



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SEGOVIA

GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y EDUCACIÓN INFANTIL TRABAJO FIN DE GRADO

*DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE
LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CC.
EXPERIMENTALES.*



Autora: Sandra Vázquez Cerro

Tutora: Cristina Gil Puente

JULIO 2019

A mi familia por todo el apoyo que me han dado en estos momentos.

A mi profesora por ser mi guía y acompañante en todo este proceso.

A todos y cada uno de vosotros que habéis formado parte de todo esto.

Gracias por estar ahí y dejarme ser como soy.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | **2019**

Los niños tienen que ser enseñados sobre cómo pensar, no qué pensar.

Margaret Mead

RESUMEN

Hoy en día, en nuestra sociedad, recibimos mucha información de carácter científico y tecnológico de una manera constante. Por ello, se pretende que desde el ámbito educativo, se desarrolle en los alumnos un Pensamiento Crítico (PC) adecuado, así como unos conocimientos básicos sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), para que sean capaces de actuar de manera crítica y consciente en todos aquellos asuntos y problemas sociales y tecnocientíficos que les puedan surgir en su vida.

En el presente trabajo, se lleva a cabo una revisión bibliográfica sobre el PC, la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), y sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), ya que será la metodología principal que se emplea en la propuesta de intervención planteada. Dicha propuesta consiste en la elaboración de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA), dirigida a sexto curso de Educación Primaria. En ella se trabaja un tema de carácter científico relacionado con las propiedades de los materiales, en concreto con la tensión superficial.

PALABRAS CLAVE

Pensamiento Crítico (PC), Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), Ciencias Experimentales, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Educación Primaria.

ABSTRACT

Nowadays, in our society, we receive a lot of scientific and technological information in a constant way. Therefore, it is intended that from the educational field, students develop an appropriate Critical Thinking (CT), as well as basic knowledge about the Nature of Science and Technology (NoS&T), so that they are able to act in a critical and conscious in all those social and technoscientific issues and problems that may arise in them life.

In the present work, a bibliographic review is carried out on the CT, the Nature of Science and Technology (NoS&T), and a Project Based Learning (PBL), since it will be the main methodology used in the proposed intervention proposal. Said proposal consists of the elaboration of a Teaching Learning Sequence (TLS), directed to the sixth year o Primary Education. It deals with a scientific issue related to the properties of materials, in particular with surface tension.

KEYWORDS

Critical Thinking (CT), Nature of Science and Technology (NoS&T), Experimental Sciences, Project Bases Learning (PBL), Teaching Learning Sequence (TSL), Primary Education.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
3. JUSTIFICACIÓN	2
3.1 RELEVANCIA DE LA TEMATICA ELEGIDA	2
3.2 VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS PROPIAS DEL TITULO GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA	5
3.3 RELACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS PROPIAS DEL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN PRIMARIA	7
4. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1 EL PENSAMIENTO CRÍTICO	8
4.2 EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL AULA DE CIENCIAS	12
4.2.1 Estrategias didácticas para el desarrollo del Pensamiento Crítico en el aula. 13	
4.2.2 Evaluación del Pensamiento Crítico	16
4.3 LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA	17
4.3.1 Importancia de la NDCyT en el currículo de la educación obligatoria.....	17
4.3.2 Selección de contenidos de la NDCyT para incluir en el currículo de Educación Primaria	20
4.3.3 Enfoques que favorecen la implantación de la NDCyT en el aula de Educación Primaria	22
4.4 ¿POR QUÉ EL PC EN LA ENSEÑANZA DE LA NDCyT?.....	25
4.5 EL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP).....	29
5. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA. LA TENSIÓN SUPERFICIAL... 33	
5.1 JUSTIFICACIÓN	33
5.2 CONTEXTUALIZACIÓN	35

5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA	35
5.4 CONTENIDOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA.....	36
5.5 METODOLOGÍA.....	37
5.6 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	38
5.7 RECURSOS Y TEMPORALIZACIÓN	46
5.8 EVALUACIÓN	46
5.8.1 Alumnos	47
5.8.2 Docente	48
5.8.3 Diseño	48
6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	49
6.1 OPORTUNIDADES Y LÍMITACIONES.....	52
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
8. ANEXOS.....	58
8.1 ANEXO I. ACTIVIDADES	58
8.1.1 Anexo I.1. Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial.....	58
8.1.2 Anexo I.2. Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial	59
8.1.3 Anexo I.3. Actividad 5. Conocemos científicos.....	60
8.2 ANEXO II. EVALUACIÓN.....	61
8.2.1 Anexo II.1. Alumnos. Criterios de evaluación.....	61
8.2.2 Anexo II.2. Alumnos. Criterios de evaluación comunes	62
8.2.3 Anexo II.3. Alumnos. Rúbrica de observación	62
8.2.4 Anexo II.4. Alumnos. Pre-test y post-test	63
8.2.5. Anexo II.5. Alumnos. Coevaluación de la Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial.....	64
8.2.6 Anexo II.6. Alumnos. Autoevaluación de los alumnos	64
8.2.7 Anexo II.7. Docente. Autoevaluación y evaluación del Proyecto	65

8.2.8 Anexo II.8. Docente. Rúbrica de evaluación de la acción docente.....	66
8.2.9 Anexo II.9. Diseño. Rúbrica de evaluación del diseño	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Habilidades del siglo XXI	4
Tabla 2. Competencias generales que tienen relación con el TFG y su justificación	5
Tabla 3. Competencias básicas del currículo de Educación Primaria y su justificación..	7
Tabla 4. Definiciones del Pensamiento Crítico	8
Tabla 5. Habilidades del Pensamiento Crítico.....	10
Tabla 6. Dimensiones del Pensamiento Crítico adaptadas de Solbes y Torres (2012) ..	11
Tabla 7. Competencias del Pensamiento Crítico (Solbes y Torres, 2012)	14
Tabla 8. Beneficios y desventajas de la técnica ABP.....	15
Tabla 9. Estrategias didácticas para el desarrollo del PC.....	15
Tabla 10. Relevancia de la ciencia escolar	23
Tabla 11. Formas de entender el PC.....	27
Tabla 12. Características del ABP.....	30
Tabla 13. Ventajas e inconvenientes del ABP.....	31
Tabla 14. Objetivos	35
Tabla 15. Objetivos comunes	36
Tabla 16. Contenidos.....	36
Tabla 17. Contenidos comunes.....	37
Tabla 18. Actividad 1. Comenzamos el proyecto.....	39
Tabla 19. Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial	40
Tabla 20. Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial	41
Tabla 21. Actividad 4. ¿Qué hemos aprendido de la tensión superficial?.....	43
Tabla 22. Actividad 5. Conocemos científicos.....	44

Tabla 23. Temporalización.....	46
Tabla 24. (Anexo II). Criterios de evaluación.....	61
Tabla 25. (Anexo II). Criterios de evaluación comunes.....	62
Tabla 26. (Anexo II). Rúbrica de observación	62
Tabla 27. (Anexo II). Rúbrica de autoevaluación	64
Tabla 28. (Anexo II). Rúbrica de evaluación de la acción docente.....	66
Tabla 29. (Anexo II). Rúbrica de evaluación del diseño	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relevancia de la ciencia escolar, finalidades educativas de la enseñanza de las ciencias y alfabetización científica.....	25
---	----

1. INTRODUCCIÓN

La principal finalidad del pensamiento crítico (PC) es formar alumnos capaces de enfrentarse a la sociedad actual de una manera crítica. Además, si se trabaja desde la escuela y en edades tempranas, se conseguirá una educación más integral.

Como se muestra en el trabajo, la introducción del PC se hará a través de una metodología activa, que es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la cual se centra en el alumnado, siendo estos los protagonistas de su aprendizaje. Asimismo, mencionar que este tipo de metodologías cada vez se van introduciendo con más frecuencia en las escuelas con el fin de innovar en el sistema educativo y conseguir un aprendizaje más significativo.

Tanto el PC como el ABP, pretenden trabajar a partir de situaciones reales con las que se pueden encontrar nuestros alumnos, por lo que en el presente trabajo se ha pretendido plantear una situación en la que el alumno es el responsable de resolverla mediante diversos aspectos del pensamiento crítico.

Al hablar de pensamiento crítico en la educación, nos estamos refiriendo a dotar a los alumnos de la capacidad de construir sus propios conocimientos de una manera coherente, de la introducción de los alumnos en diferentes campos de saber, sobre todo lo que existen actualmente en la sociedad, de la soltura que adquieren para desenvolverse en aquellas situaciones que puedan encontrar en su vida, etc. Y, si a este aspecto le añadimos el trabajo mediante ABP, vemos que los alumnos adquirirán nuevos aprendizajes a través de situaciones reales, que podrán extrapolar también a contextos fuera de la escuela, además de hacerlo de una manera lúdica y motivadora.

Visto esto, el presente trabajo parte de un análisis bibliográfico sobre el pensamiento crítico, así como su introducción en la educación, pasando, a continuación, a un breve análisis y relación del Aprendizaje Basado en Proyectos con el PC. Tras este análisis, se plantea una secuencia de enseñanza-aprendizaje, y, por último, un análisis y fundamentación de los instrumentos de evaluación planteados para dicha propuesta, así como una justificación de cómo se cumplen los objetivos planteados en el presente trabajo, extrayendo una serie de conclusiones.

2. OBJETIVOS

Con el presente trabajo se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Revisar y analizar bibliografía sobre la incidencia del Pensamiento Crítico en la Educación Primaria y en concreto en el área de las Ciencias Experimentales.
- Favorecer el desarrollo del Pensamiento Crítico en el aula de ciencias.
- Desarrollo una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje basada en las propiedades de la materia, en concreto la tensión superficial, dirigida a un aula de sexto de Educación Primaria.
- Elaborar instrumentos de evaluación y fundamentar su aplicación para la consecución de los objetivos propuestos.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1 RELEVANCIA DE LA TEMATICA ELEGIDA

Decidimos seleccionar el tema del desarrollo del pensamiento crítico (PC) porque consideramos que es un aspecto muy importante que debemos tener todas las personas muy bien desarrollado. Este progreso, cuanto antes se comience a fomentar mejor, pues se ve favorecido si se empieza desde edades tempranas.

En la actualidad vivimos en una sociedad en la que las necesidades de aprendizaje de los alumnos van cambiando. Cada día recibimos gran cantidad de información y tenemos que aprender a tratarla, analizarla, ver lo que es válido o falso, etc., y en este proceso entra en juego el PC. Desde la escuela podemos trabajar el desarrollo de este pensamiento a la vez que vamos introduciendo la Ciencia y Tecnología, muy presentes hoy en día en nuestra sociedad. De esta manera conseguiremos un desarrollo integral de nuestros alumnos, además de una autonomía intelectual.

Asimismo, esta introducción del PC, se realizará a través de una metodología activa, que es el Aprendizaje Basado en Proyectos, el cual pretende poner al alumno al "mando" de su aprendizaje, mostrándole situaciones reales a las que tiene que hacer frente, para que en un futuro no tenga problemas en resolver todas aquellas circunstancias con las que se encuentre.

En este caso, el proyecto que se planteará, estará relacionado con la tensión superficial. Escogimos este tema por el hecho de que muchas veces estamos en contacto con este fenómeno y no somos conscientes de ello, y que mejor forma que hacerlo de una manera dinámica y motivadora.

A través de las actividades planteadas para trabajar la tensión superficial, aparecen grandes pinceladas con las que se trabaja el pensamiento crítico, consiguiendo así su fomento de una manera inconsciente por parte de los alumnos.

A su vez, también escogimos este tema –PC- porque se abarcaba desde un ámbito/área que, aparte de que siempre me ha llamado la atención, trata aspectos propios de la sociedad actual (tecnociencia), que son las Ciencias Experimentales.

Durante mis estudios de Grado en Educación Primaria (concretamente en la mención de Entorno), he podido conocer diferentes técnicas/estrategias para trabajar el pensamiento crítico, algunas de las cuales he visto cómo se llevan a cabo en el periodo de prácticas, pudiendo así decantarme por la más apropiada y con la que mejores resultados se obtienen (a mi parecer).

Y lo mismo ocurre con las Ciencias Experimentales. A lo largo de la carrera hemos tenido asignaturas relacionadas con este ámbito, en las que nos enseñaban técnicas y estrategias para formar en esta área de una manera lúdica y divertida a nuestros futuros alumnos.

En relación con mi etapa escolar de Educación Primaria, no tengo ningún recuerdo significativo acerca del pensamiento crítico y de las Ciencias Experimentales (la metodología se basaba en clases magistrales mayoritariamente). Quiero destacar que siempre me ha gustado todo lo relacionado con las Ciencias Naturales, los experimentos, salidas al entorno, etc. Lo que quiero decir con esto es que no recuerdo cómo se fomentaba el PC de forma explícita, si es que se realizaba, ni si la metodología empleada para enseñar las ciencias era la adecuada para ese momento.

En cuanto a mi etapa de Educación Secundaria, sí que noté algún cambio, y es verdad que el PC se trabajaba de vez en cuando en ciertas asignaturas, sobre todo aquellas relacionadas con ciencias (química, física, biología, etc.). En cuanto a las Ciencias Experimentales, las clases ya no eran tan magistrales (dependiendo del profesor) y se introducían más prácticas de laboratorio, salidas didácticas, visitas a museos, etc.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

Analizando todo lo aprendido a lo largo del Grado, consideramos que es importante tener en cuenta varios aspectos para conseguir una educación integral. Uno de estos aspectos, y que se aborda en el presente trabajo, es el pensamiento crítico. Gracias a un buen desarrollo del mismo, conseguiremos formar buenos ciudadanos capaces de tomar sus propias decisiones ante los problemas que puedan encontrarse en su vida cotidiana y futura. A su vez, con este buen desarrollo del PC, se podrá argumentar todo aquello por lo que se decantan y no guiarse por lo que le dicen sus más allegados o personas ajenas.

Por ello, es preciso trabajar desde edades tempranas este pensamiento, para que, poco a poco, se vaya consiguiendo un buen desarrollo del mismo.

Por todo esto, se considera adecuado que el fin del presente TFG esté basado en la mejorar del PC y, además, se trabaje a través de las Ciencias Experimentales y de las metodologías activas, tan presentes últimamente en la educación. Se pretende conseguir el óptimo desarrollo de este aspecto, a través del aprendizaje por proyectos, logrando formar a individuos críticos capaces de enfrentarse a la sociedad en la que estamos inmersos.

Asimismo, a través del presente TFG, también se pretende contribuir al desarrollo de las principales competencias que se piden hoy en día a nivel laboral, haciendo más hincapié en el PC, ya que es el tema principal que se aborda en el trabajo.

Tabla 1.

Habilidades del siglo XXI

Habilidad	Relación con el TFG
Alumnado activo y comprometido con su aprendizaje.	Como se podrá comprobar, a través de la propuesta, que se hará mediante el ABP, los alumnos serán los responsables y protagonistas de su propio aprendizaje ya que serán ellos mismos los encargados de dar soluciones al problema planteado.
Alumnado más metacognitivo, "aprender a aprender"	Con relación a la competencia anterior, al trabajar los alumnos en el problema, comienzan poco a poco a saber identificar y poner nombre a aquellos procesos mentales que llevan a cabo en cada situación.
Alumnado innovador y con mentalidad abierta.	Al plantearles el problema, al no haber una única solución al mismo, son los propios alumnos los que, en grupos o individualmente, buscan soluciones, fomentándose así la innovación, la creatividad, etc., no centrándose solo en una única solución, que es lo que suele ocurrir habitualmente en la educación. De esta manera conseguiremos que nuestros alumnos presenten una mentalidad abierta ante cualquier problema o situación.
Alumnado autónomo y colaborativo.	En el ABP, independientemente que se trabaje en grupo, los alumnos presentan cierto tiempo de trabajo individual, viéndose así fomentada su autonomía. Asimismo, esta

	<p>autonomía también se ve desarrollada por el hecho de que el profesor no es el mero transmisor de la información, sino que es el guía y orientador del aprendizaje, teniendo los alumnos que ingeniárselas para revolucionar la problemática.</p> <p>Y, por el simple hecho de trabajar en grupo, los alumnos tienen que congeniar entre ellos, colaborar, ayudarse, etc., para resolver, entre todos, el problema planteado.</p>
Competencia social/comunicativa.	Al trabajar en grupos, esta competencia ya se ve desarrollada, ya que los alumnos tienen que hablar entre ellos, compartir ideas y opiniones, hablar con el profesor responsables, etc.
Alumnado con recursos (TIC) y flexible.	Esta habilidad, centrándose en las TIC, se verá fomentada ya que en la propuesta, aparecen unan actividades en la que los alumnos tendrán que investigar a partir de diversos recursos de internet. Lo que si podemos afirmar es que el alumno será flexible ya que no se basará en una única fuente de información, no usará un único recurso, etc.
Con habilidad y disposición para pensar y aprender.	A lo largo de toda la propuesta, el pensamiento y las ganas de aprender van a entrar en juego en todo momento ya que, durante el proyecto, los alumnos a partir de la investigación, tendrán que pensar las líneas de investigación, las posibles soluciones, etc., y esto lo harán de una manera motivadora. A medida que avanzan en la investigación, van aprendiendo diversos contenidos, ya sea de manera directa o indirecta.

