



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN DE SEGOVIA

GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

TRABAJO FIN DE GRADO

*CIENCIA CON CONSECUENCIA EN EL
AULA DE EDUCACIÓN PRIMARIA*

¡Cuidado! ¡Qué me estás pisando!



Autora: Carmela García Marigómez

Tutoras: M^a Cristina Gil Puente

Vanessa Ortega Quevedo

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por ayudarme, cuidarme y salvarme. Gracias por luchar conmigo.

A mis amigos y amigas, por aguantarme y valorar mi esfuerzo y dedicación.

A Miguel, por enseñarme a ser una maestra de pueblo. Creo que nunca seré capaz de expresar todo lo que te agradezco que me acompañes en este viaje. Me has ayudado más de lo que puedas imaginar.

Al CRA El Pizarral por su pasión por la educación. Sois un equipo increíble.

A Ana Maroto por abrirme las puertas al mundo de la educación.

A mis tutoras, Cristina y Vanessa, por guiarme y ofrecerme tantas oportunidades a lo largo del grado y durante la elaboración del Trabajo de Fin de Grado.

A todos los miembros del proyecto para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación (FECYT) *Ciencia con consecuencia: la escuela y los maestros como fuente de cultura y vocaciones científicas* por permitirme formar parte de su equipo.

En coherencia con el valor de la igualdad de género asumido por la Universidad de Valladolid, todas las denominaciones que en este Trabajo de Fin de Grado se efectúan en género masculino, cuando no hayan sido sustituidas por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino.

RESUMEN

La necesidad de promover la alfabetización científica y el desarrollo de capacidades de orden superior ha producido un creciente interés en enfoques que muestren una ciencia contextualizada y en movimientos que promuevan el aprender a pensar para aprender a aprender. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto fue diseñar materiales y actividades de contenido científico desde la indagación para favorecer estos aspectos y, además, estimular las vocaciones. El diseño llevado a cabo para conseguir unir investigación y realidad escolar ha sido cualitativo a través de la investigación-acción. Los resultados del estudio mostraron que las actividades diseñadas promovían el inicio del desarrollo de destrezas científicas y del pensamiento y las actitudes positivas hacia la ciencia. A modo de conclusión, se destaca que los recursos didácticos elaborados fueron eficaces permitiendo la mejora de la cultura científica y la creación de una cultura de pensamiento.

PALABRAS CLAVE

Alfabetización científica, Pensamiento Visible, cultura geológica, enfoque CTS, indagación.

ABSTRACT

The need to promote scientific literacy and the development of high order capacities to provide a quality response to students in keeping with to the new society has produced a growing interest in approaches that show contextualized science and in movements that promote learning to think in order to learn to learn. Therefore, the objective of this project was to design materials and activities with scientific content from the inquiry point to favor these aspects and, furthermore, encourage vocations. The design carried out to unite research and school reality, a qualitative study was established through action research. The results of the study showed that the designed activities promoted the beginning of the development of scientific and thinking skills and positive attitudes towards science. By way of conclusion, it is highlighted that the didactic resources developed were effective, allowing the improvement of the scientific culture and the creation of a culture of thought.

KEY WORDS

Scientific literacy, Visible Thinking., geological culture, perspective STS, inquiry.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	10
3. JUSTIFICACIÓN	10
3.1. RELEVANCIA DE LA GEOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE UNA CORRECTA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DESDE LAS PRIMERAS EDADES.....	10
3.2. RELACIÓN CON EL CURRÍCULO	12
3.3. RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DEL TÍTULO DEL GRADO EN MAESTRO/A EN EDUCACIÓN PRIMARIA	14
4. MARCO TEÓRICO	15
4.1. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA	15
4.1.1. <i>Alfabetización Científica y Geológica</i>	17
4.2. DOMINIO AFECTIVO EN LOS PROCESOS EDUCATIVOS DE CIENCIAS.....	17
4.3. PENSAMIENTO VISIBLE PARA TRANSFORMAR LA EDUCACIÓN	18
4.3.1. <i>La introducción del pensamiento visible en el aula: infusión y rutinas</i>	21
4.4. IMPORTANCIA DE LA TRANSVERSALIDAD EN EL AULA.....	24
4.5. EL ALUMNO COMO PARTÍCIPE DE LA EVALUACIÓN: ALGO MÁS QUE CALIFICACIONES.....	25
5. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	26
5.1. INTRODUCCIÓN/JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	26
5.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO EDUCATIVO	27
5.2.1. <i>Características del entorno escolar</i>	27
5.2.2. <i>Características del centro</i>	27
5.2.3. <i>Características de la clase y los alumnos</i>	27
5.3. OBJETIVOS	29
5.4. CONTRIBUCION A LAS COMPETENCIAS BASICAS.....	29
5.5. ELEMENTOS TRANSVERSALES E INTERDISCIPLINARIEDAD.....	31
5.6. CONTENIDOS ESPECÍFICOS, CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	32
5.7. ASPECTOS ORGANIZATIVOS.....	32
5.7.1. <i>Temporalización</i>	32
5.7.2. <i>Recursos personales, materiales y espaciales</i>	32
5.7.3. <i>Agrupamientos</i>	34

5.8.	METODOLOGIA Y ESTRATEGIAS DIDACTICAS	34
5.9.	PRINCIPIOS DE LA PROPUESTA	35
5.9.1.	<i>Desarrollo conceptual.....</i>	36
5.9.2.	<i>Por qué es importante este aprendizaje.....</i>	39
5.9.3.	<i>Conocimientos que los alumnos deben tener claros.....</i>	40
5.9.4.	<i>Posibles dificultades.....</i>	40
5.9.5.	<i>Desarrollo de la propuesta.....</i>	41
5.9.6.	<i>Actividad de transferencia del aprendizaje:.....</i>	44
5.9.7.	<i>Retroalimentación:.....</i>	44
5.10.	ATENCION A LA DIVERSIDAD.....	45
5.11.	EVALUACION.....	46
6.	IMPLEMENTACIÓN.....	47
6.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
6.2.	EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	48
6.2.1.	<i>Propuesta de mejora</i>	49
7.	RESULTADOS.....	50
7.1.	RESULTADOS DE LA ESCALA LETIS	50
7.2.	RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	51
7.3.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE EVALUACIÓN A LA TUTORA.	57
8.	CONCLUSIONES	57
8.1.	RESPUESTA A LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO	57
8.2.	RESPUESTA A LOS OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	59
8.3.	CONCLUSIONES GENERALES.....	60
9.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	61
10.	PROSPECTIVA DE FUTURO: PROPUESTA DE CONTINUIDAD	61
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS.....		68
A.1.	RUTINAS DE PENSAMIENTO	68
A.1.1.	<i>Veo-Pienso-Me pregunto.....</i>	68
A.1.2.	<i>Juego de la explicación.....</i>	68
A.1.3.	<i>Compara-contrasta.....</i>	69
A.1.4.	<i>Conversación sobre papel.....</i>	70
A.1.5.	<i>Antes pensaba.../ Ahora pienso.....</i>	70
A.1.6.	<i>Puntos de la brújula.....</i>	71

A.1.7. <i>El titular</i>	72
A.2. CONTENIDOS ESPECÍFICOS, CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	72
A.3. RECURSOS MATERIALES	76
A.4. DIANA DE AUTOEVALUACIÓN	80
A.5. COEVALUACIÓN.....	80
A.6. HETEROEVALUACIÓN	81
A.7. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LAS RUTINAS DE PENSAMIENTO.....	82
A.8. ESCALA Y CUESTIONARIO DE ACTITUD DE COMPETENCIA CIENTÍFICA	87
A.9. ENCUESTA REALIZADA A LA DOCENTE	91
A.10. TRANSCRIPCIÓN DE LA ENCUESTA.....	92
A.11. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	94
A.12. CUADERNO DE CAMPO.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MOVIMIENTOS DEL PENSAMIENTO.	20
TABLA 2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EMPLEADOS.....	26
TABLA 3. AGRUPAMIENTOS.....	34
TABLA 4. METODOLOGÍAS Y OPORTUNIDADES.....	35
TABLA 5. PROPUESTA DE CONTINUIDAD.....	62
TABLA 6. CONTENIDOS, CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN.	72
TABLA 7. COEVALUACIÓN.....	80
TABLA 8. EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS.	81
TABLA 9. EVALUACIÓN DE LA RUTINA VEO-PIENSO-ME PREGUNTO.	82
TABLA 10. EVALUACIÓN DE LA RUTINA COMPARA-CONTRASTA.....	83
TABLA 11. EVALUACIÓN DE LA RUTINA CONVERSACIÓN SOBRE PAPEL.....	84
TABLA 12. EVALUACIÓN DE LA RUTINA JUEGO DE LA EXPLICACIÓN.	84
TABLA 13. EVALUACIÓN DE LA RUTINA PUNTOS DE LA BRÚJULA.....	85
TABLA 14. EVALUACIÓN DE LA RUTINA EL TITULAR.....	86
TABLA 15. RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN DOCENTE.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ELEMENTOS DE LA METODOLOGÍA INDAGATORIA	22
FIGURA 2. MOVIMIENTOS Y RUTINAS DE PENSAMIENTO DESARROLLADAS EN LA PROPUESTA.	23
FIGURA 3. VISTAS DEL AULA	28
FIGURA 4. RESUMEN DE LA PROPUESTA	33
FIGURA 5. PRINCIPIOS DE LA PROPUESTA. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA SIGUIENDO EL PROYECTO FECYT.	35
FIGURA 6. MINERALES, PROPIEDADES Y USOS QUE SE TRABAJAN EN LA PROPUESTA.	37
FIGURA 7. ROCAS, PROPIEDADES Y USOS QUE SE TRABAJAN EN LA PROPUESTA.	38
FIGURA 8. ESPIRAL DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN.	47
FIGURA 9. CAMBIO EN LA PREFERENCIA DE ACTIVIDADES TRAS LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.	50
FIGURA 10. RUTINA VEO-PIENSO-ME PREGUNTO COOPERATIVA.	52
FIGURA 11. FAMILIAS DE ROCAS ELABORADAS.	53
FIGURA 12. RUTINA COMPARA-CONTRASTA SOBRE EL ANTES Y DESPUÉS DE UNA MINA.	54
FIGURA 13. RUTINA CONVERSACIÓN SOBRE PAPEL REALIZADA POR LOS ALUMNOS DE 1º.	54
FIGURA 14. PÁGINAS DEL CATÁLOGO DE USOS DE LAS ROCAS Y MINERALES.	54
FIGURA 15. PÁGINAS DEL JUEGO DE LA EXPLICACIÓN DEL CATÁLOGO.	55
FIGURA 16. RUTINA PUNTOS DE LA BRÚJULA REALIZADA.	55
FIGURA 17. DIANA DE AUTOEVALUACIÓN Y RÚBRICA DE COEVALUACIÓN.	56
FIGURA 18. EL TITULAR, RESUMEN DEL PROYECTO.	56
FIGURA 19. RUTINA COMPARA-CONTRASTA.	69
FIGURA 20. RUTINA CONVERSACIÓN SOBRE PAPEL.	70
FIGURA 21. RUTINA PUNTOS DE LA BRÚJULA.	71
FIGURA 22. CÓDIGO QR PÁGINA WEB.	76
FIGURA 23. ADIVINANZA Y MAPA DEL COLEGIO.	77
FIGURA 24. ROCAS Y MINERALES.	77
FIGURA 25. CAJA DE HERRAMIENTAS.	77
FIGURA 26. IDENTIFICACIONES.	78
FIGURA 27. TARJETAS DE PROPIEDADES.	78
FIGURA 28. HOJAS DEL CATÁLOGO DE CARTULINA RECICLADA.	79
FIGURA 29. ROLES COOPERATIVOS.	79

