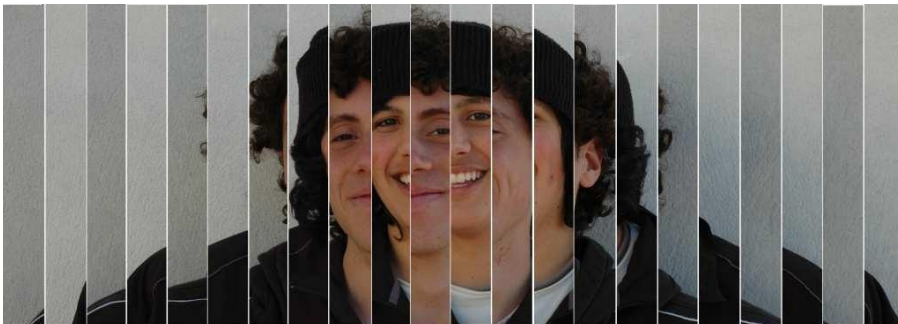
A la hora de hacer el cono nos ha surgido una serie de contratiempos debido a que cogiamos mal las medidas. Igualmente hemos tenido dificultades al recubrirlo de papel de espejo, ya que este no reflejaba la imagen en su totalidad.

Finalmente el anamorfismo cónico a de quedar algo parecido a esto. (Fotografía) nos falta una foto



2. El anamorfismo de las 2 caras

Para realizar este anamorfismo se realizó el mismo proceso que con el de las 3 caras pero con solo dos fotos y en vez de dejar una foto en el fondo solo se veían 2 caras que una se veía por la derecha y otra se veía por la izquierda. Al imprimirlo se doblo el papel fotográfico quedando con la forma adecuada para ver ambas caras desde los distintos ángulos.



3. Anamorfismo cilíndrico

Para realizar este anamorfismo usamos hemos tenido que usar un papel A4, un cilindro de metal y un programa del ordenador para deformar la imagen. Una vez teníamos ya la imagen deformada la imprimimos con su correspondiente circunferencia donde poner el cilindro y reflejándose, así, la imagen original.

Realizar por ordenador el anamorfismo cilíndrico e imprimirlo.



Crear un cilindro con papel espejo de las dimensiones dadas en el dibujo y colocarlo encima de este.



4. Anamorfismo tridimensional.

Este anamorfismo permite crear una ilusión óptica ,ya que se forma una figura de tres dimensiones, donde antes no la había.

Para realizarlo es muy importante dibujar primero los trazados reales, y después, adaptarlos al relieve, de manera que queden idénticamente iguales.

Vista frontal



Vista lateral:



5. Anamorfismo con palabras

Este anamorfismo consiste en visualizar una palabra desde un punto de vista único, es decir, que el mensaje se reconstruya solo desde un punto de vista.

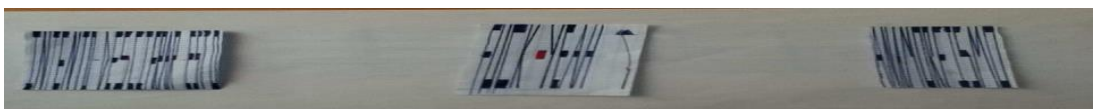
Para ello hay que dibujar las letras de forma comprimida, de tal manera que mirándolo a ras de tierra se pueda leer el mensaje.

Materiales:

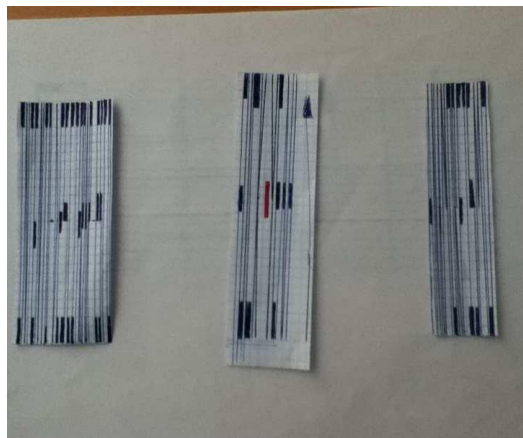
-Bolígrafo o lápiz

-Folios

Simulación de la vista a ras de tierra:



Dibujos originales:



Anexo 4 . Matemáticas que contradicen a la intuición

Cuando los números contradicen a la intuición

El profesor Raúl Ibáñez, profesor de la Universidad del País Vasco y Premio J. M. Saviro de divulgación científica 2010, propone cuatro ejemplos de la vida cotidiana, algunos ya comentados por John Allen Paulos, que demuestran que saber un poco de matemáticas impide que nos dejemos engañar por las falsas apariencias.