Fuente: Elaboración propia en base a Perkins 2008.

3.2 VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS PROPIAS DEL TITULO GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

La siguiente tabla muestra las competencias generales del "Título de Grado en Educación Primaria", obtenidas del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de la enseñanza universitaria, que tienen relación con este TFG, así como una justificación personal que vincula la propuesta con dichas competencias:

Tabla 2.

Competencias generales que tienen relación con el TFG y su justificación

Competencias Generales	Justificación
1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio –la Educación- que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.	Todo lo aprendido a lo largo del Grado, aparece reflejado en el TFG en forma de secuencia de enseñanza-aprendizaje, que consiste en un proyecto sobre CC. Experimentales con la que se pretende trabajar el PC. Se muestra así la importancia de un buen desarrollo del PC y la importancia de una buena evaluación del mismo – proyecto-.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

<p>2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio –la Educación–.</p>	<p>El TFG demuestra una buena adquisición de conocimientos y aprendizajes para llevar a cabo una adecuada práctica docente futura.</p>
<p>3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos esenciales (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas esenciales de índole social, científica o ética.</p>	<p>La recogida de datos e información, y su posterior análisis, son aspectos primordiales para desarrollar los objetivos del TFG y favorecer la mejora de aprendizaje.</p>
<p>4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p>	<p>Todos debemos ser capaces de transmitir información, problemas, posibles soluciones, etc., tanto dentro de un aula, como fuera de esta o durante nuestra formación. En este TFG la competencia está muy presente, ya sea en la propia propuesta didáctica, como en el escrito del documento, en la exposición, etc.</p>
<p>5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p>	<p>El conocimiento del pensamiento crítico, así como de las Ciencias Experimentales y las metodologías activas, requiere una formación continua. Lo mismo que ocurre con el tema de la educación. En este TFG se muestra un aprendizaje autónomo reflejado en la bibliografía, ya que para la elaboración del mismo se ha tenido que ir recopilando bibliografía y haciendo su análisis.</p>
<p>6. Que los estudiantes desarrollen un compromiso ético en su configuración como profesionales, compromiso que debe potenciar la idea de educación integral, con actitudes críticas y responsables; garantizando la igualdad efectiva de mujeres y hombres, la igualdad de oportunidades, la accesibilidad universal de las personas con discapacidad y los valores propios de una cultura de la paz y de los valores democráticos.</p>	<p>La propuesta didáctica que incluye este TFG, esta ideada para que todos los alumnos participen, garantizando la igualdad entre géneros, la igualdad de oportunidades, etc. De la misma manera que esta propuesta contribuye a una educación integral, ya que dota al alumno de autonomía a la vez que va desarrollando su PC a través de las CC. Experimentales.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de la enseñanza universitaria.

3.3 RELACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS COMPETENCIAS PROPIAS DEL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

En la siguiente tabla aparecen reflejadas las competencias básicas propias del currículo de Educación Primaria, obtenidas del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, que tienen relación con el presente TFG, así como una justificación personal:

Tabla 3.

Competencias básicas del currículo de Educación Primaria y su justificación

Competencias básicas	Justificación
Comunicación lingüística	Esta competencia está muy presente en la propuesta del TFG, ya que los alumnos deberán leer, hablar/debatir con sus compañeros, escribir, etc.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	El tema principal del TFG, aparte del PC son las CC. Experimentales, por lo que, al tratarse de un tema propio, tanto de ciencias como de tecnología, ya queda reflejada esta competencia.
Competencia digital	La competencia digital está también presente en esta propuesta ya que en determinadas actividades/tareas, los alumnos podrán emplear las TIC para obtener información/datos que se requieran para su resolución.
Aprender a aprender	En la propuesta, los alumnos en todo momento deberán ser capaces de seleccionar información, dar sus opiniones, argumentos, hacer actividades de manera colaborativa e individual y desarrollar actitudes que inciten a la reflexión de la enseñanza-aprendizaje.
Competencias sociales y cívicas	Esta competencia está presente durante toda la propuesta didáctica ya que en la mayoría de las actividades deben trabajar en grupo y respetar las normas básicas de convivencia.
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	En la propuesta, los alumnos tendrán que asumir una serie de responsabilidades con la tarea encomendada en el grupo de trabajo y de manera individual.
Conciencia y expresiones culturales	Esta competencia está presente durante la propuesta didáctica, debido a que los alumnos tendrán que tomar conciencia sobre la toma correcta de decisiones para resolver las actividades, así como para poder extrapolarlo a su vida diaria. Con respecto a las expresiones culturales, a lo largo de esta propuesta, tanto los alumnos como el profesor podrán emplear expresiones relacionadas con la tensión superficial, tan conocidas como "Siempre se queda por encima, como el aceite".

Fuente: Elaboración propia a partir del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 EL PENSAMIENTO CRÍTICO

El PC es estudiado y aplicado a diferentes áreas de conocimiento, por lo que existen diferentes formas de entender y definir el concepto, en la tabla 4 se muestran algunas de estas definiciones que se complementan entre ellas.

Tabla 4.

Definiciones del Pensamiento Crítico

REFERENCIA	AUTOR/ES	DEFINICIÓN
Según Olivares y Heredia (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas de estudiantes de educación superior.	Glaser (1942:5)	El PC como "el esfuerzo para evaluar una creencia o forma de conocimiento a la luz de la evidencia que la soporta" (p.762).
Según Olivares y Heredia (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas de estudiantes de educación superior.	Ennis (1962)	El PC como la "correcta evaluación de argumentos" (p.762).
Según Solber y Torres (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio en el ámbito universitario.	Perry (1970), Kincheloe (2000), Ennis (1985)	El PC está reaccionado con el "uso eficaz de habilidades para la toma de decisiones" (p.249).
Según Olivares y Heredia (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas de estudiantes de educación superior.	Norris y Ennis (1989)	El PC se refiere al "proceso de discriminar cuál es la "verdad" que cada individuo juzga conveniente creer, lo cual es una etapa importante en la decisión de la solución de casos problemáticos" (p.762).
Según Solber y Torres (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio en el ámbito universitario.	Henderson y Landesman (1991)	El PC está relacionado con el "desarrollo de la identidad" (p.249).
Según Solber y Torres (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio en el ámbito universitario.	Damarin (1993)	El PC está relacionado con "conocimientos incompatibles o paradójicos" (p.249).
Según Solbes y Torres (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico.	Yager (1993)	El PC está relacionado con la "capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que emplean para resolver problemas" (p.45).

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

Según Nieto, Saíz y Orgaz (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas.	Ennis (1996)	El PC es el "pensamiento razonado y reflexivo que se centra en decidir qué creer y qué hacer. Es un pensamiento intencionado, reflexivo y positivo. Se dirige hacia objetivos concretos como decidir nuestras creencias o nuestras acciones ante determinados problemas o situaciones" (p.2).
Según Solber y Torres (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio en el ámbito universitario.	Cambers et al (2000)	El PC "proporciona a los estudiantes herramientas necesarias para saber el tipo de conocimiento que deben utilizar en determinadas situaciones y se proponen analizar/evaluar la estructura y consistencia de los razonamientos que la gente acepta como verdaderas en el contexto de la vida cotidiana" (p.249).
Según Solbes y Torres (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?	Saiz y Nieto (2002), Lioman (2003) y Halpern (2006)	El PC se entiende como un conjunto de procedimientos o habilidades.
Según Nieto, Saíz y Orgaz (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas.	Halpern (2006)	Defiende que el PC "está implicado en resolver problemas, formular inferencias, calcular probabilidades y tomar decisiones. Los pensadores críticos emplean esas habilidades en cualquier contexto, es decir, están predispuestos a pensar críticamente" (p.2).
Según Solbes y Torres (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?	Jimenez.Aleixandre (2010)	El PC está relacionado con "la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella" (p.63).
Según Solbes y Torres (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?	Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins (2010)	El PC está relacionado con la "capacidad de cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en razones válidas, detectar tendencias y errores de pensamiento y evaluar la credibilidad de las fuentes de información" (p.63).
Según Solbes y Torres (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?	Solbes y Torres (2012)	El PC es la "capacidad que tienen las personas para estructurar una manera de pensar propia que les permite distinguir lo verdadero de lo falso, tomar posiciones frente a las situaciones sociales para tener un papel activo en las decisiones culturales y científicas asumidas desde una responsabilidad social" (p.63).
Según Olivares y Heredia (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas de estudiantes de educación superior.	Facione (1990) junto con expertos	El PC como "la formación de un juicio auto-regulado que incluye habilidades cognitivas como: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación" (p.762).

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes.

En conclusión, el PC está relacionado con el uso eficaz de habilidades para la toma de decisiones (Perry, 1970, Kincheloe, 2000 y Ennis, 1985), con el desarrollo de la

identidad (Henderson y Landesman, 1991) y con conocimiento incompatibles o paradójicos (Damarin, 1993).

Las **características** que Halpern (2006), Kincheloe (2000) y Ennis (1985) atribuyen al **PC** son: análisis, reflexión, emisión de juicios, cuestionamiento, valoración de aspectos positivos y negativos y toma de decisiones.

El PC es un conjunto de habilidades (componente cognitivo) y disposiciones (componente motivacional). Es importante que una persona sepa aplicar las habilidades y además desee hacerlo.

Las habilidades que entran en juego en el PC se pueden categorizar, y cada autor tienen su propia clasificación, viendo que:

Tabla 5.

Habilidades del Pensamiento Crítico

Autor	Habilidades del Pensamiento Crítico
Ennis (1987)	<ul style="list-style-type: none"> - Centrarse en la cuestión - Analizar argumentos - Plantear y responder cuestiones de clarificación y/o desafío - Juzgar la credibilidad de las fuentes - Observar y juzgar observaciones - Deducción - Inducción - Juicios de valor - Definir términos - Identificar suposiciones - Decisión - Interacción con los otros
Swartz y Perkins (1990)	<ul style="list-style-type: none"> - Pensamiento creativo - Pensamiento crítico - Toma de decisiones - Resolución de problemas cotidianos - Resolución de problemas matemáticos

Fuente: Elaboración propia a partir de: Nieto, Saiz, Orgaz (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas.

A pesar de que no hay un consenso sobre qué destrezas componen el PC, según Nieto, Saíz y Orgaz (2009), un grupo de expertos ha identificado y consensado las **habilidades** centrales de este pensamiento que son: **interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación.**

Del PC también es importante resaltar sus **dimensiones** principales, a las que se hace referencia en la Tabla 6.

Tabla 6

Dimensiones del Pensamiento Crítico adaptadas de Solbes y Torres (2012)

Dimensión	Descripción
D.1. Visión de la ciencia	Concebir la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente.
D.2. Conocimientos	Estar informado de los temas que se abordan, no limitarse a discursos dominantes y conocer posturas alternativas.
D.3. Análisis crítico de la información	Evaluar la credibilidad de las fuentes de información, teniendo en cuenta los intereses subyacentes.
D.4. Tratamiento de los problemas	Abordar los problemas de forma integral, en su complejidad, teniendo en cuenta las dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, ambientales, económicas, etc.
D.5. Argumentación	Crear argumentaciones sólidas y cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas y detectando falacias argumentativas.
D.6. Autonomía personal	Desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella (Jiménez-Aleixandre, 2010, p.39)
D.7. Toma de decisiones	Hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que emplean para resolver problemas.
D.8. Comunicación	Comunicar decisiones usando un lenguaje apropiado, de acuerdo con el contexto y las metas o intenciones.

Fuente: Blanco, España y Franco-Mariscal (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias.

El buen desarrollo del PC está relacionado con el progreso de cada una de las dimensiones descritas en la tabla anterior y con la integración de las mismas. Este desarrollo se puede realizar trabajando las dimensiones de manera individual, pero es conveniente y necesario introducir problemas en los que se trabajen todas y cada una de ellas.

4.2 EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL AULA DE CIENCIAS

Hoy en día estamos constantemente recibiendo información que debemos convertir en conocimiento, para ello, debemos poseer ciertas habilidades cognitivas (discriminación de información relevante de la falacia, tomar decisiones, etc.), que forman parte del PC. De ahí la importancia y necesidad de un buen desarrollo del PC para crear personas capaces de construir sus conocimientos coherentes, consiguiendo así actuar de manera crítica en la sociedad actual.

A su vez, en la actualidad, constantemente estamos recibiendo información de temas científicos y, si se carece de un buen desarrollo del PC, predominará en nosotros la idea dominante siendo incapaces de crear nuestra propia opinión.

Desde la educación y la escuela es importante comenzar el desarrollo de este pensamiento, ya que es el lugar donde las personas se forman, contribuyendo al desarrollo integral de las mismas.

Además, el desarrollo del PC aparece en el currículo de España, tanto en el Real Decreto 126/2014, como en la Ley Orgánica 8/2013, como uno de los objetivos principales de la Educación Primaria y la Educación Secundaria, y es un aspecto importante de las competencias básicas en ciencia y tecnología.

Cambers et al. (2000), citado en Solbes y Torres (2013), afirma que "el PC proporciona a los estudiantes las herramientas necesarias para saber el tipo de conocimiento que deben utilizar en determinadas situaciones" (p.64). De la misma manera y según González (2012), citado en Solbes y Torres (2013), "pensar críticamente permite acceder con facilidad a los diferentes campos del saber, promueve el crecimiento en valores, el aprendizaje de actitudes civilizadas como la solidaridad, la equidad, la convivencia pacífica y el respeto por la vida" (p.73).

Según Solbes y Torres (2013, p.77), "la ausencia del PC hace que el aprendizaje sea simple, mecanizado y homogéneo, lo que perjudica la evolución de la ciencia", por ello es importante partir de conocimientos cotidianos y promover la participación activa desde la enseñanza de las ciencias que permita establecer relaciones entre los conceptos, discutir cuestiones científicas, formular preguntas, indagar, argumentar, resolver problemas y sacar conclusiones.

Blanco, España y Franco-Mariscal (2017, p.108) mencionan que esta ausencia del PC se debe a la complejidad del concepto en sí, la dificultad para concretarlo de manera que sirva de referencia en la práctica docente, el contexto escolar, la mala utilización de las TIC por parte de los estudiantes y la falta de formación y recursos.

4.2.1 Estrategias didácticas para el desarrollo del Pensamiento Crítico en el aula

Diversas fuentes afirman que hay varias formas o estrategias didácticas para trabajar/desarrollar el PC en el aula, y más concretamente en las clases de ciencias.

Estas clases deben convertirse en espacios educativos y experiencias auténticas que involucren a los estudiantes, creando la capacidad de que expresen sus propios puntos de vista a partir del debate, diálogo, discurso, etc.

Una de esas maneras es mediante las **cuestiones socio-científicas (CSC)** como estrategia didáctica. Las CSC, según Zeidler et al. (2002), Crooss & Price (1996), Jiménez-Liso et al. (2010), citados en Solbes y Torres (2012), "permiten evaluar el desempeño profesional y apoyan la formación de ciudadanos que participen en forma activa y fundamentada en la sociedad" (p.249).

Según Solbes y Torres (2013, p.81):

El abordaje de problemas ambientales y sociales abiertos se constituye en una oportunidad para desarrollar el PC, dado que permite promover conocimientos que motivan un cuestionamiento permanente. Estas situaciones permiten plantearse la necesidad de implicarse en discusiones públicas y ver el papel social que ocupa la ciencia.

Mediante estas cuestiones se consigue que los alumnos estructuren su PC, es decir, que sean capaces de pensar de manera autónoma, que sepan distinguir la verdad de lo falso, que tomen decisiones frente a determinadas situaciones sociales, que sepan argumentar, que sepan trabajar de manera cooperativa, que se enfrenten a conflicto y que tengan un papel activo en las decisiones culturales y científicas. Todo esto contribuye a asumir papeles de la comunidad científica y a asumir roles de la sociedad, por lo que los estudiantes proponen explicaciones a cuestionamientos que les permite prepararse para enfrentar diversas problemáticas.

Al trabajar con este tipo de cuestiones problemáticas, se permite mostrar a los alumnos lo social de la ciencia, tanto en sus aspectos internos como externos, lo cual se permite, también, el desarrollo del PC.

Según Sadler et al. (2004), citado en Solbes y Torres (2012). "junto a las CSC es necesario que la escuela forme en los conocimientos científicos mínimos para que los ciudadanos tengan condiciones de juzgar el contexto científico en el que están insertados y tomar decisiones fundamentadas" (p.250).