<i>FIGURA 30.</i> DIANA DE AUTOEVALUACIÓN.....	80
<i>FIGURA 31.</i> MUESTRAS CUADERNO DE CAMPO.....	96

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto surge por la necesidad social y educativa de proporcionar desde edades tempranas una adecuada alfabetización científica que palie los errores de la enseñanza tradicional y, además, favorezca las vocaciones hacia este campo de conocimiento.

Para contribuir a este cambio se establecen una serie de objetivos que guiarán la investigación. La revisión de la literatura permite justificar el objetivo de la investigación y, además, elaborar una propuesta didáctica conectada con la resolución de la problemática y con la importancia de la formación continua del docente desde la reflexión. El análisis de la propuesta didáctica desde la investigación-acción muestra la importancia de la recogida de resultados y la elaboración de conclusiones para conseguir una educación de calidad. Esta investigación muestra la importancia de unir investigación y realidad escolar.

Concretamente, la propuesta se centra en la transmisión de una cultura geológica a través del enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). La introducción de la NdCyT junto a la Geología deriva de la importancia de adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes para comprender la relación de las personas con el planeta, comprender la labor de los científicos, mostrar a estos como a iguales y conseguir mostrar el componente emocional de las ciencias favoreciendo actitudes positivas.

Sin embargo, la complejidad social requiere que la propuesta tenga otros factores en cuenta como la necesidad de desarrollar capacidades de orden superior. Dado que la educación científica supone un escenario ideal para esto, se introduce el enfoque del pensamiento visible para crear en el aula una cultura de pensamiento que permita al alumnado aprender a pensar y aprender a aprender para que su aprendizaje se produzca a lo largo de toda su vida. Para que tengan la capacidad de adaptarse y de hacer frente a los complejos retos que se nos presentan.

A modo de resumen sobre lo reflejado en el documento, se incluye el planteamiento de los objetivos con la correspondiente justificación y revisión de la literatura para mostrar la relevancia y viabilidad del proyecto de investigación, el desarrollo de la propuesta didáctica, la concreción de la metodología de investigación, el análisis de los resultados de los productos de la investigación y las conclusiones relacionadas con la consecución de los objetivos

2. OBJETIVOS

La propuesta que se presenta surge por la necesidad de abordar las ciencias en el aula de Educación Primaria desde una perspectiva innovadora que permita desarrollar la alfabetización científica¹ del alumnado desde los primeros cursos. Derivados de esta idea surgen los diversos objetivos del proyecto:

- Diseñar, planificar e implementar actividades y materiales de contenido científico que promuevan y faciliten la enseñanza-aprendizaje de la ciencia de manera activa y contextualizada a través de la exploración e indagación.
- Proporcionar al alumnado de primero de Educación Primaria una alfabetización científica que le permita adquirir una cultura de pensamiento desde el trabajo de la ciencia en la vida diaria.
- Mejorar la cultura científica desde las primeras edades para estimular las vocaciones científicas.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. RELEVANCIA DE LA GEOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE UNA CORRECTA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DESDE LAS PRIMERAS EDADES.

La alfabetización científica se ha convertido en un elemento fundamental en el desarrollo integral del alumnado.

La ciencia (y la tecnología) adquieren en la sociedad actual un papel muy importante. Como indican Vázquez y Manassero (2007) tanto en el ámbito público como privado es necesario actuar frente a cuestiones sociocientíficas ya que el mundo es producto de la investigación tecnocientífica.

La ciencia, por lo tanto, es un fenómeno social y cultural que debe formar parte de los procesos educativos desde las primeras edades pues, siguiendo la idea de Pujol (2003), las ciencias son una fuente de descubrimiento que permiten comprender los fenómenos naturales, entender las relaciones entre la sociedad y la naturaleza y comprender que su

¹ Alfabetización científica: dado que el ámbito de la educación científica desarrollado en este proyecto se enmarca dentro de la NdCyT el término alfabetización científica engloba, además, la alfabetización tecnológica por la estrecha interrelación entre ambos campos en la actualidad.

aprendizaje nos ofrece los instrumentos y habilidades necesarias para imaginar y construir un mundo más justo y sostenible.

Esto pone de manifiesto que la Educación Científica debe estar al acceso de todo el mundo por su valor para promover la autonomía, siendo un refuerzo más en la formación de ciudadanos críticos y comprometidos y un refuerzo para profundizar en competencias intelectuales (como el aprender a aprender y el aprender a pensar) esenciales en la nueva sociedad. Su adecuada transmisión puede constituir una aventura intelectual que fomente adquirir esta cultura y sus diversos beneficios. Sin embargo, como señalamos en el *Marco Teórico* el enfoque tradicional ha causado diversos problemas como la visión negativa y simplista de la ciencia que serán abordados a lo largo del presente proyecto.

Siguiendo lo descrito, nos encontramos en los currículos una marginación de un campo de las Ciencias Naturales esencial para comprender los fenómenos naturales, entender las relaciones entre la sociedad y la naturaleza y comprender cómo influimos en esta: la Geología. Por lo tanto, entender como funciona la Tierra es un objetivo esencial.

Siguiendo el trabajo de Lacreu (2012) podemos establecer las causas principales e interrelacionadas del ostracismo de la Geología en el ámbito educativo. De forma resumida, podemos afirmar que la alfabetización geológica nos permite desnaturalizar y humanizar los daños en el planeta causados por la insostenibilidad y los intereses de las altas esferas que se benefician de las mismas. El desconocimiento imposibilita la denuncia. Por lo tanto, esto pone de manifiesto, que el sistema socioeconómico se refleja en la educación mostrando que la política influye e incluso determina la educación. Esto nos permite comprender la falta de reconocimiento de la Didáctica de la Geología (*geolodáctica*), la organización de los currículos y la presencia de este campo de conocimiento en las aulas.

Tras exponer la importante posición de la ciencia en el desarrollo integral del alumnado, cabe destacar la disminución de tiempo dedicada a esta área y su exclusión en los primeros cursos de Educación Primaria aparte de los problemas mencionados posteriormente por su errónea forma de enseñar.

En cuanto al primer aspecto, resulta incoherente la disminución temporal de este campo de conocimiento si tenemos en cuenta las características sociales actuales. Pujol (2003) recoge en su trabajo varias causas como la inseguridad del profesorado, la diversidad del alumnado, dar más importancia a asignaturas instrumentales, miedo a los procesos científicos y el desorden que pueden causar, etc. Los docentes deben adquirir una cultura científica adecuada

y de calidad que les capacite a realizar transposiciones didácticas adecuadas y acordes a las necesidades de sus discentes.

En cuanto al segundo aspecto, de nuevo resulta incoherente privar al alumnado (que se encuentra en una etapa en la que siente curiosidad y afán por descubrir y aprender) de la aventura intelectual que supone la ciencia. Para diversas personas, la ciencia es un saber inalcanzable que solo puede comprender y asimilar algunos, defendiendo que su enseñanza es una pérdida de tiempo. Sin embargo, los niños no son ajenos al mundo que les rodea. Lo observan e interaccionan con él estableciendo sus propias teorías para poder relacionarse de manera adecuada con su entorno. Por lo tanto, desde el aula podemos fomentar la ampliación y evolución de esos modelos a través del constructivismo. Además, las vocaciones científicas deben promoverse desde las primeras edades.

Teniendo estos aspectos en cuenta, la propuesta se engloba dentro del proyecto para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación (FECYT) *Ciencia con consecuencia: la escuela y los maestros como fuente de cultura y vocaciones científicas* para dar respuesta a estas carencias, eliminar las problemáticas derivadas de los erróneos procesos educativos y proporcionar a los alumnos una respuesta de calidad creando una cultura de pensamiento.

En definitiva, transformar la forma más extendida de enseñar ciencia y su contenido a través de nuevos enfoques y metodologías llevando al aula una ciencia para la vida.

3.2. RELACIÓN CON EL CURRÍCULO

Teniendo en cuenta los distintos niveles en los que se articula el Sistema Educativo Español, el proyecto se enmarca a nivel nacional en la *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa* (LOMCE) así como el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. A nivel autonómico, teniendo en cuenta que la propuesta se desarrolla e implementa en Castilla y León, la legislación incluye el *Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León*.

A partir de la justificación anterior sobre la necesidad de introducir en el aula procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias adecuados que fomenten la adquisición de una competencia científica y tecnológica, la capacidad de aprender a aprender y el pensamiento crítico surge la necesidad de enmarcar esta decisión en el marco legislativo.

Revisando las diferentes leyes encontramos que estas respaldan la finalidad del proyecto. La Ley Orgánica 8/2013 (LOMCE) recoge en el apartado IV del Preámbulo la necesidad de adquirir desde edades tempranas competencias transversales como el pensamiento crítico, pues las habilidades cognitivas, aunque siendo imprescindibles, no son suficientes. Por otra parte, en el Real Decreto 126/2014 recoge en el Artículo 2. *Definiciones* la necesidad de que los alumnos adquieran una serie de competencias como las competencias básicas en ciencia y tecnología y el aprender a aprender. Además, el Preámbulo, remarca la importancia del rol del docente y el aprendizaje por competencias caracterizado por su transversalidad, dinamismo y carácter integral para dar respuesta a las nuevas necesidades de aprendizaje. Aspectos, que como recogemos en el *Marco Teórico*, caracterizan la propuesta presentada.