- **Coincidencia de cumpleaños.** En ocasiones nos sorprendemos por "coincidencias" que no son extraordinarias. Por ejemplo. En una comida con 25 personas dos cumplen años el mismo día. La probabilidad de que eso suceda puede parecernos bastante baja, ya que hay 366 fechas posibles. Pero no lo es. A partir de 23 personas ya hay un 50% de probabilidades de que dos compartan día de nacimiento. Con 30 personas supera el 70%. Y en una reunión de 70 pueden apostar lo que quieran con garantías de ganar: supera el 99%.

- **Saber y ganar.** El concursante de un programa de televisión se enfrenta a la prueba final, en la que hay tres puertas. Detrás de una de ellas hay un coche, y tras las otras dos, nada. Elige una y el presentador ordena abrir alguna de las otras dos, siempre una sin premio. Entonces, tiente al concursante: "¿Desea cambiar de puerta?". La intuición nos dice que da igual, que tendremos un 50% de probabilidades de acertar. Pero no es así. Si nos quedamos en la misma solo tendremos una probabilidad de 1/3 (33%) de conseguir el premio, igual que al principio. Pero si cambiamos, la probabilidad de obtener el coche será de 2/3: seremos ganadores siempre que nuestra primera opción no fuera la correcta. Y partíamos con un 66% de probabilidades de equivocarnos.

- **Diagnóstico terrible.** Nos hacen una prueba para averiguar si padecemos una grave enfermedad que afecta a una de cada 200 personas. El análisis tiene el 98% de fiabilidad, esto es, falla el 2% de las veces. Damos positivo. ¿Debemos asustarnos? Sí, pero no en exceso. La probabilidad de que padezcamos el mal es del 20%. De cada 10.000 personas, unas 50 tendrán la enfermedad. De ellas, 49 obtendrán un resultado positivo en la prueba y una dará negativo (por el margen de error). En cuanto a la población sana (9.950 personas), 9.751 darán negativo y 199 positivo. Luego la mayoría de las personas diagnosticadas del mal en ese análisis (199 de 248) serán en realidad falsos positivos (80%).

- **¿Es tan improbable?** 30 personas van a una fiesta y dejan su sombrero en un perchero. A la salida, cada una toma uno sin fijarse bien si es el suyo. ¿Qué probabilidad hay de que ninguna acierte? La intuición nos señala que es muy difícil que suceda, pero no lo es tanto. La probabilidad de que ninguno de los asistentes se lleve su sombrero es de alrededor del 37%. Aproximadamente la misma, por cierto, que la de que acierte solo uno.

Fuente: Raúl Ibáñez, Universidad del País Vasco

Anexo 5 . Listado de competencias clave

Instrumentales: 1 Capacidad de análisis y síntesis 2 Capacidad de organización y planificación 3 Comunicación oral y escrita 4 Conocimiento de una lengua extranjera 5 Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio 6 Capacidad de gestión de la información 7 Resolución de problemas 8 Toma de decisiones
Personales: 9 Trabajo en equipo 10 Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinario 11 Trabajo en un contexto internacional 12 Habilidades en las relaciones interpersonales 13 Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad 14 Razonamiento crítico 15 Compromiso ético
Sistémicas: 16 Aprendizaje autónomo 17 Adaptación a nuevas situaciones 18 Creatividad 19 Liderazgo 20 Conocimiento de otras culturas y costumbres 21 Iniciativa y espíritu emprendedor 22 Motivación por la calidad 23 Sensibilidad hacia temas medioambientales
Otras: 24 Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica 25 Uso de internet como medio de comunicación y como fuente de información 26 Experiencia previa 27 Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia 28 Capacidad de entender el lenguaje y propuestas de otros especialistas 29 Ambición profesional 30 Capacidad de autoevaluación 31 Conocimiento de una segunda lengua extranjera 32 Capacidad de negociación

Fuente: Proyecto Tuning (2007).