A la hora de trabajar con las CSC, es imprescindible tener en cuenta las competencias del PC.

Tabla 7.

Competencias del Pensamiento Crítico (Solbes y Torres (2012))

Competencias del Pensamiento Crítico

1. Comprender la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente y asumir la existencia de problemáticas socio-científicas, es decir, controversias sociales que tienen su base en nociones científicas.
2. Estar informado sobre el tema, no limitarse al discurso dominante y conocer posturas alternativas. Cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes.
3. Estudiar el problema SC de manera integral, de manera que se involucren dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, sociales económicas, ambientales, etc.
4. Valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.
5. Llegar a conclusiones que lleven a tomar decisiones fundamentadas y a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y que son capaces de transformar su realidad solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.

Fuente: Elaboración propia a partir de: Solbes y Torres (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario

Otras de las formas de trabajar el PC en el aula es mediante la **técnica ABP**. Según Olivares y Heredia (2012, p.760), "esta técnica consiste en estimular el aprendizaje a partir de problemas que se resuelven en grupos y con la ayuda del tutor". Aunque esta técnica no implica un mayor rendimiento escolar, desarrolla habilidades para interrelacionar conceptos y la aplicación de los mismos.

Esta técnica, además de favorecer el PC, también favorece la autodirección y el trabajo en equipo.

A su vez, presenta una serie de beneficios y desventajas que aparecen reflejadas en el siguiente cuadro:

Tabla 8.

Beneficios y desventajas de la técnica ABP

Técnica ABP	
Beneficios	Desventajas
Gran utilidad por los discursos grupales y las lecturas independientes.	Necesidad de inversión en recursos de aprendizaje y el diseño de mecanismos de evaluación altamente individualizados.
Favorece el PC.	Al trabajar en grupo se requiere de infraestructuras adecuadas y contratación de profesores capacitados y convencidos para participar en un modelo de aprendizaje centrado en el alumnado.

Fuente: Elaborado a partir de: Olivares y Heredia (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior.

Aunque este método ayude a desarrollar el PC, no se aprecian diferencias muy significativas con respecto a las clases tradicionales. Únicamente los resultados mejoran si se emplea el instrumento CCTDI (Critical Thinking Disposition Inventory).

A su vez, mediante las **preguntas** dentro de la clase de ciencias, también se desarrolla el PC. Plantear preguntas en el aula es un aspecto que debe estar presente en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje (E-A) de las ciencias. Las preguntas, según Ruíz, Tamayo y Mázquez (2012), citados en Quijano, Soto y Gil (2014, párr. xx) "son dispositivos esenciales en la estructuración de secuencias dialógicas, que permiten visualizar ideas, críticas e intereses de los estudiantes, como requisito para aprender a argumentar en ciencias".

Otras de las estrategias didácticas que se emplear para el desarrollo del PC son: Análisis de anuncios publicitarios, tratamiento de la información en Internet y Juegos de rol.

Tabla 9.

Estrategias didácticas para el desarrollo del PC

Estrategia didáctica	Descripción
Análisis de anuncios publicitarios	Realizar estos análisis permite al alumno comprender la noticia y desarrollar un PC en el análisis de mensajes informativos y publicitarios. Con esta estrategia se pretende que el alumno sea capaz de identificar qué aparece en el anuncio y valorar cómo está siendo utilizada.

Tratamiento de la información en Internet	Con esta estrategia se pretende que los alumnos sepan identificar la información que es de calidad y relevante para su utilización en la resolución de un problema determinado.
Juegos de rol	Con esta estrategia se permite acentuar aspectos procedimentales y actitudinales. Presenta muchas ventajas educativas. Para realizar este juego de rol es imprescindible partir de un problema de actualidad que no esté resuelto y sobre el que exista información disponible y asequible. Esta estrategia se ajusta a las características de las CSC, descritas anteriormente.

Fuente: Elaboración a partir de: Blanco, España y Franco-Mariscal (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias.

4.2.2 Evaluación del Pensamiento Crítico

Además de las diversas formas para desarrollar el PC en el aula, según Nieto, Saíz y Orgaz (2009, p.3), "se han diseñado instrumentos de evaluación que permiten saber si la enseñanza del PC es efectiva". Se han creado test que difieren unos de otros en el tipo de población a la que va dirigido, las habilidades que evalúan, el formato de preguntas, etc. Algunos de los test más empleados para evaluar el PC son: Test de Cornell de PC, nivel X y nivel Z (Ennis y Millman, 1985), Test de Habilidades del PC de California (Facione et al, 1990), Test de Pensamiento Crítico de Watson-Glaser (Watson y Glaser, 1984) y el Test de Ensayos de Pensamiento Crítico de Ennis-Weir (Ennis y Weir, 1985). Todos estos test evalúan el PC con independencia a las disciplinas académicas.

No es sencillo evaluar el PC mediante preguntas, ya que estas preguntas se refieren a situaciones inventadas o poco realistas y muchos de los aspectos del PC no se pueden evaluar mediante preguntas de opción múltiple, sino que sería necesario realizar preguntas abiertas, que den lugar a la argumentación. Por ello, Govier (1987) y Ennis (2003), citados en Nieto, Saiz y Orgaz (2009), sugieren que para evaluar el PC se podría hacer mediante preguntas de opción múltiple junto con la justificación de por qué esa y no otra, de esta manera se podría ver la capacidad de argumentación de las personas, viendo a su vez su nivel de PC.

Halpern (2003b, 2006) desarrolló un instrumento de evaluación del PC llamado HCTAES- *Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations*. Se le considera uno de los instrumentos más fiables de evaluación del PC, pero se seguirán realizando estudios para desarrollar otros más fiables.

Este instrumento pretende evaluar las 5 habilidades del PC (según Halpern: comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad e incertidumbre, y toma de decisiones y resolución de problemas) a través de 25

situaciones cotidianas. Cada situación es evaluada con un doble formato de pregunta (abierta y cerrada).

4.3 LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La NdC es un término que se refiere a una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia (McComas, Clough, y Almazroa, 1998; Vázquez *et al.*, 2001, citados en Acevedo, 2008, p.135).

Hoy en día, en muchos países existe una gran diferencia entre hombre y mujeres, en cuanto a puestos de trabajos, actividades que realizan, el salario que cobran, etc., y lo mismo ocurre con las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología, como se puede ver en este sector, abundan los hombres sobre las mujeres.

Según García, Maciel y Calixto (2015, p.95), esta situación debe cambiar, ya que:

Para la construcción social del conocimiento, se necesita integrar las visiones, preocupaciones, necesidades, etc., tanto de los hombres como de las mujeres. Con esto se conseguirá una mejora en las condiciones institucionales, económicas, culturales y sociales y, se podrá poner en marcha nuevas formas de participación democrática en la evaluación y toma de decisiones en ciencia y tecnología.

4.3.1 Importancia de la NDCyT en el currículo de la educación obligatoria

Es primordial comenzar hablando de la alfabetización científica. La alfabetización científica, según Manassero y Bennassar (2013, p.2098), "es el concepto clave de la actual didáctica de la ciencia, dirigida a formar y preparar en ciencia a todos los ciudadanos para comprender y vivir comprometidamente en el mundo actual impregnado de ciencia y tecnología (CyT)".

Hodson, (2009); Millar, (2006), citados en Manassero y Bennassar, (2013, p.2098), afirman que:

Hoy en día se admite que la comprensión "acerca" de la ciencia (cómo actúa la ciencia para aprobar conocimientos (naturaleza de la ciencia)), incorpora en la educación científica contenidos interdisciplinarios de filosofía, historia y sociología de la ciencia, también conocidos como CTS (ciencia-tecnología-sociedad).

En el ámbito educativo, la integración entre CyT también se puede conocer como "naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) (Bennássar, Vázquez, Manassero y García-Carmona, 2010).

Actualmente el enfoque CTS, es un aspecto muy importante a tener en cuenta en la educación, aunque, según afirma Martín y Osorio (2003, p.175), citados en Acevedo (2005), "por desgracia, esta dimensión CTS suele tener solo un papel adjetivo y marginal frente a los contenidos sustantivos tradicionales de los currículos de ciencias y tecnologías". Por ello, es esencial darle la importancia que este se merece, ya que la "esencia de las CTS en la educación científica está en educar para conseguir la participación cívica en las decisiones tecnocientíficas" (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002; Martín, 2003, 2004, citados en Acevedo, 2005, p.122), "finalidad clave de la enseñanza de las ciencias que consigue la alfabetización científica y tecnológica de las personas, a la vez que se potencian sus actitudes democráticas" (Acevedo, 2004; Lee y Roth, 2002; Martín, 2004; Martín Osorio, 2003; Roth y Lee, 2004, citados en Acevedo, 2005, p.122).

A su vez, para lograr esa participación ciudadana, varios especialistas en didáctica de las ciencias afirman que es necesario introducir la naturaleza de la ciencia (NdC) en el currículo de ciencias (Driver et al., 1996; McComas, Clough y Almazroa, 1998; Spector, Strong y Laporta, 1998, citados en Acevedo, 2005, p.122). Además, si hay una mayor y mejor comprensión de la NdC, las personas podrán tomar decisiones más razonadas sobre cuestiones públicas tecnocientíficas, contribuyendo a una participación ciudadana más responsable en estos asuntos (Acevedo, 2005, p.122).

Ciertas investigaciones (Acevedo, 1996, Callejas y Mendoza, 2010) mencionan que muchas de las dificultades que se mantienen para la introducción de las relaciones CTSA en la práctica educativa, son debido a las visiones deformadas sobre la ciencia, el trabajo científico y la tecnología que presentan los profesores.

Vázquez y Manassero (2012, p.2), plantean que:

Hoy se acepta que la alfabetización en CyT está formada por dos componentes: i) los conceptos y teorías de la CyT (los tradicionales conceptos, hechos y principios "de" ciencia y tecnología que forman el cuerpo de leyes y teorías científicas); ii) los innovadores conocimientos "sobre" la ciencia y tecnología, que permiten comprender como funcionan la ciencia y tecnología (CyT). Este segundo componente de la alfabetización se denomina naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT) y constituye el reto más innovador y arduo para los profesores de ciencias. En los últimos años ha sido incorporado de diversas maneras en los currículos escolares de numerosos países, y nunca antes se había planteado con la extensión y profundidad actuales.

De esta idea se extrae que los principales componentes de la alfabetización científica y tecnológica son; conocer la forma como funciona la ciencia y la tecnología (CyT) en el mundo actual, cuál es la naturaleza de la CyT y las relaciones entre CTSA.

Además, los especialistas consideran la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) como un componente central de la alfabetización científica y, por ello, se incorpora en los contenidos de los currículos escolares; de la misma manera, las investigaciones sobre NdCyT constituyen una innovación en la investigación científica, en la enseñanza-aprendizaje de Ciencia y Tecnología.

Por ellos, según Vázquez y Manassero (2011, p.4), la educación científica debe establecer los elementos y actividades del currículo escolar lógicamente coherentes con los principios de NdCyT.

Como se ha mencionado, es importante que la NdCyT se introduzca en los currículos de educación obligatoria, pero ciertas investigaciones sobre este aspecto se encuentran con un mismo obstáculo, y es que los profesores (y estudiantes) no tienen una comprensión adecuada sobre NdCyT, y ha sido confirmado por profesores de diferentes países.

Manassero y Bennassar (2013, p.2099) afirman que, "a pesar de las dificultades, la literatura especializada sugiere que, para el logro de una enseñanza de la NdCyT efectiva, es necesario seguir dos condiciones clave":

1. El carácter explícito de la enseñanza (planificar todos los elementos curriculares).
2. La realización de actividades reflexivas sobre NdCyT (actividades metacognitivas como actividades de exploración, análisis, discusión, debate, conclusión, argumentación, etc.).

Una vez visto todo esto, nos podemos preguntar; ¿Por qué es tan importante la NdCyT para el currículo de ciencias? Driver et al. (1996), citado en Acevedo, (2008, p.134), nos dan las siguientes razones:

1. **Utilitarista.** La comprensión de la NdCyT es un requisito para tener una cierta idea de la ciencia y manejar objetos y procesos tecnológicos de la vida cotidiana.
2. **Democrática.** La comprensión de la NdCyT hace falta para analizar y tomar decisiones bien informadas en cuestiones tecnocientíficas con interés social.

- 3. Cultural.** La comprensión de la NdCyT es necesaria para apreciar el valor de la ciencia como un elemento importante de la cultura contemporánea.
- 4. Axiológica.** La comprensión de la NdCyT ayuda a entender mejor las normas y valores de la comunidad científica que contienen compromisos éticos con un valor general para la sociedad.
- 5. Docente.** La comprensión de la NdCyT facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias científicas y el consiguiente cambio conceptual.

Actualmente “la comprensión de la NdCyT por parte del profesorado y el alumnado está recibiendo una atención prioritaria en la educación científica y en la investigación que se está desarrollando en didáctica de las ciencias” (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Acevedo *et al.*, 2007a; Bartholomew, Osborne y Ratcliffe, 2004; Bell, 2005; Bell *et al.*, 2001; Hogan, 2000; Lederman, 2006; Millar y Osborne, 1998; Rudolph, 2003; Sandoval, 2005; entre otros, citados en Acevedo, 2008, p.134).

4.3.2 Selección de contenidos de la NDCyT para incluir en el currículo de Educación Primaria

Como se ha ido mencionado, la ciencia y tecnología son aspectos muy importantes en la sociedad actual y su gran repercusión hace tomar decisiones, ya seas colectivas o personales. De ahí la necesidad de una educación en conceptos básicos sobre CyT, conocido como alfabetización en ciencia y tecnología (DeBoer, 2000).

Según Vázquez y Manassero (2012, p.3), “esta alfabetización pasa a ser el objetivo básico y principal de una educación inclusiva y para todos”. Por ello, Holbrook, (2000), citado en Vázquez y Mannassero, (2012, p.3), menciona que:

La enseñanza de las ciencias no puede centrarse únicamente al conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos educativos deberán tener un enfoque holístico y una verdadera importancia social, incluyendo los valores éticos y democráticos que participan cuando la CyT intervienen en la sociedad.

Así, Muñoz (2014, p.62), menciona que, “para conseguir una buena alfabetización científica y tecnológica, es necesario enfocar acciones e ir más allá para acercar el conocimiento a los ciudadanos favoreciendo la llamada apropiación social del conocimiento”.

De esta manera las personas tendrán conocimientos básicos acerca de esta materia, siendo capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, es decir, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo (Martín, 2002, p.3, citado en Muñoz, 2014).

Según Muñoz (2014, p.65), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en su Declaración de Santo Domingo, La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco para la acción (1999), expresa:

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos [...] (p.65).

Teniendo en cuenta la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que es de lo que venimos hablando hasta ahora, en educación, Muñoz (2014, p.66) afirma que "hay que proponer comprender la ciencia y la tecnología desde su contexto social, relacionando los desarrollos científicos-tecnológicos con los procesos sociales sin olvidar el proceso interno de la propia ciencia".

Wals, (1996), citado en Muñoz, (2014, p.66), afirma que:

Esta forma de trabajo tiene una finalidad en el currículo, y es dar una formación en conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología además de un desarrollo de una propuesta política donde se vea favorecida la participación ciudadana responsable y democrática en la evaluación y control de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología.

Asimismo, hay que tener en cuenta que "las nociones de NdC no abarcar con exactitud su contenido, sino que se pueden interpretar de diversas maneras", pudiendo referirse, como comenta Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo (2007, p.44), estrictamente a "cuestiones epistemológicas sobre la ciencia o referirse a diversos tipos de cuestiones en las que puede intervenir la ciencia, como pueden ser las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad, etc". Estas dos maneras de entender la NdC, es lo que trae dificultades a la hora de introducirlo en el currículo de ciencias.

El segundo punto de vista con el que pueden entenderse las nociones de NdC, es el que nos interesa en este momento.

Asimismo, como comenta Muñoz (2014), la enseñanza de la naturaleza de la ciencia desde el enfoque CTS, considera los elementos sociales de la ciencia, es decir, se pretende enseñar en ciencia y tecnología, siempre adaptándose al contexto social por el que se esté atravesando, consiguiendo así que los ciudadanos adquieran una postura más participativa en la sociedad en la que viven.

En resumen, actualmente en la enseñanza de la ciencia hay que tener en cuenta la naturaleza de la ciencia (NdCyT), ya que presenta un carácter interdisciplinar y engloba, según Muñoz (2014), aspectos de historia, epistemología y sociología de la ciencia y la tecnología y las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS)

4.3.3 Enfoques que favorecen la implantación de la NDCyT en el aula de Educación Primaria

Según Acevedo (2004, p.4), en los años 70, "la principal finalidad de la enseñanza de las ciencias era propedéutica", es decir, se centraba en las exigencias de la enseñanza universitaria –conceptos científicos esenciales para estudios superiores-. Treinta años más tarde, la educación ha sufrido cambios, al igual que otros ámbitos de la vida y la sociedad, pero "la enseñanza de las ciencias sigue implantada con la misma firmeza en el sistema educativo" (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001, citados en Acevedo, 2004, p. 4), no adaptándose a los nuevos desafíos que propone la actual sociedad.