Siguiendo los *Objetivos de la Educación Primaria* enunciados en el artículo 7 del Real Decreto, el proyecto pretende contribuir a desarrollar en los alumnos capacidades para convertirse en personas autónomas capaces de desarrollarse en la sociedad promoviendo un mundo igualitario, justo y sostenible.

Los contenidos trabajados a lo largo de la propuesta didáctica se enmarcan en el Decreto 26/2016. Cabe destacar que los contenidos referidos a la ciencia (sobre todo los de geología) aparecen de manera fragmentada y centrados en aspectos epistemológicos fomentando la visión negativa y simplista de la ciencia explicada más adelante. Los contenidos se centran más en la memorización que en la reflexión, curiosidad, creatividad... para construir ciencia. En cuanto a los temas de NdCyT (componente esencial en la alfabetización científica) en el currículo no aparecen de forma completa dando lugar a una ciencia descontextualizada.

En cuanto a la metodología empleada, cumple aspectos fundamentales para dar una respuesta de calidad. El Real Decreto 126/2014 establece que la metodología debe fomentar el equilibrio afectivo y el aprendizaje. A lo largo del documento enunciamos la importancia de unir razón y emoción para corregir las actitudes negativas hacia el aprendizaje. Por otro lado, según el Decreto 26/2016 la metodología debe ser comunicativa, activa y participativa de ahí la introducción de metodologías innovadoras basadas en el constructivismo, la indagación y el desarrollo del pensamiento.

En definitiva, la propuesta se enmarca en la legislación vigente intentando ir más allá del currículo, interpretándolo y empleando estos documentos como un referente para otorgar una respuesta de calidad a los discentes.

3.3. RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS DEL TÍTULO DEL GRADO EN MAESTRO/A EN EDUCACIÓN PRIMARIA

El presente proyecto constituye una oportunidad para poner en práctica y reflejar las competencias adquiridas a lo largo del grado, así como seguir desarrollando capacidades relacionadas con la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Competencias esenciales en los docentes para seguir una formación continua a lo largo de toda su carrera y poder adaptarse a las necesidades de los alumnos y los retos de la enseñanza.

Siguiendo los aspectos recogidos en la *Memoria de plan de estudios del título de Grado en maestro/a en Educación Primaria por la Universidad de Valladolid*, el proyecto planteado da respuesta a los objetivos en dicha memoria necesarios para desarrollar las competencias para adquirir la titulación.

La propuesta, como hemos indicado anteriormente, surge para dar respuesta a diversas problemáticas en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y favorecer una educación de calidad. Para conseguir los objetivos propuestos del proyecto es necesario conocer de forma profunda las áreas curriculares de la etapa, así como los puntos de unión para trabajar de forma interdisciplinar y transversal y evitar la descontextualización de la ciencia derivada de los enfoques tradicionales.

El proyecto incluye el diseño, implementación y evaluación de un proceso de enseñanza-aprendizaje enfocado desde la transversalidad para los contenidos de Geología teniendo en cuenta las necesidades sociales y la heterogeneidad especial de un aula de Educación Primaria en un Colegio Rural Agrupado (CRA).

Para otorgar una respuesta de calidad al alumnado se ha diseñado la propuesta desde la investigación e innovación. Se incluyen metodologías y estrategias activas que permitan a los alumnos beneficiarse de las ventajas de una adecuada alfabetización científica.

Las ciencias trabajadas desde enfoques innovadores como el constructivismo, la indagación, la exploración, el pensamiento visible, el uso de las TIC... ofrecen oportunidades para que los alumnos se desarrollen integralmente como ciudadanos críticos y activos. A su vez, las ciencias nos ofrecen oportunidades para favorecer el trabajo en equipo y estimular valores como la honestidad, el rigor, la constancia, el espíritu crítico, la solidaridad con las personas y el entorno para conseguir un mundo más equitativo y sostenible.

La implementación de la propuesta didáctica ofrece oportunidades para mantener una relación de colaboración crítica y autónoma con los diversos miembros de la comunidad educativa y, además, proporciona los conocimientos necesarios para avanzar como una profesional de la educación que reflexiona sobre su labor para comprender las posibilidades de mejora y conocer los límites que nos encontramos en las aulas.

En definitiva, el TFG tiene un carácter dual. Supone el punto final de una etapa formativa como profesional de la enseñanza, pero a su vez supone un proyecto del que partir para ampliar de forma continua los aprendizajes y conseguir una educación de calidad.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

En los últimos años, se está intentando promover una enseñanza de las ciencias acorde a los cambios y necesidades sociales. La nueva Sociedad de la Información y del Conocimiento requiere ciudadanos capaces de buscar soluciones a problemas complejos desde diversas perspectivas (aunque en el aula se siga trabajando desde temáticas separadas). Rocard et al. (2007) ponen de manifiesto que el avance hacia el futuro pasa por la resolución de problemas a través de la ciencia, la tecnología y la innovación. Por ello, la escuela debe ser consciente del modelo erróneo de ciencia que ha estado transmitiendo. Como indica Muñoz-García (2014) los currículos y métodos tradicionales de enseñanza de la ciencia se centraban en la transmisión-recepción de conceptos, teorías, métodos y aplicaciones. Todo esto, ha provocado que múltiples generaciones adquirieran una visión negativa (saber inalcanzable) y simplista (escasa comprensión causada por el dogmatismo impartido en este campo de conocimiento y la descontextualización con la vida cotidiana) de la ciencia alejándose y excluyéndose de la formación científica y de la participación crítica y activa en cuestiones socio-científicas.

Por lo tanto, debe producirse un cambio en los procesos educativos y, además, en la formación de los docentes para fomentar la adquisición de una correcta alfabetización científica.

Con el objetivo de solventar los errores causados de la enseñanza tradicional mencionados, surge un nuevo meta-conocimiento sobre la ciencia derivado de las reflexiones interdisciplinares: la NdCyT. Este concepto pone de relieve que la ciencia va más allá del contenido, está relacionada con las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas

(epistemología). Sin embargo, como afirman Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2017), el campo de la NdCyT es controvertido por la falta de acuerdo en los consensos, ya que este no es estático ni universal, sino complejo y poliédrico. Son diversos los autores que proponen diferentes consensos sobre qué debemos contemplar en la enseñanza de la NdCyT. Tras analizar el consenso propuesto por Lederman (2002) y Mathews (2012); McComas (2002); Osborne et al. (2002); el Enfoque Parecido de Familia de Irzik y Nola (2014) y Erduran y Dagher (2014) y la Tradición CTS actualizada por Manassero-Mas y Vázquez-Alonso (2019) considero que este último (tras compararlos y revisar la literatura) es el que mejores formas ofrece de incorporar una NdCyT amplia, inclusiva (ciencia para todas las personas) y completa así como de manera contextualizada por poseer aspectos relacionados con la epistemología, la influencia de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología y viceversa y la sociología interna de la ciencia. Elementos esenciales que proporcionan el andamiaje necesario para desarrollar una adecuada alfabetización científico-tecnológica, es decir, una formación científica aplicable a la vida cotidiana.

La introducción de la NdCyT a través del consenso CTS nos permitirá desarrollar una alfabetización científica correcta que, como indica Muñoz (2014), no se quede en *que es la ciencia*, sino que vaya más allá reflexionando *sobre la ciencia* y su *papel en la sociedad* incrementando la comprensión de los conocimientos, potenciando los valores de la ciencia... gracias a la introducción de aspectos sociales, históricos y de relación con el entorno. Esta contextualización nos permite trabajar la ciencia desde el entorno cercano del alumnado mostrando la dimensión humana de la ciencia, estimulando las vocaciones y la adquisición de una cultura científico-tecnológica más humanística.

Además, debemos tener en cuenta que la introducción del consenso CTS debe producirse de manera integrada para percibir la interconexión entre ciencia, tecnología y sociedad, desde el entorno cercano y a través de metodologías participativas, prácticas, aplicadas a la realidad cotidiana para fomentar el razonamiento, el aprender a pensar, el pensamiento crítico... mediante retos reales y motivadores para los discentes.

En definitiva, desarrollar procesos psicocéntricos desde modelos constructivistas (Vilchez, 2015) en el entorno cercano y cotidiano para transmitir una ciencia útil y real independientemente de las preferencias académicas por su relevancia en la nueva sociedad.

4.1.1. Alfabetización Científica y Geológica

Una correcta alfabetización científica debe, además de los aspectos recogidos anteriormente, incluir aquellos campos del conocimiento esenciales para desarrollar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para participar de forma activa y crítica en la sociedad. En la *Justificación* señalamos el olvido y abandono de un campo de conocimiento necesario para adquirir una adecuada alfabetización científica: la Geología.

Como indican Pedrinaci et al. (2013) la Tierra es un sistema dinámico del que dependemos nosotros y el resto de los organismos. Las ciencias de la Tierra son imprescindibles para dar respuesta a diversas preguntas de la sociedad del siglo XXI como el cambio climático, las variaciones del nivel del mar, el reparto de recursos, la extinción y aparición de especies, los terremotos...

Pedrinaci et al. (2013) recogen una serie de objetivos que debe alcanzar una persona alfabetizada en ciencias de la Tierra. De forma resumida, podemos afirmar que debemos fomentar que el alumnado adquiriera una visión del funcionamiento de nuestro planeta y su evolución temporal, entender las interacciones humanidad-planeta, ser capaz de procesar información relacionada con los procesos de la Tierra y saber construir nuevos conocimientos empleando los principios geológicos.

4.2. DOMINIO AFECTIVO EN LOS PROCESOS EDUCATIVOS DE CIENCIAS

La educación científica debe enfrentarse a importantes retos o problemas. Como hemos indicado anteriormente el enfoque tradicional con el que se ha tratado esta área ha provocado una visión negativa y simplista de la ciencia.

El enfoque tradicional no solo ha afectado a la presentación y comprensión de los contenidos científicos, sino que ha tenido efectos negativos en las emociones, actitudes (hacia la ciencia y científicas) y creencias de los alumnos relacionados con este campo del conocimiento. Causando, como indican Vázquez y Manassero (2007), una disminución en las vocaciones científicas y un aumento en la tasa social de analfabetismo científico.

Sin embargo, no podemos afirmar que la enseñanza usual de las ciencias es la única causa. Solbes, Montserrat y Furió (2007) recogen en su estudio diversas causas como la valoración social de la ciencia, los problemas de género, la organización del sistema educativo y Vázquez

y Manassero (2007) recogen otras como la percepción de la dificultad de esta área, el desinterés, el aburrimiento, la inutilidad de los aprendizajes... Aspectos que influyen y se relacionan con factores que actúan sobre las emociones, actitudes o creencias como el sexo, la edad, el autoconcepto, la motivación, la familia, el ambiente escolar...