Cuando se ha intentado realizar algún cambio en esta situación, siempre ha habido una gran oposición desde las universidades, ya que estas se niegan a admitir a estudiantes que no poseen este tipo de formación (Pilot, 2000, citado en Acevedo, 2004, p. 4), como la denomina Kuhn, "ciencia normal".

Asimismo, como se sabe y como menciona Acevedo (2004), pocos estudiantes realizan carreras científicas en la universidad y cada vez hay menos que realizan el bachillerato científico, por lo que es poco adecuado basar el currículo de ciencias en las necesidades de una minoría. Esto, a su vez, provoca que muchos alumnos pierdan el interés por la ciencia y se alejen de esta disciplina.

Hoy en día, afirma Acevedo (2004), que la relevancia de la ciencia escolar, se centra más en profesores y otros referentes importantes que en lo propios estudiantes. De la misma manera, "hay que tener en cuenta *para qué* es relevante la ciencia escolar para establecer los fundamentos y diseñar el currículo escolar de ciencias" (Acevedo, 2004,

p. 5). Y, por último, es importante tener en cuenta *quién* decide lo que es relevante. Para esta cuestión, hay dos respuestas clave, unos que afirman que la ciencia escolar se basa en preparar al alumno para cursos superiores y, por el contrario, otros mantienen que la enseñanza de las ciencias promueve una ciencia escolar válida y útil para las personas que tendrán que tomar decisiones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología.

De esta idea, Aikenhead (2003b), ha establecido una clasificación de la relevancia de la ciencia escolar, que se puede observar en la siguiente tabla, propuesta en Acevedo (2004, p.6):

Tabla 10.

Relevancia de la ciencia escolar

Para qué es relevante	Algunas características
1. Ciencia para conseguir estudios científicos.	Se centra en los contenidos mas ortodoxos de la ciencia. Es apoyada por muchos científicos academicos y una gran parte del profesorado de ciencias de todos los niveles. Además, muchas veces tambien tiene el apoyo de la política educativa.
2. Ciencia para tomar decisiones en los asuntos públicos tecnocientíficos.	Presta especial atención al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática. Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas. Es sostenida por quienes defienden una educación científica para la acción social.
3. Ciencia funcional para trabajar en las empresas.	No se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales. Es el punto de vista preferido por empresarios, profesionales de la ciencia industrial y la tecnología, etc.
4. Ciencia para seducir al alumnado.	Habitual en medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas, lo que contribuye a dar una imagen falsa y estereotipada de la ciencia y la tecnología. Esta perspectiva suelen tenerla muchos periodistas y divulgadores de la ciencia.
5. Ciencia útil para la vida cotidiana.	Incluye muchos contenidos de los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc. La decisión sobre qué contenidos deben tratarse suele ser el resultado de la interacción entre los expertos y los ciudadanos en general.
6. Ciencia para satisfacer curiosidades personales.	Presta especial atención a los temas científicos que más pueden interesar a los propios estudiantes, por lo que son éstos los que deciden qué es relevante. Por sus distintas culturas, pueden aparecer importantes diferencias entre unos países y otros.

7. Ciencia como cultura.

Se promueven contenidos globales más centrados en la cultura de la sociedad que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores.

La cultura de la sociedad en la que viven los alumnos es la que permite decidir lo que es relevante para la enseñanza de la ciencia. Sin embargo, hay que advertir que se trata de una visión cultural que va más allá de la propia cultura popular.

Fuente: Acevedo (2004). Reflexiones sobre la finalidad de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía

Como se ha visto en la tabla anterior, hay diferentes puntos de vista que dan respuesta a *para qué* es relevante la ciencia escolar que, a su vez, y según menciona Acevedo (2004), se corresponden con distintas finalidades de la enseñanza de las ciencias.

Visto esto, y según Acevedo (2004, p.7):

Es necesario extender la educación científica por toda la población escolar y tener en cuenta los nuevos retos educativos que se demandan para el futuro, para plantearse nuevas finalidades educativas, que sean coherentes con los puntos de vista más innovadores de la relevancia de la ciencia escolar.

Muchas de estas finalidades, afirma Acevedo (2004), aparecen englobadas en la alfabetización científica.

Acevedo (2004), menciona que la alfabetización científica y tecnología, debe formar parte de una educación básica y general de todas las personas, como bien aparece reflejado en diversos informes educativos de organismos internacionales, como la UNESCO y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), entre otros, ya que actualmente vivimos en una sociedad rodeada de ciencia y tecnología, y es necesario poseer un conocimiento para participar de manera activa en esta sociedad.

Asimismo, este autor comenta que la extensión de la alfabetización científica a todas las personas es incompatible con una finalidad propedéutica. Aun así, también "es importante tener en cuenta que la noción de alfabetización científica no es sencilla ni tiene un significado unívoco" (Acevedo, 2004, p.7).

Claro está que hay muchas maneras de entender la alfabetización científica dentro del sistema escolar, y como bien afirma Acevedo (2004, p.8):

Dependiendo de para qué se considere relevante la ciencia escolar, el significado que se dé a esta alfabetización podrá ser uno u otro y, la manera de entenderla tendrá fuertes repercusiones en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo de ciencias.



Figura 1: Relevancia de la ciencia escolar, finalidades educativas de la enseñanza de las ciencias y alfabetización científica. Fuente: Acevedo (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía.

Para llevar a cabo una buena enseñanza de las ciencias, es necesario tener en cuenta los contenidos que se pretenden trabajar, las investigaciones didácticas –recoger información, interpretar datos...-, nuevos métodos de enseñanza y la evaluación.

4.4 ¿POR QUÉ EL PC EN LA ENSEÑANZA DE LA NDCyT?

Torres y Solbes (2016, p.44) mencionan que, “en las investigaciones en didáctica de las ciencias, se está haciendo hincapié en la promoción de una educación participativa, que promueva la argumentación, la toma de decisiones y el pensamiento crítico” (Kuhn, 1991; Chi, 2009; Osborne, 2010; Berland y Lee, 2012).

Para conseguir este tipo de educación, como ya se comentó anteriormente, se emplean las cuestiones sociocientíficas (CSC) ya que, como mencionan Zeidler, Salder, Applebaum y Callahan, 2009; Topcu, 2010; Yoon, 2011; Acar, Turkmen y Roychoudhury, 2010, entre otros, citados en Torres y Solbes, 2016, p. 44:

Permiten a los alumnos valorar las diversas fuentes de información, que adquieran posiciones alternativas, controlar estrategias de razonamiento, tomar decisiones, etc., además de crear un espacio que dé pie a cuestionar y analizar aquellos conceptos científicos aprendidos.

Asimismo, Sadler (2004), citado en Torres y Solbes, (2016, p.44), aporta que “las CSC son una posibilidad para trabajar dimensiones económicas, políticas, éticas, religiosas y ambientales de cuestiones científicas que no se tratan en los problemas tradicionales encontrados en las clases de ciencias”.

De la misma manera, “las CSC son una alternativa para que los profesores puedan ayudar a sus alumnos a estimular la inteligencia y el crecimiento social, involucrando el razonamiento a través del análisis de pruebas y datos” (Sadler, 2004; Jiménez-Aleixandre y Puig, 2012, citados en Torres y Solbes, 2016, p. 44).

En resumen, a través de las CSC, se consiguen desarrollar las competencias del PC que involucran, según Solbes y Torres (2012), el análisis y cuestionamientos de la información, el estudio multidimensional de las situaciones, la articulación de la ciencia con la sociedad, la realización de valoraciones éticas y la toma de decisiones. A su vez, estas competencias son compatibles con los objetivos generales de la educación científica (Osborne, 2010; Bricker y Bell, 2008).

Para potenciar el PC en las aulas, es necesario, entre otras cosas, profundizar en la interpretación de los conceptos científicos que se aborden durante las clases de ciencias. Según Solbes y Torres (2016, p. 45), “hay que emplear principios causales, revisión de la información, posturas creativas e inquietantes que les permitan superar visiones neutrales y cerradas”.

Hay muchas maneras de entender el PC. Algunas de ellas aparecen recogidas en la siguiente tabla.

Tabla 11.

Formas de entender el PC

Autor	Pensamiento Crítico
Yager (1993)	Capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas.
Jiménez-Aleixandre (2010: p.39)	Capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella.
Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2010; Solber y Torres, 2012	Capacidad de cuestionar la validez de los argumentos, rechazar conclusiones no basadas en razones válidas, detectar tendencias y errores de pensamiento y evaluar la credibilidad de las fuentes de información.

Fuente: Solber y Torres (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones socio-científicas.

Zoller (1993), destaca la importancia de la enseñanza y el aprendizaje de habilidades de pensamiento en la educación científica. A través del desarrollo de un buen pensamiento por parte de una persona, esta "conseguirá estructurar una manera de pensar propia, será capaz de tomar decisiones frente a situaciones sociales que viven y para tener el papel activo en las decisiones culturales y científicas" (Solber y Torres, 2012, p.48). Por todo esto, es necesario que en las aulas se imparta la enseñanza de las ciencias a partir de conocimientos cotidianos, que son más interesantes y pueden ser abordados mediante el empleo de las CSC.

Asimismo, Tamayo (2014, p.30), respecto a este tema, menciona que:

Para el dominio específico de un conocimiento, no es necesario aplicar principios teóricos y metodológicos que provienen de un aprendizaje general, sino que se construye mediante experiencias que parten del reconocimiento de la naturaleza de la ciencia a enseñar y de las especificidades contextuales en la que se realiza el proceso de formación –laboratorios donde se generan nuevas experiencias de enseñanza, de aprendizaje y formación en PC, etc.-

Como bien sabemos y según Tamayo (2014), uno de los objetivos centrales de la educación, es la formación del pensamiento crítico en los estudiantes. El buen desarrollo del PC, está relacionado con el dominio específico del conocimiento, mencionado en el párrafo anterior.

Este mismo autor sostiene que el desarrollo del PC puede ser "una estrategia para la autonomía, tanto individual como colectiva, en la que es imprescindible, a su vez, los

procesos educativos y la producción de información y de conocimiento” (Tamayo, 2014, p.32).

Para ello, a parte de la implicación de los docentes para el buen desarrollo de este pensamiento en los alumnos, son los propios estudiantes los que deben participar de manera activa, consciente e intencionada, para poder desarrollarse en ellos mismos, sus propias habilidades de PC y, por consiguiente, adquirir un nuevo aprendizaje (Tamayo, 2014, p. 32).

Actualmente, Tamayo (2014, p.32) menciona que, al hablar de PC, “no nos estamos refiriendo a un seguimiento de normas, métodos estandarizados, etc., sino que nos referimos a la reflexión, resolución de problemas, toma de decisiones, otras habilidades, actitudes, valores e intereses de las personas”.

En conclusión, el pensamiento crítico en la educación es necesario, y más concretamente en la enseñanza de la NdCyT, ya que nos permite actuar de una manera más activa en la sociedad en la que nos encontramos y más aún, si ese desarrollo se da desde edades tempranas, dentro y fuera del aula, y se fomenta mediante problemas cotidianos que nos podemos encontrar en nuestro día a día. Asimismo, si con esos problemas es necesario tratar información, mejor, ya que podremos adquirir un mejor PC al tener que identificar las informaciones correctas o falsas, tendremos que reflexionar y razonar acerca de esa información, tomar decisiones, dar nuestra opinión o argumentos y, respetar y entender las del resto de compañeros o personas de nuestro alrededor.

Además, tanto en ciencia como en tecnología se suele trabajar en grupo y, con un buen PC, se consigue que los alumnos sepan trabajar de manera cooperativa, que sepan enfrentarse a conflictos, que sepan aceptar y distinguir lo verdadero de lo falso, que adquieran argumentos u opiniones más fundamentadas, etc.

Con esto quiero decir que, aparte de la importancia para nuestra vida, el pensamiento crítico se tiene que adquirir de una manera experimental, con una participación activa, ya que de esta manera podremos desarrollar mejor nuestras propias habilidades del pensamiento.

Sin un buen desarrollo del pensamiento crítico, los alumnos tendrán dificultades para entender aspectos básicos de la ciencia y la tecnología y, sobre todo, tendrán

dificultades a la hora de tomar decisiones fundamentadas dentro de su contexto más próximo, centrado en la tecnociencia.

4.5 EL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), según Miñana (1999), surgió en Winnetka (Estados Unidos), de la mano de John Dewey, con el fin de innovar en la educación.

En un principio se entendía como una técnica, pero después pasó a ser un método por parte de Kilpatrick.

Kilpatrick definía proyecto como "una entusiasta propuesta de acción para desarrollar un ambiente social. Se trata de un problema que hay que resolver en condiciones reales", no simuladas (1918:320) (Miñana, 1999, p.3).

Esta forma de trabajo no llegó a las escuelas hasta que, en 1936, se creó la Escuela Normal Superior, que comenzó a difundirla e implementarla (Sáenz, 1997, citado en Miñana, 1999).

Por ABP entendemos que, según Blanck (1997); Dickinson, et al, (1998); Harwell, (1997), citados en Galeana, (2006, párr.vi), "es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicaciones en el mundo real más allá del aula de clase".

Todos los temas que se aborden en esta forma de trabajo, deben ser relacionados con aspectos cotidianos y reales que surjan de los intereses, necesidades y experiencias de los alumnos.

El alumno es el protagonista de su aprendizaje, siendo el profesor el guía y orientador y, el encargado de conectar el currículo con los intereses y necesidades de los alumnos (Vergara, 2016).

A medida que los alumnos trabajan en la investigación propuesta por el profesor, les pueden ir surgiendo nuevas metas y curiosidades que darán pie a nuevos temas de investigación y un mayor aprendizaje no previsto.

Con respecto a las principales **características** que presenta esta forma de trabajo, teniendo en cuenta diversos autores como Díez (1998), Miñana (1999), Galeana (2006), Pozuelos (2007) y Lázaro (2017), nos encontramos con:

Tabla 12.

Características del ABP

Características
<ul style="list-style-type: none">- Se centra en el estudiante y está dirigido por estudiantes.- El proyecto se articula en torno a un tema. Este tema puede venir marcado por los alumnos, el profesor o el centro.- Se trabajan problemas del mundo real.- Presenta carácter colectivo, aunque permite cierta individualidad.- Es una forma de trabajo interdisciplinario.- Existe interrelación entre lo académico, la realidad y las competencias laborales.- Requiere pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración y diferentes formas de comunicación.- Hay investigación y creatividad, siendo elementos esenciales en el proceso de aprendizaje.- La evaluación es llevada a cabo por expertos y por los propios alumnos.- ...

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes.

El ABP pretende llevar a las escuelas el modo natural de aprender que tenemos las personas en cualquier esfera de la vida (Díez, 1998).

Con respecto a las **fases del ABP**, estas no siguen una estructura única, sino que, en función del proyecto que se vaya a implementar, se hará más hincapié en unos aspectos u otros.

Son muchos autores los que mencionan las fases del ABP, siguiendo todas las mismas líneas de trabajo.

Siguiendo las aportaciones de Sánchez (2008), vemos que el ABP sigue las siguientes fases:

1. **Elección del tema.** Como ya se ha mencionado, el tema irá en función de los intereses y necesidades de los alumnos, aunque también puede ser aportado por el profesor o el centro educativo.
2. **Qué queremos saber.** En este momento se recogen las ideas previas que presentan los alumnos, así como las preguntas que les vayan surgiendo en torno al tema elegido. A partir de estos aspectos, se puede comenzar a trabajar en el proyecto, orientándolo hacia las indicaciones, ideas y preguntas de los estudiantes.
3. **Desarrollo del proyecto.** Es el momento de llevar a cabo las actividades, los agrupamientos, etc.
4. **Síntesis de lo trabajado y evaluación.** Es la última fase de esta forma de trabajo. Consiste en recordar todo lo investigado y recopilar todo lo trabajado.

La evaluación se realizará por parte del profesor y el propio alumno (autoevaluación) y de una manera continua a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

Y, por último, el ABP presenta una serie de **ventajas e inconvenientes**. Analizando diversos autores como Vergara (2016), Galeana (2006), Sánchez (2008), Tipperlt y Lindemann (2001), Miñana (1999) y Hernández y Sancho, citados en Miñana (1999), vemos que:

Tabla 13.

Ventajas e inconvenientes del ABP

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Crea un concepto integrador de las diversas áreas del conocimiento. - Hay vinculación entre teoría y práctica. - Crea un sentimiento de pertenencia, ya que es algo que se construye en grupo. - El alumno es protagonista de su aprendizaje. - Parte de los intereses de los alumnos. - Promueve el aprendizaje cooperativo y organizativo. - Promueve la capacidad de investigación. - Resulta una experiencia motivadora. - Da lugar a un aprendizaje significativo. - Desarrolla la capacidad de resolver problemas concretos y reales, que casi siempre requieren de soluciones interdisciplinarias (Miñana, 1999, párr. xx). - Atienden a la diversidad del aula. - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor carga de trabajo, cuando no estás habituado a esta forma de trabajo. - Problemas de organización a nivel personal y a nivel educativo. - La formación del profesorado y la coordinación con la comunidad educativa. - No todos los alumnos presentan los mismos intereses y motivaciones. - Dificultad en la secuenciación de objetivos y contenidos. - Las características de algunos proyectos exigen espacios y tiempos bastante flexibles. - En el caso de la implicación de las familias, no todas aportan en el mismo nivel, estando los hijos de estas en desventaja. - Como los proyectos surgen de los intereses de los alumnos, no se encuentra material didáctico elaborado para las necesidades específicas del grupo, lo cual implica un gran esfuerzo en el diseño de materiales originales (Hernández y Sancho, citados en Miñana, 1999, párr.xxii). - ...

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes.

Visto esto y en relación con el presente trabajo, el PC se puede trabajar mediante el ABP. Gracias a esta forma de trabajo se puede estimular el aprendizaje a partir de un proyecto que se desarrolla en grupos con la ayuda del profesor. Este método de trabajo, no implica un mayor rendimiento escolar, aunque sí desarrolla una serie de habilidades que permiten relacionar conceptos y aplicarlos en diferentes situaciones reales.

Mediante el ABP, al tener que trabajar en grupo, investigar, evaluar, etc., ya entra en juego varios aspectos del PC como el análisis de la información, la reflexión, la toma de decisiones, las explicaciones y argumentaciones, la evaluación, la interpretación de la información, la autonomía personal, etc.

Reitmeier (2002), citado en Rodríguez, Vargas y Luna (2010, p.22), mencionan que:

A través del ABP, se motiva a los estudiantes en la búsqueda de información para solucionar problemas en diversas situaciones (aplicación), en la comprensión de las relaciones teórico-prácticas y en las inferencias derivadas de estas (análisis), en la aplicación de la información para crear nuevos productos o mejorar un proyecto (síntesis) y en el criterio de valorar la información (evaluación).

Además, con esta forma de trabajo "se generan oportunidades en los estudiantes de examinar sus capacidades y desarrollar su lógica para solucionar un problema real" (Duffrin, 2003, citado en Rodríguez, Vargas y Luna, 2010, p. 22).

Como se puede ver, a través del ABP, entran en juego, como se ha mencionado anteriormente, varios aspectos del PC, como el análisis, la síntesis, la resolución de problemas, la toma de decisiones, entre otros, que cobran gran importancia en todas las facetas de nuestra vida, como bien afirman Saiz y Fernández (2012).

Asimismo, como en el ABP se trabaja en grupos, ya sean grandes o pequeños, Martínez-Rodrigo et al., (2007), citados en Rodríguez, Vargas y Luna (2010, p.22), afirman que:

De esta manera se consigue un mayor rendimiento académico, mejores habilidades para el razonamiento y pensamiento crítico, comprensión más profunda de la materia, menores niveles de estrés y ansiedad, mayor motivación, mejores habilidades para ver situaciones desde otra perspectiva, relaciones más positivas y de apoyo mutuo con compañeros, mejor actitud hacia la materia y mayor autoestima.

Al trabajar en grupo con este método, además de conseguir un buen desarrollo del PC – por lo mencionado a lo largo de este apartado- también se consigue una mejora de otros aspectos imprescindibles para la vida del estudiante.

En conclusión, gracias al ABP, el PC se puede ver favorecido y desarrollado, consiguiendo formar a personas críticas, capaces de enfrentarse a la sociedad actual de la manera más razonable y adecuada posible, para resolver aquellos problemas o situaciones que se les presenten.

5. DISEÑO DE LA PROPUESTA

DIDÁCTICA. LA TENSIÓN SUPERFICIAL

5.1 JUSTIFICACIÓN

El proyecto que se muestra a continuación tiene como objetivo principal dar a conocer a los alumnos el tema de la tensión superficial, además de desarrollar, de manera implícita, el pensamiento crítico.

Asimismo, se incorpora una actividad en la que se trabaja un contenido propio de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, que es el conocimiento de la vida de diferentes científicos reconocidos, entre los que se encuentra una mujer. De esta manera se podrá hacer conscientes a los alumnos de que también existen mujeres científicas muy reconocidas, pero que en la actualidad y a lo largo de la historia no se les ha dado la importancia que estas tenían.

Esta propuesta engloba una asignatura establecida en el DECRETO 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria, que es: Ciencias de la Naturaleza. Aun trabajándose una única asignatura del currículo, vemos que la propuesta presenta pinceladas que tienen todas las asignaturas en común, como es la expresión y comunicación de los alumnos, las exposiciones, etc., por lo que el proyecto adquiere un carácter globalizador.

De la misma manera, los contenidos que se abordan en esta propuesta, son los recogidos en el decreto mencionado anteriormente y en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y, además, se han complementado con aquellos que hemos considerado precisos añadir.

Hoy en día, y según el DECRETO 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria, con la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, se pretende que los alumnos comprendan y describan tanto el mundo de la propia naturaleza como aquel que el hombre ha construido. Asimismo, hay que acostumbrar a los niños a que observen y busquen respuestas, para introducirles en el estudio de las ciencias, y que desarrollen

ciertas capacidades como la observación, la crítica, reflexión, análisis, interpretación de datos, etc.

De la misma manera, a través del conocimiento de la naturaleza, se conduce a los alumnos a respetarla y a ser responsables de su conservación.

Como ya se ha mencionado, mediante la propuesta se abordan aspectos importantes que tienen que manejar los alumnos a lo largo de todas las asignaturas, siendo el manejo de la lengua uno de ellos. Es esencial que los alumnos sepan hablar y escuchar de una forma integrada.

El presentar una buena expresión oral y escrita, es el objetivo no solo de la asignatura, de Lengua Castellana y Literatura, sino también del resto de las áreas de la enseñanza primaria.

El tema principal escogido para llevar a cabo el presente proyecto, es la tensión superficial, el cual se puede albergar en Bloque 4. Materia y energía, presente en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Este bloque tiene como objetivo aproximar a los estudiantes, de una forma experimental y sencilla, al estudio de la Física, y es lo que hemos pretendido conseguir a través de las actividades planteadas.

De igual modo, durante las actividades se trabaja tanto la escucha como el habla, siendo, como se ha mencionado, contenidos y objetivos principales, tanto de la asignatura de Lengua Castellana y Literatura como del resto de áreas de Educación Primaria, viéndose recogido en el Bloque 1. Comunicación oral: hablar y escuchar, del Real Decreto 126/2014. Este bloque tiene como objetivo que los alumnos adquieran habilidades necesarias para comunicar con precisión sus propias ideas, realizar discursos cada vez más elaborados, escuchar activamente, interpretar los discursos de los demás, etc.

Visto todo lo anteriormente comentado, es importante mencionar que el desarrollo del pensamiento crítico es un aspecto fundamental para el buen desarrollo de las personas en su día a día y, sobre todo, en el futuro, ya que actualmente vivimos en una sociedad en la que hay que analizar toda la información que recibimos de manera constante, para poder desenvolvernos sin problema.

De igual manera, comentar que el trabajo por proyectos, se trata de una metodología activa que permite aumentar la motivación e interés de los estudiantes para aprender nuevos contenido y, además, rompe con las clases magistrales, en la que el profesor era el mero transmisor de información, mientras que el alumnos era un receptor.

Asimismo, a través de los proyectos, se consigue en los alumnos un aprendizaje significativo ya que, en este caso, son ellos los que deben relacionar las ideas previas que presentan sobre la tensión superficial con los nuevos conocimientos que van descubriendo o se les va aportando.

5.2 CONTEXTUALIZACIÓN

La propuesta que a continuación se expone, va dirigida a Educación Primaria, más concretamente a un sexto curso.

Presenta un carácter abierto y adaptable, ya que su diseño ha sido pensado para que pueda llevarse a cabo en cualquier centro escolar.

La evaluación también puede ser modificada y adaptadas a las características propias que presente el aula donde se desarrolle el proyecto.

5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

Basándonos en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y en el DECRETO 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria, los principales objetivos que se pretenden alcanzar con esta propuesta son:

Tabla 14.

Objetivos

Ciencias de la Naturaleza. Bloque 4. Materia y energía	
Objetivos	
1.	Conocer, identificar, describir y explicar las características principales de la tensión superficial.
2.	Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones para trabajar la tensión superficial, y comunicar el proceso seguido y el resultado obtenido.
3.	Realizar pequeñas investigaciones sobre la tensión superficial.
4.	Buscar, seleccionar y organizar información concreta y relevante, analizar, obtener conclusiones, comunicar su experiencia, reflexionar acerca del proceso seguido y comunicarlo oralmente y por escrito.

5. Desarrollar estrategias para acceder a la información de textos de carácter científicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero y DECRETO 89/2014, de 24 de julio.

Tabla 15.

Objetivos comunes

Objetivos comunes

1. Desarrollar el pensamiento crítico y algunas de sus dimensiones; análisis de argumentos, razonamiento verbal y probabilidad e incertidumbre.
2. Saber emplear de manera adecuada las TIC.
3. Manejar y tratar la información disponible en las diversas fuentes, de manera adecuada.
4. Utilizar, de manera apropiada, el vocabulario correspondiente.
5. Saber trabajar en grupo.
6. Resolver los conflictos de manera pacífica.
7. Ayudar y respetar a los compañeros.
8. Respetar las normas de uso de los materiales.
9. Adquirir autonomía e iniciativa en la toma de decisiones.
10. Exponer oralmente de forma clara y ordenada el contenido.
11. Conocer la vida de científicos reconocidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero y DECRETO 89/2014, de 24 de julio.

5.4 CONTENIDOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

Con respecto a los contenidos que se abordan en el presente proyecto y basándonos en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, y DECRETO 89/2014, de 24 de julio, vemos que estos se centran principalmente en:

Tabla 16.

Contenidos

Ciencias de la Naturaleza. Bloque 4. Materia y energía

Contenidos

1. Propiedad de la materia; la tensión superficial.
2. Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de la materia; la tensión superficial.
3. Procedimientos para demostrar la tensión superficial.
4. La investigación.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero y DECRETO 89/2014, de 24 de julio.

Tabla 17.

Contenidos comunes

Contenidos comunes

1. Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencias, reflexiona acerca del proceso seguido y comunica oralmente y por escrito.
2. Estrategias adecuadas de acceso a la información de textos científicos.
3. Utilización de las TIC de manera adecuada y responsable.
4. Pensamiento crítico y dimensiones; análisis de argumentos, razonamiento verbal y probabilidad e incertidumbre.
5. Trabajo individual y en grupo.
6. Expresión oral.
7. Autonomía e iniciativa en la toma de decisiones.
8. Vocabulario científico.
9. Ayuda y respeto a los compañeros
10. Resolución pacífica de conflictos.
11. Disposición favorable para la realización de las actividades.
12. Disfrute de las actividades (individuales o grupales).
13. Cuidado y respeto de normas y materiales de trabajo.
14. Biografía de científicos reconocidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero y DECRETO 89/2014, de 24 de julio.

5.5 METODOLOGÍA

La principal metodología que lleva a cabo en esta propuesta se trata de una metodología activa, el Aprendizaje Basado en Proyectos.

De la misma manera, se llevará a cabo una metodología flexible, pudiendo realizar modificaciones en aquellos aspectos que sean necesarios, en función de las necesidades e intereses que nos vayan demandando los estudiantes en cada momento.

Asimismo, el presente proyecto ha sido ideado para que haya una construcción del conocimiento por parte de los alumnos, a la vez de que ellos adquieran una participación activa y un trabajo tanto individual como grupal. De esta manera, conseguimos que los estudiantes pongan en práctica todas sus capacidades, así como podrán ir observando y descubriendo sus límites y posibilidades.

Por otra parte, las actividades propuestas serán dinámicas y lúdicas, con el fin de conseguir un desarrollo en la creatividad y la reflexión crítica de los alumnos, así como captar su atención, que se relacionen entre sí, que se impliquen más en el trabajo y que afiancen los contenidos.

Igualmente, con esta propuesta, tanto la inclusión como la integración de los alumnos se ven promovidas ya que no pretende dar protagonismo a una persona, sino que todos los

niños del aula deberán aportar y participar para alcanzar los objetivos propuestos. Por lo que, con ello, se fomenta la socialización entre los alumnos.

De la misma manera, durante todo el proyecto, la autonomía de los alumnos se verá fomentada ya que serán ellos los protagonistas de su propio aprendizaje, mientras que el profesor actuará como guía en todo el proceso.

Gracias a la colaboración entre los alumnos y la presencia del profesor, se conseguirá alcanzar un aprendizaje significativo, ya que todos los alumnos, como ya se ha mencionado, trabajar de manera autónoma, ya sea de forma individual o grupal.

Cabe destacar que las actividades guardan una relación entre ellas, con el propósito de que los alumnos puedan relacionar y emplear todo lo que han ido aprendiendo durante el proyecto, que asimilen lo trabajado y que los aprendizajes resultantes, sean más significativos.

Y, por último, para conseguir todo lo mencionado hasta el momento, es preciso disponer de un conjunto de recursos, ya sean materiales, humanos o espaciales. Cada actividad propuesta necesita de sus propios recursos materiales, pero a su vez requiere de la intervención tanto del profesor como de los estudiantes.

5.6 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El siguiente proyecto que se muestra a continuación, ha sido ideado como una propuesta para trabajar el pensamiento crítico a partir de las Ciencias Experimentales.

Dicha propuesta, se llevaría a cabo durante las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, para darle más sentido y coherencia al tema abordado en el proyecto.

En un primer momento se realizará un pre-test en el que se trabajen ciertas dimensiones del pensamiento crítico, pasando posteriormente a una pequeña contextualización, haciendo preguntas cotidianas a los estudiantes, introduciendo poco a poco el tema principal: la tensión superficial. A partir de esta contextualización, surgen el resto de las actividades que completan el proyecto.

Una vez finalizadas las actividades, se introduce una actividad sobre la NdCyT y, se volvería a pasar el test inicial –post-test- para evaluar el desarrollo del pensamiento crítico en los alumnos.

Destacar que las actividades deberían partir de las necesidades e intereses de los alumnos, pero como se trata de una propuesta, se han ideado en función del criterio de los adultos.

Con respecto a la temporalización del proyecto, se llevará a cabo en el tercer trimestre, coincidiendo el bloque de contenidos con el tema principal de la propuesta. Esta tendrá una duración de 5 sesiones que se distribuirán a lo largo de 1 semana y dos días. Las fechas que aparecen reflejadas en cada actividad, son fechas orientativas.

Todo el desarrollo y las actividades del proyecto que a continuación se muestran, cuentan con una globalidad parcial, trabajándose, como ya se ha mencionado, el área de Ciencias Naturales y ciertos aspectos comunes en el resto de áreas del currículo.

SESIÓN 1

Antes de comenzar con la primera actividad, se procederá a pasar el pre-test para conocer el nivel que presentan los alumnos de PC.

Actividad 1. Comenzamos el proyecto

Tabla 18.