Esto pone de manifiesto la errónea dicotomía que se ha producido en las aulas a lo largo de los años: la separación entre razón y emoción. Diversas líneas de investigación ponen de manifiesto la enorme influencia de las emociones sobre la educación.

Gardner (1975) afirma que el objetivo principal de la educación científica (independientemente de si el niño se convierte o no en científico) debe ser despertar la emoción, alegría, entusiasmo, asombro y el poder y satisfacción intelectual. Debemos ser conscientes de que la ciencia es una aventura intelectual y, como tal, en su enseñanza debe incluirse y tenerse en cuenta las actitudes.

Goleman (1996) y Mayer, Salovey y Caruso (2000) centran su estudio en las capacidades y dimensiones de la personalidad y las capacidades relacionadas con el procesamiento cognitivo respectivamente. Estos autores nos permiten comprender la importancia de la inteligencia emocional en el desarrollo integral de las personas. Las emociones son factores que influyen y determinan los nuevos aprendizajes y, por ende, es esencial tener presente la educación emocional para no caer en el gran error de la enseñanza-aprendizaje de contenidos exclusivamente cognitivos.

Desde esta perspectiva, el enfoque CTS, ofrece oportunidades para abandonar el abuso de contenidos epistémicos caracterizados por el positivismo lógico dando paso a una visión más adecuada de la ciencia que incluye aspectos tanto de la sociología interna como externa, reconociendo y exponiendo la presencia de emociones, hábitos, valores, actitudes en la ciencia y la tecnología. Los docentes deben aprovechar las variables afectivas para que los alumnos disfruten y adquieran un aprendizaje significativo favoreciendo así sus vocaciones, alfabetización científica y desarrollo integral.

4.3. PENSAMIENTO VISIBLE PARA TRANSFORMAR LA EDUCACIÓN

Tradicionalmente los procesos educativos se han basado en modelos didácticos de transmisión-recepción. El aprendizaje se basaba en una acción pasiva de recibir información,

de recibir el currículo tal cual, sin fomentar la comprensión, la construcción y conexión de conocimientos... La Sociedad de la Información y el Conocimiento requiere que los docentes transformen su visión sobre el aprendizaje. El objetivo ya no debe ser memorizar información, sino desarrollar capacidades de orden superior que permitan al alumnado adaptarse al mundo cambiante y transformarlo.

En este sentido, como indican Ritchhart, Church y Morrison (2014), debemos tener en cuenta que el aprendizaje es producto del pensamiento. Por lo tanto, el proceso educativo debe centrarse en el alumno y su pensamiento, teniendo en cuenta que a pensar se debe aprender y se debe enseñar. Los docentes piden constantemente a sus alumnos que piensen. Sin embargo, la palabra pensar abarca una serie de procesos mentales muy amplios que no siguen un orden concreto. Además, la investigación esclarece que la mayoría de las personas no son conscientes de cómo se produce su pensamiento.

Para dar respuesta a estas necesidades surge de la mano de autores como Perkins, Ritchhart o Thisman el Proyecto Zero de la Universidad de Harvard que desarrolla el pensamiento visible. El enfoque del pensamiento visible es un marco conceptual cuyo objetivo es integrar el desarrollo del pensamiento de los estudiantes con el aprendizaje de los diferentes contenidos curriculares en cualquier etapa educativa (García-Martín y Gil, 2020).

García-Martín y Gil (2020) afirman que el pensamiento visible nos permite introducir en el aula estrategias para adquirir competencias, en especial el aprender a aprender (y a pensar) para asegurar un aprendizaje profundo y permanente. Nos permite dejar atrás el modelo de transmisión-recepción dando paso a modelos constructivistas.

La visibilización del pensamiento promueve que los alumnos adquieran un mayor dominio de los procesos mentales al externalizarlos y, además, facilita la comprensión al trabajar desde enfoques observables. Para implementar esta metodología es necesario que los docentes comprendan el pensamiento, las habilidades y fuerzas culturales para crear una cultura de pensamiento en el aula en la que se visibilice, fomente, detecte, resalte, valore, enseñe...el pensamiento.

Los docentes deben desarrollar su habilidad y comprender que los movimientos del pensamiento deben enseñarse progresiva, consciente y sistemáticamente (García-Martín y Gil, 2020). Partiendo de estas premisas, Ritchhart, Church y Morrison (2014) establecen habilidades del pensamiento (ver tabla 1) válidas para cualquier disciplina y con niveles de pensamiento cada vez más profundo.

Tabla 1. *Movimientos del pensamiento.*

MOVIMIENTOS DEL PENSAMIENTO	
1. Observar de cerca y describir qué hay ahí.	
2. Construir explicaciones e interpretaciones.	
3. Razonar con evidencia.	
4. Establecer conexiones.	
5. Tener en cuenta diferentes puntos de vista y perspectivas.	Establecer un mapa de comprensión
6. Captar lo esencial y llegar a conclusiones.	
7. Preguntarse y hacer preguntas	
8. Descubrir la complejidad e ir más allá de la superficie.	Establecer un pensamiento adicional impulsando el aprendizaje a través de la curiosidad y el cuestionamiento
9. Identificar patrones y hacer generalizaciones.	
10. Generar posibilidades y alternativas.	
11. Evaluar evidencia, argumentos y acciones.	
12. Formular planes y acciones de monitoreo.	
13. Identificar afirmaciones, suposiciones y prejuicios.	Resolver problemas, tomar decisiones y emitir juicios.
14. Aclarar prioridades, condiciones y lo que se conoce.	

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de Ritchhart, Church y Morrison (2014)

En este proceso de desarrollo del pensamiento, es necesario que los docentes sean conscientes de la cultura de su aula, visibilicen las fuerzas culturales (interacciones, expectativas, tiempo, modelado, oportunidades, lenguaje, ambiente y rutinas de pensamiento) y aprovechen las oportunidades que ofrecen.

Este enfoque constituye, además, un instrumento ideal para proporcionar una respuesta adecuada al alumnado. Al hacer visible el pensamiento del alumno podemos descubrir qué y cómo comprende (Ritchhart, Church y Morrison 2014). Sacar a la luz el pensamiento nos ofrece evidencias de sus ideas y concepciones alternativas poniendo de manifiesto los aspectos subyacentes del error permitiéndonos proporcionarles retroalimentaciones adaptadas a sus necesidades.

Siguiendo estas ideas y como indicamos en la *Justificación*, el área de ciencias permite a los alumnos adquirir autonomía y adquirir competencias intelectuales como el aprender a aprender y el aprender a pensar.

4.3.1. La introducción del pensamiento visible en el aula: infusión y rutinas

Como hemos indicado anteriormente, la nueva sociedad cambiante en la que vivimos requiere ciudadanos activos y críticos. Se necesita una ciencia para la vida y, por consiguiente, una enseñanza de calidad que permita adquirir competencias científicas para desenvolverse adecuadamente en la vida cotidiana.

A nivel pedagógico, la propuesta se enmarca en el modelo didáctico constructivista. Debemos tener en cuenta que, como indica Brown (2002), los niños plantean continuamente interrogantes sobre su entorno construyendo sus propios modelos sobre los fenómenos físicos y naturales. El constructivismo pone de manifiesto la importancia de prestar atención a estas concepciones alternativas, ya que pueden constituir un obstáculo en el aprendizaje (Garrido, Perales y Galdón, 2007). La enseñanza basada en este modelo permite adquirir un aprendizaje significativo extrapolable a diversos contextos al ser el alumno el protagonista de su aprendizaje.

En cuanto a la intervención, esta se rige por diversas metodologías y estrategias debido a la complejidad de los procesos educativos. En primer lugar, la Metodología Indagatoria supone una excelente respuesta a estas necesidades enunciadas permitiendo que los estudiantes aprendan ciencia desde temprana edad para poder dar sentido al mundo que les rodea (Uzcátegui y Betancourt, 2013). Las ciencias basadas en la indagación permiten desarrollar tanto destrezas como una correcta alfabetización científica.

Para desarrollar la propuesta didáctica, se incluye una indagación centrada en modelizar (*Model-Based Inquiry*). Siguiendo las ideas de Hijonosa y Sanmartí (2016) la indagación tiene como objetivo usar, evaluar, reajustar y crear modelos con los que explicar la realidad. Es decir, debe promover la evolución de los modelos iniciales (constructivismo), por lo que el método científico supone una herramienta fundamental. Para conseguir esto, en el diseño de las actividades debemos tener presentes los elementos del modelo Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI) recogidos en la figura 1.



Pensar → **Hacer** → **Comunicar** → **Sentir/ser**

Figura 1. Elementos de la metodología indagatoria siguiendo el modelo ECBI (2015) y la obra de Hinojosa y Sanmartí (2016). Elaboración propia.

Para favorecer y facilitar la indagación se emplearán otras estrategias como el aprendizaje basado en proyectos (Sánchez, 2013), por los instrumentos que ofrece para mostrar aprendizajes más naturales y reales desde múltiples disciplinas (favoreciendo las inteligencias múltiples) y el aprendizaje cooperativo (González, 2017), por las oportunidades que ofrece el aprendizaje entre iguales y el logro de metas comunes. También se empleará la técnica de la interrogación (Ortiz, 2009) con el objetivo de favorecer el uso de habilidades del pensamiento, generar conflicto cognitivo y propiciar retroalimentaciones de calidad que permitan al alumnado comprender su situación y cómo seguir su proceso. En algún momento será preciso utilizar la exposición oral (Ortiz, 2009) para introducir, aclarar o profundizar conceptos específicos.

Además, teniendo presente las ideas del pensamiento visible enunciadas anteriormente, todas estas metodologías se infusionan con el Pensamiento Visible para promover un pensamiento y aprendizaje profundo. Concretamente, se promoverá y registrará el pensamiento a través de las rutinas de pensamiento.

Las rutinas son procedimientos o patrones de acción repetidos para hacer visible el pensamiento, apoyar el desarrollo de la comprensión, facilitar el logro de metas, manejar las interacciones... (Ritchhart, Church y Morrison 2014). Dependiendo del momento se emplearán unas u otras rutinas y se desarrollarán unos u otros movimientos del pensamiento (ver figura 2). Además, algunas rutinas se realizarán a través de un lenguaje pictórico que facilite al alumnado expresar su pensamiento.

MOVIMIENTOS Y RUTINAS DE PENSAMIENTO DESARROLLADAS EN LA PROPUESTA

1. Detectives de la Tierra

Juego de la explicación

- Construir explicaciones e interpretaciones.
- Razonar con evidencia.
- Establecer conexiones.

Veo-Pienso-Me pregunto

- Observar de cerca y describir que hay ahí.
- Construir explicaciones e interpretaciones.
- Razonar con evidencia.
- Preguntar y hacer preguntas..

2. Familias de rocas

- Observar de cerca y describir que hay ahí.
- Construir explicaciones e interpretaciones.
- Tener en cuenta diferentes puntos de vista y perspectivas.
- Generar posibilidades y alternativas.

3. Cómo obtenemos estos recursos

Compara-contrasta

- Observar de cerca y describir que hay ahí.
- Descubrir la complejidad e ir más allá.
- Captar lo esencial y llegar a conclusiones.

4. Dónde o cómo usamos las rocas y minerales

Juego de la explicación

- Construir explicaciones e interpretaciones.
- Razonar con evidencia.
- Establecer conexiones.

Conversación sobre papel

- Descubrir conocimientos e ideas previas.
- Establecer conexiones.

5. Actividad de transferencia

Puntos de la brújula

- Descubrir la complejidad e ir más allá de la superficie.
- Formular planes y acciones de monitoreo.

6. Retroalimentación

Antes pensaba.../Ahora pienso...

- Reflexión y metacognición.

El titular

- Captar lo esencial y llegar a conclusiones.

Las plantillas y características de cada una de las rutinas empleadas aparecen detalladas en el anexo I.

4.4. IMPORTANCIA DE LA TRANSVERSALIDAD EN EL AULA

Como hemos indicado anteriormente, la escuela no puede quedar ajena a los cambios sociales producidos. Uno de los aspectos básicos para que se produzca una adecuada introducción del enfoque CTS en el aula es la integración de saberes. Partiendo de este aspecto, surge la necesidad de romper la separación entre áreas de conocimiento y la finalidad de los currículos de la que se habla más adelante. En la actualidad, nos enfrentamos a problemas y situaciones complejas que requieren un pensamiento profundo desde diversas disciplinas.

Si nos detenemos a analizar el currículo actual (Decreto 26/2016), podemos observar que recoge las características de un Currículum del pasado con un intento de evolucionar a un Currículum del futuro (Michael Young, 1999). Es decir, el currículo vigente sigue teniendo como finalidad transmitir el conocimiento existente sin valorizar las relaciones entre áreas de conocimiento estableciendo una dicotomía entre el conocimiento escolar y el de la vida cotidiana. Esto supone un problema, ya que el principal objetivo de la escuela debe ser preparar al alumnado para la vida y, con este tipo de formación, la transferencia de conocimientos es compleja. Para intentar dar respuesta a las demandas actuales y acercarnos a un Currículo del futuro que tenga como finalidad proporcionar al alumnado la capacidad de actuar sobre el mundo creando y transformando conocimientos, se han introducido *Elementos Transversales* para atender la formación para la vida. Pero, todavía es necesaria su introducción real en los procesos educativos.

La transversalidad, por lo tanto, nos permite dar una respuesta acorde a la nueva sociedad formando al alumnado para la vida. Como indica Magendzo (s.f.), la transversalidad opera tanto en el currículum explícito como implícito (formando la cultura de la escuela) permitiendo que las disciplinas se enriquezcan y se aproximen reforzándose y eliminando la fragmentación del conocimiento.

La escuela no puede quedar ajena a los cambios que se producen en la sociedad. Los temas transversales nos permiten acercar la realidad al alumnado a través de multitud de temas como los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la tecnología, la tolerancia...

En definitiva, la transversalidad nos otorga las herramientas necesarias para comprender la complejidad del mundo actual y actuar en él de forma adecuada desde diversos campos de conocimiento. Nos permite evitar el aislamiento del conocimiento científico relacionándolo

con el entorno y las emociones. Es un deber de la educación científica integrar aspectos científicos con otros (educación ambiental, para la paz...).

4.5. EL ALUMNO COMO PARTÍCIPE DE LA EVALUACIÓN: ALGO MÁS QUE CALIFICACIONES

El proceso de evaluación en los aspectos educativos ha tenido de forma tradicional una concepción negativa debido a su carácter certificador, a ser considerada como el fin de un camino y su uso como amenaza. Debemos comprender y mostrar al alumnado que la evaluación es un aspecto fundamental de cualquier proceso. Nos permite saber si estamos siguiendo el camino adecuado hacia nuestro objetivo, corregir errores, integrar modificaciones... En definitiva, debemos poner de manifiesto que la evaluación no es una calificación y que involucra a todos.

Descrito el para qué evaluar, es necesario reflexionar sobre qué, cómo, cuándo evaluar y quién ha de evaluar.

Centrándonos en la presente propuesta didáctica caracterizada por el constructivismo y la práctica científica sería necesario que los alumnos piensen, hagan, comuniquen y sientan para poder regular su propio aprendizaje. Es decir, que desarrollen su propia metacognición. Por ello, debemos proporcionar al alumnado las herramientas necesarias para que aprendan a indagar en su propio proceso descubriendo sus puntos fuertes y los aspectos a mejorar. Por lo tanto, se llevarán a cabo autoevaluaciones, coevaluaciones y heteroevaluaciones para poder aplicar una evaluación formadora que motive al alumnado y favorezca su autorregulación y una evaluación formativa que proporcione al docente la información necesaria para planificar e intervenir con una respuesta acorde a las necesidades de los discentes.

Estas ideas, esclarecen que debemos evaluar todo en un proceso continuo que permita al alumnado construir sus conocimientos sobre sus ideas iniciales y, al docente, conocer el punto de partida, el progreso y resultado del aprendizaje de los alumnos (evaluación formativa).

Siguiendo las ideas de Ortega-Quevedo y Gil (2019) y Pinedo y Cañas (2020), la evaluación condiciona el qué y cómo aprende el alumnado, por lo tanto, debe incluir los elementos u objetivos que consideramos que el alumnado debe alcanzar. En este caso, se empleará la evaluación formativa para visibilizar el desarrollo de competencias científicas y las habilidades

del pensamiento. Para llevar a cabo dicha evaluación deberemos emplear las técnicas e instrumentos apropiados (ver tabla 2) y concretados en la propuesta didáctica.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de evaluación empleados.*

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Autoevaluación del alumnado	Diana de evaluación
Autoevaluación docente	Rúbrica
Heteroevaluación	Rúbrica
Coevaluación	Diana de evaluación

Fuente: elaboración propia.

5. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

5.1. INTRODUCCIÓN/JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La siguiente propuesta se basa en la transmisión de una cultura científica adecuada a las nuevas necesidades sociales desde la perspectiva CTS, mostrando una ciencia presente en nuestro día a día, contextualizada y útil para solventar los errores de la enseñanza tradicional y las actitudes negativas hacia este campo de conocimiento.

Por ello, se introducirán en el aula contenidos de NdCyT relacionado con la sociología externa (influencia de la ciencia y tecnología sobre la sociedad), sociología interna (características de los científicos) y epistemología (conocimiento científico). El planteamiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias desde este enfoque, permite introducir, además, diversas estrategias para favorecer el aprender a pensar y el aprender a aprender.

Concretamente, la propuesta se centra en el estudio de la Tierra, en la Geología, a través de campos cercanos a la vida cotidiana de los alumnos y accesible a su etapa evolutiva. La introducción de esta temática se ve impulsada por la escasa cultura geológica presente en los ciudadanos. La falta de cultura geológica ha provocado falta de capacidad crítica en relación con las consecuencias de la actividad humana sobre el planeta, el desconocimiento sobre la

utilidad de las rocas y minerales, la energía, la historia de vida, la huella planetaria relacionada con el uso responsable de recursos geológicos, el cambio climático...

De forma general, se pretende que los alumnos conozcan que los productos que empleamos diariamente se elaboran con rocas y minerales presentes en el suelo que pisamos, el impacto de extracción y la necesidad de reducir nuestro consumo.

Para conseguir dichos objetivos se diseñan una serie de actividades implementadas a través de metodologías activas e innovadoras (indagación, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo...) englobadas a su vez en un modelo didáctico constructivista, que permita al alumnado construir sus propios aprendizajes transformando sus ideas previas a través de la exploración adquiriendo competencias para la vida. La implementación de las actividades tiene una duración de 3 semanas.

5.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO EDUCATIVO

5.2.1. Características del entorno escolar

La propuesta se implementa en la cabecera del CRA El Pizarral. Este centro de carácter público se localiza en Santa María la Real de Nieva, una localidad segoviana de 961 habitantes. Las actividades económicas y servicios de esta zona son muy variados y cuenta con un rico patrimonio artístico-cultural. En cuanto a la composición jurídica del centro, este cuenta con 4 unidades de E. Infantil y 9 de E. Primaria. Actualmente tiene una sola línea y acoge a 61 alumnos. Las familias se enmarcan en un nivel socioeconómico medio (con alguna excepción). Además, debemos tener en cuenta que cada alumno procede de una localidad diferente. El nivel cultural es un ámbito que debe mejorarse.

5.2.2. Características del centro

El centro se caracteriza por su infraestructura y por su identidad. Analizando sus líneas de actuación y viviendo la cotidianidad de este centro podemos afirmar que su objetivo es educar para la vida. Para ello, adaptan su respuesta atendiendo a las necesidades del entorno social, del entorno cercano y de sus estudiantes. Siendo la innovación la principal vía para conseguir sus objetivos.

5.2.3. Características de la clase y los alumnos

Los docentes de la escuela rural deben desarrollar su capacidad para innovar y adaptar el proceso educativo a las características de una clase multinivel.

El grupo, en general, se caracteriza por ser un grupo movido y cohesionado. Llevan compartiendo aula desde infantil, por lo tanto, han surgido diversas relaciones caracterizadas principalmente por el respeto. Las discusiones que surgen suelen ser por problemas en el juego. Es un grupo unido gracias a la convivencia característica del centro.