Actividad 1. Comenzamos el proyecto

Objetivos	<ul style="list-style-type: none">– Predisponer a los alumnos para trabajar y aprender.– Conocer las ideas previas que presentan los alumnos con respecto a la tensión superficial.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none">– La tensión superficial.
Fecha	22 de abril de 2019
Desarrollo	<p>La primera actividad consiste en la introducción del tema de la tensión superficial. Para ello, se hará relacionándolo con la vida diaria de los niños, con el fin de captar más su atención y motivarles a seguir aprendiendo más sobre esta propiedad de la materia. Se les preguntará cosas del tipo: cuando tiramos una piedra a un estanque, ¿qué pasa?, ¿se hunde según la tiras o en ocasiones da pequeños saltos sobre el agua? O, ¿no os habéis fijado nunca cuando estáis en la piscina que hay bichos encima del agua?, ¿por qué creéis que pasa eso?, ¿Cómo creéis que se forma una gota de agua?</p> <p>A partir de estas preguntas, los alumnos mencionarán aspectos de la tensión superficial, ya que en este curso, 6º de Primaria, ya lo han trabajado en algún momento, por lo que se pasará, a través de esta dinámica, a conocer las ideas previas que presentan sobre este tema.</p>
Organización del aula	Durante esta actividad, los alumnos trabajarán en grupo –grupo clase-, mientras que el profesor estará por el aula por si fuera necesario.
Metodología	La principal metodología de esta actividad es constructivista, ya que a partir de las ideas que van apareciendo en el aula, los alumnos pueden relacionar sus ideas previas con las nuevas, construyendo nuevos conocimientos más completos y complejos.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

	En cuanto a metodologías activas, aparte del ABP, mencionado anteriormente, no se trabaja ninguna otra.
Rol del docente y del estudiante	<p>En esta actividad el profesor será en un primer momento el guía de la actividad, ya que se centra en orientar las preguntas para que los alumnos lleguen al tema principal que se pretende trabajar en el proyecto y, por último, será un mero espectador que se encargará de anotar, en la pizarra o papel, todas las ideas previas que vayan aportando los alumnos.</p> <p>Con respecto a los estudiantes, deberán dar respuesta, en la medida de lo posible, a las preguntas planteadas en un principio. A continuación, deberán ir aportando las ideas previas que tienen acerca de la tensión superficial.</p>
Capacidades del pensamiento crítico a desarrollar	Esta actividad no pretende trabajar ninguna capacidad del pensamiento crítico, está diseñada meramente para conocer el punto de partida de los alumnos.
Temporalización	Esta actividad durará 20 minutos.
Recursos	<p>Los recursos que se precisan para esta actividad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales: Pizarra o folio y materiales de escritura. - Personales: Profesor y alumnos. - Infraestructuras: Aula ordinaria.
Evaluación	La evaluación de esta actividad se llevará a cabo mediante una observación directa, viendo si los alumnos son participativos, si respetan el turno de palabra, si respetan las ideas de sus compañeros, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial

Tabla 19.

Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentar con la tensión superficial. - Trabajar la rutina del pensamiento "VEO, PIENSO, ME PREGUNTO". - Trabajar en grupo.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión superficial.
Fecha	22 de abril de 2019
Desarrollo	<p>Una vez que conocemos las ideas previas de los alumnos, es el momento de dividir a la clase en 5 grupos, en base al número de experimentos propuestos para esta actividad. A cada grupo se le asignará un experimento* relacionado con la tensión superficial. Los experimentos serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua con polvos de talco y jabón. 2. Agua con pimienta y jabón. 3. Agua con una moneda y jabón. 4. Agua con un clip y jabón. 5. Leche/cola blanca con colorante y jabón. <p>Cada grupo, realizará, para ellos mismos, el experimento que les ha tocado, para ver su funcionamiento, etc., y, a su vez, realizarán la rutina del pensamiento "VEO, PIENSO, ME PREGUNTO" (Anexo I.1), para pasar posteriormente a la siguiente actividad.</p> <p>*Los experimentos vendrán explicados y detallados en una hoja que se entrega a los alumnos, se puede consultar en el Anexo I.1.</p>

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

Organización del aula	Para esta actividad los alumnos estarán sentados en pequeños grupos, mientras que el profesor estará por el aula por si fuera necesario.
Metodología	La principal metodología de esta actividad es por descubrimiento y constructivista. Los alumnos, mediante los experimentos, irán descubriendo en qué consiste la tensión superficial, a la vez de ir construyendo nuevos conocimientos a partir de los que ya poseían. En cuanto a metodologías activas, aparte del ABP, mencionado anteriormente, se trabaja el aprendizaje cooperativo, ya que entre todos los miembros del grupo llegan a un aprendizaje, y las rutinas de pensamiento, debido a que, mientras realizan el experimento, deben llevar a cabo la rutina "VEO, PIENSO, ME PREGUNTO".
Rol del docente y del estudiante	En esta actividad el profesor estará disponible en todo momento para resolver aquellas dudas que les puedan surgir a los alumnos. Con respecto a los estudiantes, estarán en grupos, como ya se ha mencionado, llevando a cabo el experimento que le haya tocado y la rutina del pensamiento.
Capacidades del pensamiento crítico a desarrollar	Con esta actividad las capacidades del pensamiento crítico que se desarrollan son: razonamiento verbal, análisis de argumentos y probabilidad e incertidumbre. El razonamiento verbal y el análisis de argumentos, se ven reflejados en el momento en el que tienen que responder diversas preguntas indicadas en los procedimientos del experimento o mismamente en la rutina del pensamiento. Antes de dar esas respuestas, deberán hacer explícitos sus razonamientos de manera coherente para que los comprendan y analicen el resto de miembros del grupo, comprobando si esos argumentos son válidos o no. En cuanto a la probabilidad e incertidumbre, esta capacidad se observa en el momento de la realización del experimento, comprobando si lo que ellos consideran que puede suceder, ocurre o no ocurre, en qué medida, etc.
Temporalización	Esta actividad durará 30 minutos.
Recursos	Los recursos que se precisan para esta actividad son: <ul style="list-style-type: none"> - Materiales: Materiales correspondientes a cada experimento (vendrá especificado en Anexo I.1), ficha de la rutina del pensamiento y material de escritura. - Personales: Profesor y alumnos. - Infraestructuras: Aula ordinaria.
Evaluación	La evaluación de esta actividad se llevará a cabo a través de una observación directa en la que se tendrá en cuenta si los alumnos participan, si respetan el material, si saben trabajar en grupo, si respetan las opiniones de sus compañeros, etc.

Fuente: Elaboración propia.

SESIONES 2 y 3

Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial

Tabla 20.

Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer más acerca de la tensión superficial. - Trabajar en grupo.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión superficial.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

Fecha	23 y 26 de abril de 2019
Desarrollo	<p>Una vez que los alumnos han experimentado y han llevado a cabo la rutina del pensamiento, tendrán que investigar acerca de su experimento y de las preguntas que se han planteado en la rutina, así como realizar una caza del tesoro. Para llevar a cabo ambas investigaciones, lo realizarán en grupo, de manera autónoma, dentro del horario escolar. Podrán buscar información en los sitios webs proporcionados en la ficha de la realización de la caza del tesoro, o en aquellas fuentes que ellos consideren fiables.</p> <p>Realizadas las investigaciones, se procederá a realizar mesas redondas, donde un miembro de cada uno de los grupos se reunirá con el resto, exponiendo lo que haya investigado con su grupo. En un primer momento, se expondrá, de manera individual, lo que hayan encontrado en relación al experimento y las preguntas de la rutina del pensamiento, pudiéndose ayudar para ello de una ficha –a modo guion- y de la realizando del experimento de su grupo, con el fin de que el resto de sus compañeros vean otras formas de trabajar la tensión superficial. A continuación, se pasará a compartir las ideas obtenidas de la caza del tesoro, viendo si todos coinciden en lo mismo, si se pueden ampliar conocimientos, etc.</p> <p>Tanto la ficha como la caza del tesoro que se les proporcionará para llevar a cabo las investigaciones, se puede ver en Anexo I.2</p>
Organización del aula	<p>En esta actividad los alumnos trabajarán en grupos para llevar a cabo las investigaciones. En el momento de las exposiciones, trabajarán, como se ha mencionado, en mesas redondas.</p> <p>El profesor, mientras tanto, estará por el aula por si fuera necesario.</p>
Metodología	<p>La principal metodología de esta actividad es por descubrimiento, constructivista y transmisión-recepción. Por descubrimiento y constructivista lo encontramos en el momento de la investigación, en el que los alumnos van viendo cosas nuevas acerca del tema del que están indagando, a la vez de que van construyendo nuevos conocimientos a partir de las relaciones que establecen entre sus conocimientos previos y los nuevos.</p> <p>De la misma manera, la metodología por descubrimiento y constructivista, aparece en el momento de las exposiciones, en la puesta en común de lo obtenido a partir de la caza del tesoro, ya que un alumno puede haber encontrado con su grupo una idea que el resto no tiene, pudiendo estos adquirirla como nuevo conocimiento.</p> <p>En cuanto a la transmisión-recepción, se puede apreciar en el momento de las exposiciones individuales, ya que hay un solo exponente que transmite la información a unos receptores. Sí que es verdad que puede haber algún intercambio de palabras entre emisor y receptor, pero mayoritariamente destaca la transmisión-recepción.</p> <p>Con respecto a metodologías activas, aparte del ABP, mencionado anteriormente, se trabaja el aprendizaje cooperativo. Este aprendizaje se da en ambas situaciones, tanto en la investigación, ya que tienen que llevar a cabo una actividad en grupo para resolverla correctamente, como en la exposición, ya que aprenden unos de otros.</p>
Rol del docente y del estudiante	<p>En esta actividad, el profesor estará disponible en todo momento para resolver aquellas dudas que les puedan surgir a los alumnos o ayudar si en algún momento fuera necesario.</p> <p>Con respecto a los estudiantes, deberán llevar a cabo las investigaciones con su grupo para pasar, posteriormente, a las exposiciones en mesas redondas.</p> <p>Durante la exposición individual, el resto de miembros, realizará una rúbrica en la que evaluará al exponente. Finalizada la exposición, será el momento en el que los alumnos podrán preguntar aquellas dudas que hayan podido surgir.</p> <p>A continuación, se pasará a poner en común lo obtenido de la caza del tesoro, teniendo los alumnos que respetarse unos a otros, respetar el turno de palabras, las opiniones, etc.</p>
Capacidades del pensamiento crítico a desarrollar	<p>Con esta actividad las capacidades del pensamiento crítico que se desarrollan son: razonamiento verbal y análisis de argumentos.</p> <p>Tanto en las investigaciones como en las exposiciones aparecen estas capacidades ya que, al investigar,</p>

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

	<p>tienes que hablar con tus compañeros dando tus razones/argumentos y analizar los de sus compañeros, para realizar de manera correcta dicha investigación.</p> <p>Y, con respecto a las exposiciones, tanto a la individual como a la conjunta, el exponente tiene que dar en todo momento un razonamiento verbal para "convencer" a sus oyentes, mientras que los receptores analizan esos argumentos que están recibiendo para ver si pueden ser correctos o no, si se ajustan a lo que ellos piensan, etc.</p>
Temporalización	Esta actividad durará 2 horas. 1 hora para las investigaciones en grupo y 1 hora para llevar a cabo ambas exposiciones.
Recursos	<p>Los recursos que se precisan para esta actividad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales: Materiales correspondiente a cada experimento, ficha de preguntas, caza del tesoro y rúbrica de autoevaluación. - Personales: Profesor y alumnos. - Infraestructuras: Aula ordinaria.
Evaluación	Esta actividad se evaluará mediante una observación directa de los estudiantes. Se tendrá en cuenta la participación, la preparación del contenido, el respeto a sus compañeros, el trabajar en grupo, etc. Asimismo, la actividad contendrá una rúbrica de coevaluación, en la que los alumnos tendrán que evaluar al exponente de su grupo en las mesas redondas (Anexo II.6). Se le dará una rúbrica a cada alumno.

Fuente: Elaboración propia.

SESIÓN 4

Actividad 4. ¿Qué hemos aprendido de la tensión superficial?

Tabla 21.

Actividad 4. ¿Qué hemos aprendido de la tensión superficial?

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Recordar los aspectos más importantes de la tensión superficial. - Trabajar en grupo.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - La tensión superficial.
Fecha	29 de abril de 2019
Desarrollo	<p>Esta será la última actividad del proyecto y se empleará a modo de evaluación, viendo el grado de adquisición, análisis y síntesis que presentan los alumnos acerca del tema de la tensión superficial y el tratamiento de datos e información.</p> <p>Consiste, en un primer momento, en realizar, de manera conjunta, una síntesis de todo lo visto hasta el momento sobre el tema de la tensión superficial, pasando, posteriormente, a la elaboración de un mural o <i>lapbook</i> en el que quede todo reflejado.</p> <p>Una vez finalizado el trabajo, se volverá a repasar entre todos y se expondrá en el aula para que los alumnos lo puedan emplear a modo de consulta.</p>
Organización del aula	Para esta actividad, los alumnos trabajarán en gran grupo contando con la presencia del profesor, por si fuera necesario.

Metodología	<p>La principal metodología de esta actividad es constructivista, ya que durante la primera parte de la actividad, en la que hay que hacer una síntesis de todo el contenido abordado, los estudiantes deberán construir sus propios conocimientos a partir de los que ya poseían, pero esta vez de una manera más sintética, de tal manera que les permita estructurar mejor sus ideas.</p> <p>En cuanto a metodologías activas, aparte del ABP, mencionado anteriormente, se trabaja el aprendizaje cooperativo, ya que tienen que llevar a cabo un trabajo de manera grupal, ayudándose unos a otros hasta conseguir el objetivo final.</p>
Rol del docente y del estudiante	<p>En esta actividad el profesor estará en todo momento disponible por si tiene que ayudar en algo, pero se dedicará, sobre todo, a guiar la actividad.</p> <p>Con respecto a los estudiantes, deberán de realizar, con las orientaciones del profesor, un mural o <i>lapbook</i>, en el que se refleje todo lo trabajado sobre la tensión superficial.</p>
Capacidades del pensamiento crítico a desarrollar	<p>Con esta actividad las capacidades del pensamiento crítico que se desarrollan son: razonamiento verbal, y análisis de argumentos.</p> <p>Ambas capacidades están presentes en el momento de sintetizar todo el contenido abordado, ya que habrá que analizar y valorar cuáles de las ideas que se van diciendo son las más adecuadas y completas para introducir en el trabajo final.</p>
Temporalización	Esta actividad durará 1 hora.
Recursos	<p>Los recursos que se precisan para esta actividad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales: Papel continuo, goma Eva, material de escritura y pintura, folio y cola blanca. - Personales: Profesor y alumnos. - Infraestructuras: Aula ordinaria.
Evaluación	Esta actividad se evaluará mediante una observación directa en la que se tendrá en cuenta la participación de los alumnos, el respeto del turno de palabra, el trabajo en equipo, el respeto de los compañeros, etc.

Fuente: Elaboración propia.

SESIÓN 5

Una vez que se han llevado a cabo todas las sesiones relacionadas con la tensión superficial, creemos conveniente añadir una actividad más centrada en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, ya que este aspecto contribuye positivamente al desarrollo del pensamiento crítico. Asimismo, este aspecto, actualmente es poco trabajado en las escuelas aunque ciertos contenidos del currículo oficial den pie a trabajarlo de una manera directa e innovadora.

Actividad 5. Conocemos científicos

Tabla 22.

Actividad 5. Conocemos científicos

Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer nuevos científicos. - Comparar características de diferentes científicos.
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - Biografía de científicos reconocidos.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | 2019

Fecha	30 de abril de 2019
Desarrollo	<p>Esta actividad consistirá en una pequeña investigación y comparación entre dos científicos relacionados con la tensión superficial, un hombre y una mujer. Para ello se le dará a cada alumno una ficha (Anexo I.3) que deberá completar con la información disponible en diversas páginas web en las que aparezcan las biografías de ambos científicos.</p> <p>Una vez que los alumnos han completado la ficha, se reunirán en grupos de 3-4 alumnos para comentar todas las semejanzas y diferencias entre ambos científicos. Realizada esta pequeña reunión, se procederá a una puesta en común entre todos los alumnos de la clase, viendo si todos han obtenido la misma información, finalizando con una reflexión acerca de las mujeres científicas.</p>
Organización del aula	Para esta actividad, los alumnos trabajarán en un primer momento de manera individual, pasando posteriormente a trabajar en pequeños grupos y, por último, en gran grupo. Contarán con la presencia del profesor por si fuera necesario.
Metodología	<p>La principal metodología de esta actividad es por descubrimiento, ya que durante la primera parte de la actividad, en la que tienen que buscar información para rellenar la ficha, los alumnos deberán ir indagando por páginas webs, descubriendo aquellos datos e información que antes eran desconocidos para ellos.</p> <p>A medida que va avanzando la actividad, la metodología será más constructivista, ya que al escuchar ideas y opiniones de otros compañeros, se puede ir construyendo nuevos conocimientos a partir de los que ya se poseía.</p> <p>Lo mismo ocurre en la parte final de la actividad, en la que se realiza una reflexión acerca de las mujeres científicas. En este momento, los alumnos pueden poseer ciertos conocimientos acerca de este tema, pero quizás no sean los más correctos o completos, por lo que pueden perfeccionar esos conocimientos previos.</p> <p>En cuanto a metodologías activas, esta actividad no presenta ninguna de ellas.</p>
Rol del docente y del estudiante	<p>En esta actividad el profesor estará en todo momento disponible por si tiene que ayudar en algo, pero se dedicará, sobre todo, a guiar la actividad.</p> <p>Con respecto a los estudiantes, deberán realizar, de manera autónoma, la ficha que se les proporciona previamente y, a continuación, exponer esas ideas con el resto de sus compañeros.</p>
Capacidades del pensamiento crítico a desarrollar	<p>Con esta actividad las capacidades del pensamiento crítico que se desarrollan son: razonamiento verbal, y análisis de argumentos.</p> <p>Ambas capacidades están presentes en el momento en el que los alumnos deben comentar con sus compañeros aquellas semejanzas y diferencias entre los científicos, ya que tendrán que dar sus razonamientos sobre lo que están comentando, así como analizar los argumentos que aportan sus compañeros para comprobar si son válidos o no.</p>
Temporalización	Esta actividad durará 1 hora.
Recursos	<p>Los recursos que se precisan para esta actividad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales: Ficha, ordenador y material de escritura. - Personales: Profesor y alumnos. - Infraestructuras: Aula ordinaria.
Evaluación	Esta actividad se evaluará mediante una observación directa en la que se tendrá en cuenta la implicación y participación del alumno, su capacidad de trabajo autónomo, el respeto del turno de palabra, el respeto de los compañeros, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Finalizada esta actividad, se procederá a pasar el post-test, que nos permitirá comprobar la evolución y desarrollo del PC con respecto al principio de la propuesta.