Un aspecto muy importante para tener en cuenta son las características psicopedagógicas comunes a los alumnos de este nivel educativo. Conocer estas características nos permitirá adaptar mejor nuestra respuesta y comprender ciertas situaciones o comportamientos. Sin embargo, es necesario comprender que cada persona tiene un desarrollo diferente. Partiendo del trabajo de Pérez-Pueyo et. al (2009) para los alumnos de 1º y 2º (6 a 8 años) son las siguientes:

- Capacidades cognitivas: se encuentran en la etapa de pensamiento preoperacional, su razonamiento no puede desligarse de la experiencia y manipulación. Van asimilando poco a poco la lengua y el vocabulario comienza a extenderse con el comienzo de los procesos lectoescritores. Son capaces de describir con detalle situaciones, memorizar experiencias constantes, clasificar y ordenar elementos...
- Capacidades emocionales: comienza a construir su persona. A esta edad son espontáneos, curiosos, confiados...El afianzamiento de sus posibilidades les permite ir adquiriendo la capacidad de autoevaluarse. Su moral es heterónoma y necesitan la aprobación adulta (es necesario tener en cuenta que su autoestima se esta formando).
- Capacidades físicas: son capaces de respetar normas y reglas. Dominan su motricidad y son incansables. Siguen desarrollando su lateralidad y coordinación óculo-motriz.
- Capacidades relacionales: son sensibles a las injusticias y dependen del maestro. Comienzan a jugar en pequeño grupo, mejorando su empatía al superar el egocentrismo desarrollando su dimensión afectiva y moral. No discriminan a otras personas.



Figura 3. Vistas del aula

5.3. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretende que los alumnos alcancen son:

- Observar y describir diferentes rocas y minerales.
- Clasificar las rocas y minerales en función de los atributos observados.
- Comprender que el suelo, la Tierra, alberga los recursos que necesitamos para vivir.
- Identificar las minas como construcciones para obtener recursos geológicos.
- Conocer los impactos naturales de la minería.
- Reconocer productos cotidianos que contienen rocas o minerales.
- Valorar la labor de los geólogos como personas que trabajan para mejorar la vida de las personas.
- Conocer las consecuencias del uso excesivo de materiales.
- Valorar la importancia de la reducción para cuidar el medio ambiente.
- Respetar el trabajo y las aportaciones de otros compañeros.
- Adquirir responsabilidades en función del rol (portavoz, coordinar, secretario y supervisor).
- Reflexionar sobre los aprendizajes y emociones experimentados.
- Elaborar diferentes producciones en equipo.
- Utilizar el diálogo y las fuentes de información para ampliar ideas.
- Trabajar de forma cooperativa mostrando una actitud participativa y respetuosa.
- Exponer de forma oral y escrita los aprendizajes, ideas, dudas, sensaciones...

5.4. CONTRIBUCIÓN A LAS COMPETENCIAS BÁSICAS

El área de ciencias es un escenario ideal para desarrollar las competencias clave. La educación científica tiene como finalidad profundizar en las competencias intelectuales (aprender a aprender, aprender a cooperar...) esenciales para la nueva sociedad. Además, el diseño de los procesos educativos centrados en el estudiante y su pensamiento nos permite que los discentes adquieran las competencias clave de forma autónoma, contextualizada, dinámica y funcional. De esta forma no solo evitamos la desconexión con la vida cotidiana, sino que fomentamos un aprendizaje significativo y permanente. Teniendo en cuenta las competencias establecidas en la Orden ECD 65/2015 en la siguiente propuesta se desarrollan:

- Competencia lingüística: el lenguaje impregna todas las actividades. Escuchar, leer, expresar mensajes orales y escritos, aprender un vocabulario específico...es fundamental para construir aprendizajes. El trabajo científico es cooperativo y se necesita la

competencia comunicativa tanto para generar el conocimiento dentro del grupo de trabajo, como para comunicar el conocimiento dentro de la comunidad científica o divulgarlo a la sociedad.

- Competencia social y cívica: La convivencia y la cohesión forman parte sustancial de la propuesta. Esta competencia es esencial para conseguir un cambio en nuestra relación con el entorno para adquirir actitudes más sostenibles y consumir de forma responsable. Sin esta competencia no podrán adquirir hábitos como la reducción, el reciclaje, la concienciación...Además, se favorece la puesta en marcha de habilidades sociales a través de las técnicas cooperativas y la relación CTS.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: a lo largo de las actividades se motiva al alumnado para que se sienta como un científico y que actúe como tal. Que desarrolle su imaginación, su capacidad de observación, que aprenda a expresar ideas y a ponerlas en marcha interactuando con otras personas.
- Conciencia y expresiones culturales: la ciencia nos permite entender la vida. La ciencia es un fenómeno social y cultural producto del trabajo y del pensamiento desde hace siglos. La educación científica es un derecho que debe estar al alcance de todos. Participar con otras personas para comprender el entorno y nuestra relación con este propician esta competencia.
- Competencias básicas en ciencia y tecnología: el objetivo de la propuesta es que los alumnos comprendan la relación CTS desde su entorno cercano para adquirir habilidades esenciales en la nueva sociedad y, además, fomentar sus vocaciones científicas mostrando una ciencia dinámica, humana...
- Competencia digital: las tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC) permiten al alumnado aprender con la tecnología, adquiriendo habilidades para aprovechar de forma segura sus funciones (buscar información, usar diferentes lenguajes...).
- Aprender a aprender: la educación científica nos permite profundizar en el aprender a aprender, esencial para conseguir un aprendizaje permanente. Uno de los principales objetivos de la propuesta es que los alumnos desarrollen esta capacidad de orden superior. Por ello, se introduce en el aula el pensamiento visible. Un movimiento que facilita la comprensión, la metacognición, el observar, la búsqueda de alternativas, experimentar, realizar hipótesis, analizar resultados, obtener conclusiones, comunicar, buscar información, adquirir habilidades del pensamiento y del aprendizaje autónomo...

5.5. ELEMENTOS TRANSVERSALES E INTERDISCIPLINARIEDAD

El Real Decreto 126/2014 recoge diversos elementos transversales que deben envolver de forma no específica cada proceso educativo. Sin embargo, como hemos indicado anteriormente, este tipo de transversalidad responde a la finalidad de los currículos antiguos. En este proyecto la transversalidad pasa a formar parte explícita de los procesos para constituir la cultura de la escuela acercando la realidad social, enriqueciendo e integrando las disciplinas, fomentando la adquisición de valores...para que los alumnos construyan sus propios conocimientos. Por lo tanto, la educación científica integrará:

- Educación Ambiental (EA): la temática sobre los usos de los recursos geológicos se encuentra estrechamente relacionada con la EA debido a que estos proceden de la Tierra. Por lo tanto, debemos trabajar aspectos esenciales como el desarrollo sostenible, el consumismo y la sobreexplotación. Comprender que extraer dichos recursos daña el medio y que no son infinitos es esencial para desarrollar valores ecológicos sustentables adquiriendo la capacidad de reducir nuestro consumo e incluso ir un paso más allá promoviendo el mensaje de la EA.
- Valores sociales y cívicos: a lo largo de la propuesta se genera un escenario ideal para trabajar en equipo en base al respeto, la ayuda mutua, la cooperación, la tolerancia...y, además, desarrollar valores prosociales hacia nuestro medio natural.
- Ciudadanía y democracia: la cultura científica constituye una dimensión primordial para que los alumnos puedan participar como ciudadanos activos y críticos de una democracia. Es decir, les permite involucrarse de manera correcta en la sociedad adquiriendo las capacidades para conseguir un mundo más justo y sostenible.

Por otra parte, con el objetivo de proporcionar una respuesta a los alumnos que les capacite a enfrentarse a los complejos retos que se nos presentan en la actualidad y, además, les permita adquirir sus habilidades, actitudes y conocimiento de forma más natural introducimos la interdisciplinariedad a través del ABP. Concretamente la propuesta incluye Lengua, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Plástica y Valores Sociales y Cívicos por su relación con la temática trabajada.

5.6. CONTENIDOS ESPECÍFICOS, CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Debido a su extensión, los contenidos específicos, criterios y estándares de evaluación extraídos y secuenciados del DECRETO 26/2016 aparecen en el anexo II. Los diferentes contenidos se han adaptado al centro escolar, al aula y los alumnos dando respuesta a las necesidades sociales y a las necesidades educativas del alumnado tomando el currículo vigente como un referente y no como una norma cerrada a seguir.

5.7. ASPECTOS ORGANIZATIVOS

5.7.1. Temporalización

La propuesta tiene una duración de 3 semanas. Comienza su aplicación el día 12 de mayo y finaliza el día 28 de mayo.

En la figura 4 se muestra un resumen de las fases del proyecto, un resumen de las actividades, cronograma y la evaluación empleada para facilitar la implementación de la propuesta.

En el diseño y temporalización de las diferentes actividades se ha tenido en cuenta, además de las características psicopedagógicas del alumnado, los recursos disponibles, los ritmos de la clase y los alumnos. Las actividades se caracterizan por ser dinámicas para favorecer la atención e interés. En cada actividad aparece una estimación del tiempo dedicado a cada actividad, sin embargo, debemos tener en cuenta que la predisposición del alumnado variará a lo largo del día y de la semana (Testu, 2016).

5.7.2. Recursos personales, materiales y espaciales

En cuanto a los recursos necesarios, estableciendo la siguiente clasificación, serán necesarios:

- Recursos materiales: son muy variados. Serán necesarios recursos fungibles, las distintas rocas y minerales, las plantillas de las rutinas, materiales de trabajo como el catálogo... Además, se ha diseñado una página web a modo de repositorio de información que será empleada (dependiendo del momento) tanto por lo alumnos como por el docente. Pueden consultarse en el anexo III.
- Recursos personales: contamos con la ayuda de la maestra-tutora del grupo, la participación de la maestra en práctica y los especialistas que acuden como apoyo.
- Recursos espaciales: aula de referencia (figura 4) y aula con pizarra digital.

¡CUIDADO! ¡QUÉ ME ESTÁS PISANDO!				
ACTIVIDADES				
FASES	Actividades	Descripción	Temporalización	Evaluación
Fase inicial: punto de partida Focalización	¿Me conoces?	Motivación inicial con la llegada de una retahíla/adivinanza que lleve al alumnado al arenero (su lugar de recreo). Recogida de rocas y minerales y vuelta al aula.	1ª sesión (15-20 min) Semana 1	Observación + Análisis de la rutina + Rúbrica
Investigación y desarrollo del proyecto Exploración y aplicación	Detectives de la Tierra	Conocer la figura del geólogo, las características de las rocas y su origen.	1ª sesión (50 min) Semana 1	Producciones de los alumnos + observación + Rúbrica + Análisis de las rutinas
	Familias de rocas	Clasificación de rocas.	2ª sesión (30 min) Semana 2	
	¿Cómo obtenemos estos recursos?	Visita virtual a una mina. Rutina compara-contrasta antes y después de la construcción de una mina.	2ª sesión (40 minutos) Semana 2	
	¿Dónde o cómo usamos las rocas y minerales?	Elaboración de un catálogo para conocer la presencia de rocas y minerales en productos cotidianos. Importancia del consumo sostenible.	3ª sesión (1h 30 min) Semana 3	
	Actividad de transferencia	Resolver tres situaciones cotidianas a través de los aprendizajes adquiridos.	4ª sesión 30 minutos Semana 4	
Fin del proyecto: Fase de evaluación Reflexión	Asamblea final	Reflexión sobre los aprendizajes adquiridos, emociones experimentadas y rutina Antes pensaba.../Ahora pienso...	4ª sesión (50-60 min) Semana 4	Análisis de las rutinas + Coevaluación + Autoevaluación
Rutina El titular				

Figura 4. Resumen de la propuesta

5.7.3. Agrupamientos

Los agrupamientos no se realizarán de forma azarosa, sino que serán contemplados diversos aspectos como el nivel educativo, las destrezas sociales, el estilo de aprendizaje, las dificultades...para conseguir agrupamientos flexibles y heterogéneos. Los agrupamientos dependerán de la actividad o momento (ver tabla 3).

Tabla 3. *Agrupamientos.*

AGRUPAMIENTOS	MOMENTOS
Gran grupo	Motivación inicial, exposición de productos, rutina cooperativa Veo-Pienso-Me pregunto, juego de la explicación, visionado de vídeos o cuento, retroalimentación final, asambleas...
Pequeño grupo	Familias de rocas, conversación sobre papel, actividad de transferencia, puntos de la brújula...
Parejas	Momentos de ayuda mutua, atención a la diversidad.
Individual	Compara-contrasta, búsqueda de información para realizar el catálogo, rutina el titular, reflexiones individuales, aportaciones...

Fuente: elaboración propia.

5.8. METODOLOGÍA Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Para proporcionar una respuesta acorde a la nueva sociedad (en la que el ciclo de renovación de conocimientos es más corto que el ciclo de vida), la escuela debe incorporar aspectos innovadores que permitan a los alumnos adquirir capacidades de orden superior para conseguir la autonomía intelectual. Es necesaria una nueva racionalidad alejada de la repetición y memorización característica del enfoque tradicional.

Partiendo de estas ideas y las mencionadas en el *Marco teórico*, la propuesta se enmarca en el modelo didáctico constructivista. Además, el diseño e implementación de las diferentes actividades se engloban en diversas metodologías infusionadas con el pensamiento visible (ver tabla 4) para favorecer un aprendizaje profundo y eficaz.

Tabla 4. Metodologías y oportunidades.

METODOLOGÍA	OPORTUNIDADES
ABP	Engloba el resto de las estrategias favoreciendo un aprendizaje contextualizado, natural y real.
Indagación	Para favorecer la autonomía en la construcción de modelos sobre la realidad. Desarrollo de competencias
Rutinas de pensamiento	Guiar y visibilizar el pensamiento del alumnado.
Técnicas cooperativas	Aprovechar la ayuda mutua y el aprendizaje entre iguales.
Técnica de la Interrogación	Favorecer y guiar el pensamiento y la indagación.
Exposición oral	Compartir ideas para general un andamiaje hacia conocimientos más complejos y elaborados.

Fuente: elaboración propia.

5.9. PRINCIPIOS DE LA PROPUESTA

La propuesta se concreta en una serie de actividades interrelacionadas, que muestran la progresión de conocimientos partiendo de las concepciones previas del alumnado. El planteamiento de las diferentes actividades se ha realizado con el objetivo de dar respuesta a las diversas problemáticas expuestas en el *Marco teórico* y de acuerdo con el proyecto para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación (FECYT) mencionado. La estructura de la actividad incluye los principios recogidos en la figura 5.

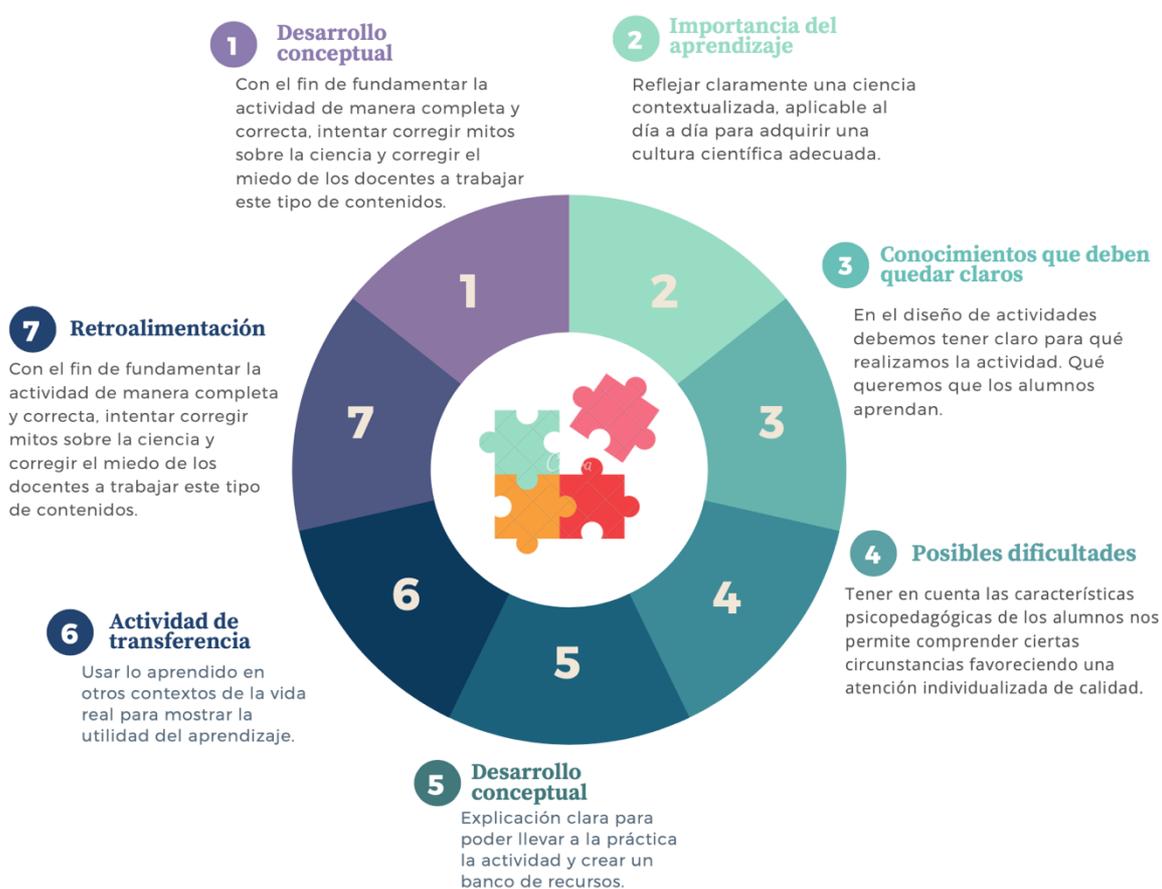


Figura 5. Principios de la propuesta. Fuente elaboración propia siguiendo el proyecto FECYT.

A continuación, se muestra el desarrollo de las actividades con la información necesaria para su implementación.

5.9.1. Desarrollo conceptual

Los contenidos trabajados en la propuesta se centran en las rocas y los minerales (presentes en el suelo que pisamos) que conforman los productos que empleamos en nuestra vida cotidiana; el impacto para extraer dichos materiales de la Tierra mediante minas o canteras y la necesidad de reducir nuestro consumo para evitar la sobreexplotación y sus consecuencias.

A pesar de que la Geología está presente en nuestro día a día, la mayoría de las personas describen esta ciencia de forma superficial sin ser conscientes de su importancia en nuestra vida cotidiana y sin ser conscientes de la labor de los geólogos. Esta falta de cultura geológica acarrea diversos problemas como los indicados en el *Marco teórico*.

La Geología es una rama de las Ciencias Naturales que estudia la historia, la composición, la estructura, los recursos naturales y los procesos de la Tierra, de las rocas que constituyen nuestro planeta. Por lo tanto, la Geología no se reduce a la simple contemplación de una roca, mineral, fósil o paisaje, sino que es una ciencia fundamental para atender las necesidades de la sociedad sin olvidar la sostenibilidad (Universidad del País Vasco, s.f.).

Partiendo de esta definición, podemos observar que dentro de la Geología existen diversos campos de estudio: geofísica, geoquímica, petrología, mineralogía, paleontología, geomorfología, geología económica, ingeniería geológica. En la presente propuesta, teniendo en cuenta los contenidos que pretendemos trabajar, nos centramos en el estudio de la petrología (estudio de las rocas), mineralogía (estudio de los minerales) y la geología económica (exploración y explotación de materia geológica). Por lo tanto, antes de implementar la propuesta es necesario que tengamos claros los siguientes conocimientos sobre estos campos de estudios.

En relación con la mineralogía debemos conocer que un mineral es un sólido natural y homogéneo, de origen inorgánico, con una disposición interna ordenada (estructura cristalina) y una composición química fija o limitada.

Siguiendo la obra de Iriondo (2007), podemos identificar minerales de manera expeditiva mediante la observación de propiedades físicas medibles. Debido a que trabajamos con alumnos de corta edad debemos introducir el proceso forma progresiva teniendo en cuenta ciertos aspectos didácticos. De forma resumida y como se puede observar en el desarrollo

de las diferentes actividades es importante que el alumnado comience identificando el atributo que queremos analizar. Para ello, los alumnos deben manipular los objetos y descubrir las características. Es el momento de introducir el lenguaje apropiado. A continuación, debemos fomentar la comparación directa entre rocas y minerales para que el atributo adquiera un mayor sentido. Por ejemplo, este mineral es más duro que este otro.

Los minerales y propiedades que introduciremos en el aula por considerarse los más cercanos al alumnado y representativos se recogen en la Figura 6.

MINERALES Y USOS				
Cuarzo	Talco	Calcita	Yeso	Mica
				
Botellas de vidrio	Polvos de talco	Dentífrico	Tizas	Maquillaje
.....				
Pirita	Halita	Oro	Cobre	
				
Perchas, tuercas	Sal común	Joyas	Cables	

PROPIEDADES

Forma o hábito: el aspecto puede ser muy variado. Por ejemplo: geométrico, prismático...

Brillo: aspecto de la superficie.

Peso: ligero o pesado.