5.7 RECURSOS Y TEMPORALIZACIÓN

En cuanto a los recursos necesarios a lo largo del proyecto, se han ido haciendo alusión a ellos a lo largo de las actividades.

Con respecto a la temporalización en la que transcurriría el presente proyecto, la duración total sería de 5 sesiones, y las actividades quedarían distribuidas como aparecen reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 23.

Temporalización

Sesión	Actividad	Duración
Sesión 1	Actividad 1. Comenzamos el proyecto	20 minutos
	Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial	30 minutos
Sesión 2	Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial	2 horas
Sesión 3		
Sesión 4	Actividad 4. ¿Qué hemos aprendido de la tensión superficial?	1 hora
Sesión 5	Actividad 5. Conocemos científicos	1 hora

Fuente: Elaboración propia.

5.8 EVALUACIÓN

La evaluación diseñada para el presente proyecto será continua e integradora y se tendrá en cuenta a los alumnos, al docente y al diseño.

En un primer momento, se comenzará evaluando los conocimientos previos que presenten los alumnos sobre el tema planteando, la tensión superficial. En las posteriores actividades, se irá evaluando los nuevos aprendizajes que van adquiriendo los alumnos y, por último, en la última actividad, se realizará una evaluación final con el propósito de comprobar el grado de adquisición de los contenidos por parte del alumnado.

Como se puede observar, se tiene en cuenta el proceso que sigue el alumno durante todo el proyecto, además de no olvidarse de los conocimientos adquiridos, las actitudes y los comportamientos.

Asimismo, se pretende llevar a cabo una evaluación formativa y compartida, consiguiendo “un alumnado activo y responsable de sus aprendizajes” (Bowden y Marton, 2012; Brown y Glasner, 2007, citados en López et al., 2013, p.24) y “un profesorado con un papel interactivo y secuencial” (Bembenutty, 2009, citado en López et al., 2013, p.24).

Además, a través de esta evaluación, según López et al. (2013), se guía y ayuda al estudiantes, se adaptada a los que aprenden y está inmersa en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Blanck y Wiliam, 1998; Brookhart, 2007; Yorke, 2003).

Si en todo momento tenemos en cuenta los *feedbacks* que nos van aportando nuestros alumnos, conseguiremos realizar adaptaciones que mejoren sus aprendizajes y resultados (Ferguson, 2011; Nicol y Macfarlane-Dick, 2006; Sadler, 2010).

De igual manera, si desde un principio se acuerda con los alumnos cómo se les va a evaluar, conseguiremos, por parte de ellos, “una responsabilidad, una implicación y un control sobre su propio aprendizaje” (Boud y Falchikov, 2007; Falchikov, 2005, Rodriguez y Herrea, 2009, citados en López et al., 2013, p.24). Además, siguiendo la evaluación compartida, se consigue, según Hamodi, López y López (2015), desarrollar en los alumnos el pensamiento crítico, la autonomía, etc.

Considero importante recordar que la evaluación que se propone en este apartado, es solo un modelo de evaluación, ya que la propuesta no se ha llevado a la práctica. Esta evaluación ha sido diseñada de tal manera que se ajuste a lo propuesto en el proyecto.

5.8.1 Alumnos

- Criterios de evaluación.

La evaluación se hará basándonos en los criterios de evaluación que aparecen en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Anexo II.1).

Asimismo, se establecen una serie de criterios de evaluación comunes (Anexo II.2).

- Instrumentos de evaluación.

Los alumnos contarán con una **observación directa de las actitudes** llevada a cabo por el profesor, teniendo en cuenta su manera de organizar el trabajo, la resolución de las dificultades con las que se encuentre, las estrategias empleadas, etc. Esta evaluación se

realizará tanto si se trabaja de manera individual como grupal. A esta observación le acompañará como instrumento una rúbrica (Anexo II.3).

De la misma manera, los alumnos deberán realizar un **pre-test** y un **post-test** para conocer el desarrollo de su pensamiento crítico a lo largo de toda la propuesta. Estos test, se basarían en situaciones adaptadas del test de Halpern (Anexo II.4).

- Medios de evaluación.
 - Mesa redonda
 - Exposiciones
- Coevaluación durante una de las exposiciones de la actividad 3 (Anexo II.5).
- Semáforo de autoevaluación y pequeña rúbrica para llevar a cabo la autoevaluación del alumnado. (Anexo II.6).

5.8.2 Docente

- Autoevaluación y evaluación del Proyecto (Anexo II.7).
- Evaluación de la acción docente empleando para ello una rúbrica con diferentes ítems. (Anexo II.8).

5.8.3 Diseño

- Rúbrica de evaluación del diseño (Anexo II.9).

6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

FINALES

Dada la importancia del Pensamiento Crítico y su relación directa con la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, que queda patente en el análisis bibliográfico, se desarrolla una propuesta en la que se trabaja de manera indirecta el PC, a través de un contenido propio de Educación Primaria, que es la tensión superficial. Asimismo, en la propuesta también se trabaja un contenido propio de la NdCyT, con el propósito de hacer conscientes a los alumnos de que la ciencia va más allá de lo que aparece en los libros.

Teniendo en cuenta el marco teórico y su correspondiente análisis bibliográfico, vemos que con esta propuesta se desarrolla el PC, aspecto imprescindible para el buen desarrollo de individuos, capaces de actuar de manera crítica y desenvolverse sin problema en la sociedad actual, la cual nos bombardea constantemente de datos e información que debemos transformar en conocimiento. Además, tanto en la propuesta como en la evaluación del pensamiento crítico, se han planteado situaciones reales y cotidianas con las que los alumnos se pueden encontrar, facilitando más aun este desarrollo.

De la misma manera, aunque es recomendable trabajar todas las dimensiones, nos hemos querido centrar en tres de las 5 dimensiones que propone Halpern, con el fin de trabajarlas más específicamente, pudiendo los alumnos extrapolarlas a su vida diaria.

Según mencionada Solber y Torres (2013), si no presentamos un buen PC, la evolución de la ciencia se ve perjudicada, por lo que es necesario partir de conocimientos cotidianos y promover la participación activa desde la enseñanza de las ciencias, y es lo que hemos llevado a cabo con la presente propuesta. Hemos pretendido que los alumnos puedan relacionar conceptos, discutir cuestiones científicas, indagar, argumentar, etc.

Asimismo, se ha querido trabajar el PC desde las clases de ciencias, ya que a partir de estos contenidos, es más fácil crear experiencias sencillas que involucren a todos los alumnos, creando, de la misma manera, espacios donde puedan hablar entre ellos.

Mediante esta propuesta, como se ha mencionado, también se han trabajado contenidos de la NdCyT. Estos contenidos, hoy en día apenas se fomentan en la escuela, aunque estén presentes en ciertos contenidos del currículo oficial. Por ello, se ha querido aprovechar esta propuesta para trabajarlo, ya que de esta manera los alumnos conocerán más allá de la ciencia, entenderán mejor el mundo actual, que está impregnado de ciencia y tecnología, y serán capaces de tomar decisiones razonadas sobre cuestiones tecnocientíficas.

Además, con el contenido de la NdCyT que se trabaja en la propuesta, se pretende hacer entender a los alumnos que los científicos pueden ser tanto hombres como mujeres, aunque históricamente a las mujeres no se les ha dado tanta importancia como a los hombres, aun teniendo mayores méritos. También se puede hacer una reflexión sobre el porqué a las mujeres no se las reconocía tanto o incluso se les atribuía sus trabajos a los hombres.

Visto esto, creemos necesario mencionar que a través de la NdCyT, el PC también se ve desarrollado, ya que es necesario analizar información, tomar decisiones, etc.

De la misma manera, se ha empleado una metodología activa para trabajar todo lo mencionado hasta el momento, que es el Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta metodología se centra en el alumnado, es decir, el alumno es el protagonista de su propio aprendizaje mientras que el profesor actúa como guía en todo el proceso.

Como se puede ver en la propuesta, que se trata de un proyecto, son los alumnos los responsables en todo momento de llevar a cabo las actividades, ya sea de manera individual o grupal, mientras que el profesor está de apoyo por si fuera necesario.

A partir de esta metodología, los alumnos adquieren un aprendizaje significativo, profundo y duradero que pueden extrapolar a su vida cotidiana y en un futuro. Además de que al ser ellos los que participan de manera activa, consciente e intencionada, desarrollan en ellos mismos sus propias habilidades del PC, aunque el docente también esté implicado en este proceso.

A su vez, a través de esta forma de trabajo, el PC también está presente en los momentos en los que los alumnos tienen que trabajar en grupo, analizar información, reflexionar, argumentar, etc.

De la misma manera, como sabemos, tanto en ciencia como en tecnología se suele trabajar en grupo, por lo que a través del ABP y de esta propuesta, los alumnos aprenden a trabajar de manera cooperativa, a enfrentarse a conflictos, a adquirir argumentos más fundamentados, mejorar las habilidades de razonamiento y pensamiento crítico, etc.

Con respecto a la evaluación, como habrán podido ver a lo largo del trabajo y podrán ver en anexos, esta se basa principalmente en una observación directa hacia los alumnos, acompañada de una rúbrica con diferentes ítems. Esta observación se realizará en todo momento para ir comprobando el progreso de cada uno de los alumnos, así como ver sus nuevos aprendizajes, su comportamiento con el resto de sus compañeros, sus actitudes, etc.

Asimismo, para evaluar el desarrollo del PC se emplea un pre-test y un post-test basados en la evaluación de Halpern, ya que estas emplean situaciones reales y cotidianas con la que se pueden encontrar los alumnos, lo que nos facilita más el desarrollo de este pensamiento.

A su vez, los alumnos realizan una coevaluación, para que ellos mismos sean conscientes y críticos de los argumentos e ideas que proporcionan sus compañeros, así como una autoevaluación, comprobando en primera persona qué han aprendido, qué les ha faltado, etc.

Con respecto a la evaluación de la acción docente y del diseño, se emplean rúbricas que permitan al profesor ver si la manera de llevar a cabo la propuesta es la adecuada, o es necesario realizar alguna modificación que se ajuste al curso o a las características del aula.

Visto esto, solo nos faltaría mencionar que a partir del presente trabajo y la correspondiente propuesta, se considera que todos los objetivos planteados en un principio se han cumplido.

Con respecto al primer objetivo, relacionado con la revisión y el análisis bibliográfico sobre el PC en la Educación Primaria, vemos que se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis (apartado número 8 del presente trabajo), lo que ha servido como base fundamental para poder establecer y plantear la propuesta.

En cuanto al segundo y tercer objetivo, vemos que a través de la propuesta planteada, en la cual se trabaja la tensión superficial, se desarrollan diferentes dimensiones del PC. Destacar que la propuesta ha sido diseñada para el curso de sexto de primaria teniendo en cuenta los contenidos y criterio de evaluación que se contemplan en este periodo de la Educación Primaria.

Por último, el cuarto objetivo, relacionado con la elaboración de instrumentos de evaluación y la fundamentación de su aplicación para la consecución de los objetivos propuestos, a pesar de que cada actividad cuenta con su propia evaluación, también se han elaborado instrumentos de evaluación generales, a través de los cuales el profesor puede ver el progreso que sigue cada uno de sus alumnos. De la misma manera, los alumnos también cuentan con una serie de instrumentos de evaluación que les permite tanto evaluar su aprendizaje (autoevaluación) como evaluar el trabajo que han llevado a cabo sus compañeros en determinadas actividades (coevaluación).

6.1 OPORTUNIDADES Y LÍMITACIONES

Una vez llevado a cabo el presente trabajo, vemos que este presenta una serie de oportunidades y limitaciones.

Con respecto a las oportunidades, vemos que se le podría dar una continuidad a la propuesta planteada. Esto se podría llevar a cabo mediante una implementación en un aula, así como analizar los resultados obtenidos tras la puesta en práctica, comprobando, a partir de evidencias, si se cumple todo lo esperado.

Las limitaciones que hemos encontrado han sido que no se ha podido llevar a cabo la propuesta, ya que no disponíamos del tiempo que nos hubiera gustado, así como la poca implicación que mostró el centro en el que se solicitó su puesta en práctica.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J.A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), pp. 134-169. Recuperado de:
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3753/3330>
- Acevedo, J., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixao, M. y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp.121-140. Recuperado de:
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3912>
- Acevedo, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16. Recuperado de:
http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A., y Acevedo, P. (2007a). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka de enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4(1), 42-66. Recuperado de:
http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero_4_1/Acevedo_2007.pdf
- Acevedo-Díaz, J., y Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M., y Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (2), 202-225. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040201>
- Blanco López, A., España Ramos, E. & Franco-Mariscal, A.J (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica* 1(1), 107-115. Recuperado de:
<http://revistas.udc.es/index.php/apice/article/view/arec.2017.1.1.2004>
- DECRETO 89/2014, de 24 de julio, *del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria*. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 175, de 25 de julio de 2014.

- Díez, C (1998). *La oreja verde de la escuela. Trabajo por proyectos y vida cotidiana en la escuela infantil* (2ª ed.). Madrid, España: Ediciones de la Torre.
- Fraile, A, López-Pastor, V., Castejón, J y Romero, R. (2013). La evaluación formativa en docencia universitaria y el rendimiento académico del alumnado. *Aula Abierta*, 41, 23-34. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4239063>
- Galeana, L. (2006). *Aprendizaje basado en proyectos*. Universidad de Colima. Recuperado de: <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- García-Ruíz, M., Maciel Magaña, S. y Calixto Flores, R. (2015). La naturaleza de la ciencia y la tecnología en la formación de profesores de primaria. En torno a una mejor comprensión desde la perspectiva de género. *Interaccoes*, 34, pp.91-117. Recuperado de: <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6925>
- Hamodi, C, López-Pactor, V y López-Pastor, A. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles educativos*, 37 (147), 146-161. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v37n147/v37n147a9.pdf>
- Lázaro, P. (2017). Innovaciones metodológicas para la sociedad digital: aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, flipped classroom e inteligencias múltiples. *Tendencias pedagógicas*, (30), 339-354. Recuperado de:
<https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/8111/8427>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, de 1 de marzo de 2014.
- Manassero-Mas, M. (2015). Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología. *Proyecto EDU2015-64642-R (MINECO/FEDER)*.
- Manassero-Mas, M. y Bennássar-Roig, A. (2013). Enseñando naturaleza de la ciencia y tecnología a profesores de ciencias: Análisis de un caso en formación inicial. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 2098-2102. Recuperado de:
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap2098.pdf

- Miñana, C. (1999). El método de proyectos. *Programa RED*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:
http://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo_proyectos.pdf
- Muñoz, G.A. (2014). Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 6(11), 61-76. Recuperado de:
<https://doi.org/10.22430/21457778.496>
- Nieto, A.M., Saiz, C., y Orgaz, B. (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas. *Revista electrónica de metodología aplicada*, 14(1), 1-15. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/28243513_Analisis_de_la_propiedades_psicometricas_de_la_version_espanola_del_HCTAES-Test_de_Halpern_para_la_evaluacion_del_pensamiento_critico_mediante_situaciones_cotidianas
- Olivares, S.L., y Heredia, Y. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(54), 759-778. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v17n54/v17n54a4.pdf>
- Pozuelos, F.J. (2007). *Trabajo por proyectos en el aula: Descripción, investigación y experiencias* (1ª ed.). Sevilla, España: Cooperativa Educativa.
- Quijano, S.A., Soto, A.M., y Gil, M.J. (2014). Estrategia didáctica basada en preguntas para favorecer el pensamiento crítico en la clase de gestión ambiental en el Instituto Tecnológico Metropolitano. *Producción + Limpia*, 9(1), 63-72. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5001924>
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, 52, de 1 de marzo de 2014.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado, 260, de 30 de octubre de 2007.

- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E. y Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y Educadores*, 13 (1), 13-25. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v13n1/v13n1a02.pdf>
- Saiz, C. y Fernández, S. (2012). Pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas cotidianos. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 325-346. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/6026>
- Sánchez, A.B. (2008). Metodología: Aprender a aprender... Enseñar a aprender... o tal vez... ¿Aprender a Enseñar...? *Innovación y Experiencias Educativas*, (16). Recuperado de: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_16/ANA%20BELEN_SANCHEZ_1.pdf
- Solbes, J. & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25687/1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(2), 171-181. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2831/2479>
- Solbes, J. & Torres, N. (2013). ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico? *Tecné, Episteme y Didaxis*, 33, 61-85. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n33/n33a03.pdf>
- Tamayo, O.E. (2014). Pensamiento crítico dominio- específico en la didáctica de las ciencias. *TED: Tecné, episteme y didaxis*, 36, 25-46. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a03.pdf>
- Tenreiro-Vieira, C., y Marques Vieira, R. (2000). *Promover o Pensamento Critico dos Alunos*. Porto (Portugal). PORTO EDITORA.

- Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). *El Método de Proyectos*. El Salvador, München, Berlin. Recuperado de:
https://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/el_metodo_de_proyectos.pdf
- Torres, N. & Solbes, J. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (2), 43-65. Recuperado de:
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309279/399258>
- Tuay Sigua, R., Pérez Mesa, M. y Porras Yair, A. (2014). Miradas de la naturaleza de la ciencia y la tecnología desde la perspectiva CTSA de maestros en escuelas normales. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, pp.1-7. Recuperado de:
<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/3077/2992>
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 2-31. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024530002>
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. (2017). Contenidos de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los nuevos currículos de básicos de educación secundaria. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 21 (1), 294-312. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/567/56750681014.pdf>
- Vergara, J.J. (2016). *Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso* (2ªed.). España: SM.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO I. ACTIVIDADES

8.1.1 Anexo I.1. Actividad 2. Experimentamos con la tensión superficial

Experimento 1

Materiales:

- Polvos de talco (para pies)
- Detergente/ Jabón
- Agua
- Vaso de cristal

Procedimiento:

1. Llena el vaso con agua hasta que solo falten 2cm de vaso sin rellenar.
2. Añade polvos de talco hasta cubrir toda la superficie de agua. ¿Qué sucede? ¿por qué sucederá?
3. Por último, añade el jabón, disuelto en agua, sobre el talco y observa lo que ocurre. ¿Por qué pasará eso?

Experimento 2

Materiales:

- 1 moneda
- Cuentagotas
- Vaso de agua
- Jabón
- Cuchara
- Papel de cocina

Procedimiento:

1. Lava la moneda para eliminar cualquier suciedad que pueda tener. Después seca bien la moneda.
2. Coloca la moneda sobre la mesa y comienza a añadir gotas, poco a poco. ¿Qué observas? ¿Por qué sucede eso? Puedes probar este paso varias veces, contando cada vez la cantidad de gotas que soporta la moneda antes de derramarse el agua. (Recuerda que cada vez que vayas a intentar este proceso, seca bien la moneda)
3. A continuación, echa unas gotas de jabón en el vaso de agua y repite el experimento. ¿Observas alguna diferencia con respecto al otro? ¿por qué será?

Experimento 3

Materiales:

- Un clip metálico
- Un tenedor
- Un vaso
- Agua
- Jabón

Procedimiento:

1. Llena el vaso de agua y deja que repose.
2. Con cuidado, coloca el clip sobre la superficie del agua. Si no lo consigues, usa el tenedor para que te sea más fácil.
3. Observa la superficie del agua sobre la que está apoyado el clip, ¿qué ves?, ¿por qué sucederá eso?
4. Por último, echa en el agua una gota de jabón, lejos de donde está el clip. ¿Qué ha ocurrido? ¿por qué pasará?

Experimento 4

Materiales:

- Cola blanca o Leche
- Colorante alimentario
- Jabón
- Recipiente de plástico transparente
- Bastoncillos de algodón

Procedimiento:

1. Añade cola blanca hasta cubrir el recipiente.
2. Echa gotas de colorante sobre la superficie. ¿Qué observas? ¿Por qué?
3. Después, moja el bastoncillo en el jabón y toca, suavemente, sobre la superficie del líquido. ¿Qué ocurre con los colores? ¿Por qué?

Experimento 5

Materiales:

- Plato hondo
- Agua
- Pimienta negra
- Jabón
- Bastoncillo de algodón

Procedimiento:

1. Llena el fondo del plato con agua.
2. Coge la pimienta, y espolvorea sobre el agua hasta cubrir la superficie. ¿Qué pasa con la pimienta? ¿Por qué?
3. Moja el bastoncillo de algodón en un poco de jabón.
4. Coloca el bastoncillo, por la parte mojada de jabón, en el centro del plato. ¿Qué ocurre? ¿por qué será?



8.1.2 Anexo I.2. Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial

FICHA

Nombre de los integrantes del grupo: _____

1. ¿Cuál era nuestro experimento?
2. ¿En qué consistía?
3. ¿Qué es la tensión superficial? ¿en qué consiste?
4. ¿Cuáles son las preguntas que nos planteamos en la rutina?
5. ¿Qué he investigado acerca de ellas?
6. Conclusión

Caza del tesoro

Instrucciones:

A la caza del tesoro podéis ir solos o acompañados por uno o varios amigos. A continuación aparecen una serie de preguntas que debéis contestar buscando la respuesta en los recursos que se os facilitan.

Disponéis de media hora para resolverlas. Posteriormente se procederá a una puesta en común de vuestras respuestas, en mesas redondas, descubriendo quien o quienes han conseguido el tesoro.

Texto introductorio:

"Antes de proceder a desentrañar el significado del término tensión superficial, lo que vamos a hacer es conocer el origen etimológico de las dos palabras que le dan forma. En este sentido, podemos determinar que ambas derivan de latín:

- Tensión procede de "tensio", que significa "acción y efecto de encontrarse estirado". Hay que subrayar además que es fruto de la suma de dos componentes latinos: el adjetivo "tensus", que puede traducirse como "estirado", y el sufijo "-ción", que se utiliza para indicar lo que es la citada "acción y efecto".

- Suoerficial, por otra parte, proviene de "superficialis", que puede traducirse como "lo equivalente a la superficie". En su caso es un término compuesto por tres partes; el prefijo "super-", que se emplea para indicar "sobre"; el sustantivo "facies", que es sinónimo de "rostro"; y el sufijo "-al", que se usa para indicar "relativo a".

Preguntas:

1. ¿Qué es la tensión superficial?
2. Ahora defínela con tus palabras.
3. ¿A qué se suele aplicar la tensión superficial?
4. ¿En que nos basamos para decir si un líquido presenta más o menos tensión superficial?
5. ¿De qué depende la tensión superficial?
6. ¿Cuál es el líquido con mayor tensión superficial?
7. ¿Cuál es la unidad de medida de la tensión superficial?
8. ¿Por qué el agua caliente se congela más rápido que el agua fría?
9. Busca algún ejemplo de tensión superficial que veamos a menudo pero que no sabíamos que se trataba de ello.

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC. Experimentales. | 2019

Recursos

A continuación aparecen diversas páginas webs, donde deberéis acceder para recopilar y sintetizar toda la información que da respuesta a las preguntas anteriores. ¡BUENA SUERTE!

- CienciaToday; ¿Qué es la Tensión Superficial?:
<https://cienciatoday.com/que-es-la-tension-superficial/>
- Definición.de; Tensión Superficial:
<https://definicion.de/tension-superficial/>
- A flote. Tensión superficial del agua:
<https://afloateah.wordpress.com/2010/11/24/tension-superficial-del-agua/>
- Boussey Control. Tensión superficial.
<http://www.boussey-control.com/esp/tension-superficial.htm>
- Okdiario. ¿Qué es la tensión superficial?
<https://okdiario.com/curiosidades/que-tension-superficial-2582748>

8.1.3 Anexo I.3. Actividad 5. Conocemos científicos

Categoría	Agnes Pockels	John William Strutt
Época		
Motivación científica		
Formación científica		
Descubrimiento/Invención		
Premios/Títulos obtenidos		
Número de las principales obras/publicaciones		
¿Fue reconocido su trabajo?		

8.2 ANEXO II. EVALUACIÓN

8.2.1 Anexo II.1. Alumnos. Criterios de evaluación

Tabla 24.

Criterios de evaluación

Asignatura / Bloque	Criterios de evaluación
Ciencias de la Naturaleza / Bloque 4. Materia y energía	<ol style="list-style-type: none">1. Estudiar las propiedades de los materiales. La tensión superficial.2. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre fenómenos físicos de la materia, en concreto, sobre la tensión superficial, y comunicar el proceso seguido y el resultado obtenido.3. Observar, identificar y describir las propiedades de la materia; la tensión superficial.4. Utilizar diferentes procedimientos para demostrar la tensión superficial.5. Identificar y explicar las principales características de la tensión superficial.6. Buscar, seleccionar y organizar información concreta y relevante, analizar, obtener conclusiones, comunicar su experiencia, reflexionar acerca del proceso seguido y comunicarlo oralmente y por escrito.7. Desarrollar estrategias para acceder a la información de textos de carácter científico.8. Realizar un proyecto, trabajando en equipo, y presentar un informe recogiendo información de diferentes fuentes, con diferentes medios y comunicando de forma oral la experiencia realizada.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.

8.2.2 Anexo II.2. Alumnos. Criterios de evaluación comunes

Tabla 25.

Criterios de evaluación comunes

Criterios de evaluación comunes
<ol style="list-style-type: none"> 1. Manifestar autonomía en la planificación y ejecución de acciones y tareas y tener iniciativa en la toma de decisiones. 2. Utilizar, de manera adecuada, el vocabulario correspondiente. 3. Exponer oralmente de forma clara y ordenada el contenido. 4. Hacer uso adecuado de las TIC. 5. Conocer y aplicar estrategias de acceso y trabajo en Internet. 6. Utilizar con responsabilidad algunos recursos a su alcance proporcionado por las TICs. 7. Utilizar estrategias para realizar trabajos de forma individual o en equipo, mostrando habilidades para la resolución pacífica de conflictos. 8. Conocer y respetar las normas de uso y de seguridad de los instrumentos y de los materiales de trabajo. 9. Saber trabajar en equipo. 10. Ayudar y respetar a los compañeros. 11. Desarrollar su pensamiento crítico. 12. Ser capaz de analizar argumentos. 13. Presentar un buen razonamiento verbal. 14. Plantear hipótesis –probabilidad e incertidumbre-. 15. Conocer la vida de científicos reconocidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero y DECRETO 89/2014, de 24 de julio.

8.2.3 Anexo II.3. Alumnos. Rúbrica de observación

Tabla 26.

Rúbrica de observación

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Muestra interés y curiosidad por el contenido						
Participa activamente en las actividades						
Acepta las diferencias individuales y grupales						
Asume diferentes roles en actividades cooperativas						
Respeto el turno de palabra						
Respeto las ideas de sus compañeros						
Aporta ideas						
Cuida el material						
Debato sus puntos de vista						

Facilita la organización del equipo						
Entrega el trabajo a tiempo						

1-. Necesita mejorar; 2-. Suficiente; 3-. Bueno; 4-. Notable; 5-. Sobresaliente

Fuente: Elaboración propia.

8.2.4 Anexo II.4. Alumnos. Pre-test y post-test

Como ya se ha mencionado, para evaluar el desarrollo del PC de los alumnos a lo largo del proyecto, se llevará a cabo un pre-test y un post-test, empleando para ello situaciones adaptadas del test de Halpern. Como bien se menciona en el proyecto CYTPENCRI (2015, p.9), "la evaluación del PC de Halpern (EPCH/ HCTAES), consta de 25 escenarios cotidianos en ámbitos de salud, educación, trabajo o política social". Las preguntas que se plantean en el mismo, requieren de un análisis y evaluación de los aspectos del escenario, y de una combinación de respuestas abiertas y de opción múltiple.

A través de esta evaluación, se valoran las dimensiones que propone Halpern, que son el razonamiento verbal, el análisis de argumentos, el pensamiento como prueba de hipótesis, el empleo de probabilidad e incertidumbre y la toma de decisiones y resolución de problemas.

Como habrán observado a lo largo de la propuesta, se trabajan tres de las citadas dimensiones, por lo que se ha decidido basarse en Halpern para su correcta evaluación.

Un ejemplo de situación que se podría plantear sería:

Un informe reciente aparecido en una revista para padres y profesores muestra que los adolescentes que realizan deporte suelen obtener mejores resultados académicos. A medida que aumenta el tiempo de deporte por día, aumenta la media de las calificaciones. Una sugerencia que hace este informe es aumentar las horas de deporte en educación y por las tardes, para seguir aumentando el rendimiento escolar. ¿Apoyarías esta idea como un medio para seguir mejorando el rendimiento escolar de los adolescentes?

SI

NO

Por favor, explica por qué sí o por qué no.

8.2.5. Anexo II.5. Alumnos. Coevaluación de la Actividad 3. Aprendemos más sobre la tensión superficial

RUBRICA DE COEVALUACIÓN

Nombre del evaluador:

Nombre del exponente 1:					
ITEMS	1	2	3	4	OBSERVACIONES
Sabe llevar a cabo el experimento					
Se ha preparado la exposición/Domina el contenido					
Se entiende lo que está explicando					
Se apoya en ejemplos para la explicación					
Mira el soporte físico constantemente					
Emplea un lenguaje sencillo y llamativo					

1. Muy bien 2. Bien 3. Regular 4. Mal

8.2.6 Anexo II.6. Alumnos. Autoevaluación de los alumnos

SEMÁFORO DE AUTOEVALUACIÓN

He aprendido... 

Necesito profundizar en... 

Ha faltado... 

Tabla 27.

Rúbrica de autoevaluación

Crterios	SIEMPRE	A VECES	NADA
He apartado ideas			
He participado responsablemente			
He trabajado bien en grupo			
He respetado a mis compañeros			
He respetado las ideas de mis compañeros			

He cuidado el material de trabajo			
Item	Comentario		
Indica 3 aspectos que hayas aprendido con este proyecto			
¿Con qué actividad has aprendido más?			
Cómo te has sentido trabajando...	Contigo mismo: Con tus compañeros: Con tu profesor:		
¿Volverías a trabajar de esta manera? ¿Por qué?			
¿Qué ha sido lo que MÁS te ha gustado? ¿Y lo que MENOS?			

Fuente: Elaboración propia.

8.2.7 Anexo II.7. Docente. Autoevaluación y evaluación del Proyecto

Tras la realización de todas las actividades y una vez que hemos comprobado que los alumnos han comprendido el contenido que queríamos trabajar, se llevaría a cabo una pequeña actividad de evaluación, explicada anteriormente.

Con esta actividad se evaluará si se ha producido el aprendizaje y el grado del mismo, lo que nos ayudará a determinar una evaluación determinada y una calificación, teniendo siempre en cuenta los ritmos de aprendizaje de cada alumno y valorando su progreso individual y grupal, ya que no todos pueden alcanzar los mismos objetivos.

A su vez, en esta actividad se pretende que aparezca combinado todo lo trabajado durante el proyecto, lo que nos permitirá ver las capacidades y actitudes de los alumnos, además de ver la destreza de cada uno de ellos para resolver dicha actividad. Esta actividad será corregida tanto por el profesor como por el resto de alumnos, ya que se pretende llevar a cabo un aprendizaje colectivo.

8.2.8 Anexo II.8. Docente. Rúbrica de evaluación de la acción docente

Tabla 28.

Rúbrica de evaluación de la acción docente

criterio	SI	NO	Observación
Comunicación con el alumnado			
Conexión con el alumnado			
Clima afectivo del aula			
Atención al alumnado			
Atención a los distintos ritmos de aprendizaje de los alumnos			
Organización del aula			
Conocimiento y entusiasmo por la materia de enseñanza			
Comunicación afectiva (motivación y manejo de materiales)			
Planificación de las actividades para que supongan un reto para los alumnos			
Realización de modificaciones si es necesario			
Ayudo a los alumnos en lo que sea necesario, sin imponer mis ideas			
Receptivo con las intervenciones de los alumnos			

Fuente: Elaboración propia.

8.2.9 Anexo II.9. Diseño. Rúbrica de evaluación del diseño

Tabla 29.

Rúbrica de evaluación del diseño

criterio	1	2	3	4	5	Observación
Adecuada organización del programa y del curso						
Flexibilidad didáctica (adaptación de las metodologías y de los recursos)						
Selección de criterios que aseguran una evaluación justa						
Adaptaciones adecuadas al tipo de alumnado						

Desarrollo del Pensamiento Crítico a través de la Enseñanza-Aprendizaje de las CC.
Experimentales. | **2019**

Evaluación concreta de cada actividad						
Emplea instrumentos propios para la evaluación						
Las actividades fomentan la participación de los alumnos						
El tiempo planificado, se adapta a la realidad del trabajo						

1-. Necesita mejorar; 2-. Suficiente; 3-. Bueno; 4-. Notable; 5-. Sobresaliente

Fuente: Elaboración propia