Transparencia: según el paso de la luz serían opacos, traslúcidos o transparentes.

Tacto: suavidad, rugosidad, liso, frío.

Color

Dureza: resistencia a ser rayado.

Figura 6. Minerales, propiedades y usos que se trabajan en la propuesta.

En cuanto a la petrología, debemos conocer que una roca es un material sólido originado en la superficie de la corteza terrestre como consecuencia de procesos endógenos o exógenos. Es un agregado natural de uno o más minerales. Los geólogos clasifican las rocas en función de su origen (ígneas, sedimentarias y metamórficas) a partir del ciclo de las rocas (Abad y Molina, 2012). Sin embargo, debido al nivel de abstracción de este proceso lo introduciremos (como puede observarse en las actividades) de forma visual y catalogaremos las rocas siguiendo otros criterios observables y manipulables como la textura, el color, la dureza...al igual que con los minerales. Del mismo modo que con los minerales, introduciremos las rocas y propiedades de la Figura 7.



Figura 7. Rocas, propiedades y usos que se trabajan en la propuesta.

Debido a que uno de los principales objetivos es que los alumnos comprendan la presencia de la geología en el día a día introducimos la geología económica. Muchos de los productos que utilizamos son fabricados con minerales y rocas. Es decir, las rocas y minerales son materias primas de la Tierra para el ser humano y, por lo tanto, dependemos de ellos y tienen un interés económico.

Los usos de rocas y minerales que introduciremos en el aula parten de objetos cotidianos de su vida como puede observarse en las figuras 6 y 7.

Para obtener estos recursos se han desarrollado diversas técnicas para extraer rocas y minerales. En esta ocasión trabajaremos la minería subterránea y a cielo abierto (canteras). Trabajaremos estos aspectos a través de una visita virtual a estas construcciones. De esta forma podremos no solo trabajar la explotación de recursos, sino la profesión de minero y la importancia del desarrollo de herramientas, tecnologías para desarrollar esta ciencia.

- Herramientas manuales como cinceles, palas, carretillas...
- Maquinaria pesada para realizar las excavaciones: excavadoras, pavimentadoras...
- Maquinaria para transportar material: vagonetas, dúmperes....
- Herramientas de protección: cascos, monos de trabajo, guantes, botas con refuerzo de metal...
- Tecnologías y herramientas para estudiar el territorio: lupa, mapas y GPS geológicos, brújula, sismógrafo, cámara de fotos, ordenador...

Además, uno de los principales objetivos es trabajar las consecuencias ambientales de este tipo de explotaciones comparando el antes y después de un paisaje sobre el que se ha

realizado una explotación de este tipo. Entre las principales consecuencias ambientales encontramos: alteración visual, contaminación atmosférica por los gases de la maquinaria y las explosiones, contaminación acústica causado por los ruidos y las vibraciones, deforestación, alteraciones en la fauna al destruir o modificar su hábitat, contaminación del agua causada por vertidos, por los lodos causados por la excavación...

Estos dos aspectos (consumo e impacto ambiental de la explotación) nos dan paso a integrar junto a la Educación Científica aspectos de la Educación Ambiental. Concretamente, trabajaremos la importancia de reducir nuestro consumismo para evitar la sobreexplotación de recursos. Al juicio de Marten (2001) debemos comenzar a ser conscientes de que pertenecemos a los ecosistemas y que nuestras acciones sobre ellos tienen consecuencias sutiles y lentas que conllevan a un grave problema. Todos dependemos de los ecosistemas para obtener recursos naturales. La mayoría de estos recursos se renuevan, sin embargo, el elevado ritmo de consumo (sobreexplotación) rompe la estabilidad disminuyendo el capital natural y el entorno.

5.9.2. Por qué es importante este aprendizaje

Resulta sorprende el desconocimiento sobre el origen de los recursos que empleamos día a día. Aunque este aspecto pueda parecer irrelevante o intrascendente, tiene efectos negativos sobre nuestra vida y sobre el estado de nuestro planeta. Adquirir una cultura geológica permitirá a los estudiantes dar explicación a fenómenos de su vida y entorno favoreciendo actuaciones y actitudes críticas y respetuosas:

- Los recursos que nos proporciona la Tierra no son infinitos, hay que saber aprovecharlos.
- La actividad humana para obtener dichos recursos tiene efectos sobre el medio ambiente.
- Reducir nuestro consumo para ser responsables de nuestra huella planetaria.

Es esencial que los niños aprendan y se habitúen a observar y conocer el entorno que les rodea y las relaciones de la sociedad y la naturaleza para poder actuar de forma respetuosa con el medio ambiente. Por ello, conocer que el suelo bajo nuestros pies alberga los recursos que necesitamos para vivir nos permite concienciar sobre la importancia de la Geología en nuestro día a día, la importancia de reducir nuestro consumo y proteger el planeta en el que vivimos mediante explotaciones sostenibles de los recursos naturales.

5.9.3. Conocimientos que los alumnos deben tener claros

- La Geología no solo estudia las “piedras”. Estudia los recursos que necesitamos para vivir, la historia del planeta, los peligros que pueden afectarnos...
- El suelo alberga los recursos que necesitamos para vivir y, por lo tanto, debemos cuidarlo.
- Las rocas y los minerales componen la mayoría de los objetos y productos que usamos a diario.
- Para obtener rocas y minerales se construyen minas y canteras que degradan el medio ambiente.
- Los geólogos/as son personas que trabajan para mejorar la vida cotidiana de las personas.
- El uso responsable y sostenible de los recursos geológicos porque no son infinitos y para extraerlos contaminamos.

5.9.4. Posibles dificultades

Prever posibles dificultades teniendo en cuenta las características psicopedagógicas del alumnado nos permitirá comprender diversas circunstancias y proporcionar retroalimentaciones de calidad.

Algunas de las dificultades que podemos encontrar están relacionadas con las etapas del desarrollo infantil (Teoría del desarrollo) descritas por Piaget. Los alumnos de 1º se encuentran en el paso del pensamiento intuitivo (4-7 años aprox.) al periodo de las operaciones concretas (7-11 años aprox.). Por ello, puede haber alumnos que encuentren dificultades en la observación de los atributos de las rocas, minerales y objetos por no haber superado limitaciones como la centración y decantación o no haber conseguido el logro de la noción de identidad. Pueden encontrar dificultad para reconocer que en los productos presentados estén presentes las rocas y minerales al modificar su forma (la roca no se ve como tal en el producto).

También pueden encontrar dificultades en el proceso de clasificación. Lograr el dominio de clasificación requiere elaborar criterios de clase, comprender que un objeto no puede pertenecer a clases opuestas...

Muchas actividades realizadas no poseen una única solución, el egocentrismo infantil puede causar conflicto. Por ello, trabajamos el respeto de las creaciones de otras personas desde el pluralismo metodológico.

Además de estos aspectos, debemos tener en cuenta que las concepciones alternativas pueden estar muy arraigadas y que la sesión puede no modificarlas o hacerlo levemente (Aguilar, Maturano y Núñez, 2007). Por ello, partimos de las ideas previas del alumnado visibilizadas a través de rutinas de pensamiento para transformarlas en saberes razonados.

Por otra parte, debemos prestar atención al lenguaje. Como indica Jiménez (2003) aprender ciencias es aprender a hablar del mundo, en otros términos. El vocabulario específico y nuevo puede resultar complicado para el alumnado. Sin embargo, el lenguaje y comunicación son parte sustancial del trabajo científico (Jiménez, 2003). Debemos introducirlo de forma progresiva.

Por último, podemos encontrarnos rechazo a reducir el consumo o al adquirir responsabilidades en nuestro día a día para no perjudicar el medio ambiente debido a que las consecuencias de nuestros actos se producen en un futuro o no son observables.

5.9.5. Desarrollo de la propuesta

Actividad 1 ¿Me conoces?

Aprovechando el entorno cercano del alumnado (el arenero del patio donde juegan cada día) crearemos una adivinanza con un mapa que motive y dirija al alumnado hacia este espacio y provoque en ellos un conflicto cognitivo al descubrir la falta de conocimiento sobre el suelo que pisamos día a día. Al llegar descubrirán que hay diversas rocas y minerales. Las recogemos y volvemos al aula.

Actividad 2 Detectives de la Tierra

Una vez de vuelta en el aula colocamos los diferentes materiales sobre la mesa. Dejamos un momento para que los alumnos manipulen libremente estos materiales y calmar el nerviosismo por la presencia de los objetos nuevos. Este primer contacto supone un escenario ideal para lanzar la cuestión inicial, a través del “Juego de la explicación”, que introduzca al alumnado en la actividad y le motive: *¿Quiénes son los detectives de la Tierra?*

Tras recopilar las ideas del alumnado y guiar (si no surge el concepto emplear el cuento elaborado y recogido en la web) al alumnado hacia la figura del geólogo/a les proponemos que se conviertan en geólogos/as por un tiempo. Para favorecer su motivación y participación les proporcionamos una identificación y una caja de herramientas con lupas, lápices, papel, libros de consulta... y lanzamos la pregunta *¿cómo son los geólogos?* De esta manera

mostramos a los científicos como personas normales estableciendo una analogía con los alumnos.

Tras este momento volvemos la atención hacia las rocas y minerales. A través de la manipulación, el uso de los sentidos (vista, tacto, olfato y oído) y la experimentación comenzamos a realizar la rutina de pensamiento “Veo-Pienso-Me pregunto” cooperativa. Este organizador del pensamiento favorecerá que los alumnos comiencen a observar e identificar los atributos de estos materiales experimentando con sus sentidos. Además, esta rutina permitirá al alumnado activar sus conocimientos sobre las rocas y minerales poniendo de manifiesto sus conocimientos previos e inquietudes sobre el tema trabajado. Debemos aprovechar este proceso para ir introduciendo el vocabulario apropiado. Cuando todos los alumnos finalicen la rutina exponemos los resultados en gran grupo.

Una vez realizado esto lanzamos la pregunta (“Juego de la explicación”): *¿de dónde proceden estos materiales?* Realizamos una lluvia de ideas guiando al alumnado hasta el origen de todos estos materiales (La Tierra).

Actividad 3 Familias de rocas

Aprovechando el desorden provocado en las rocas en la anterior sesión, plantaremos a los alumnos que realicen familias de rocas en grupo. Para realizar esta actividad los alumnos deberán comparar las rocas y clasificarlas. Esto favorecerá que establezcan conexiones y amplíen sus descripciones y formas de observar descubriendo regularidades. Estas regularidades nos ofrecen oportunidades para crear un conflicto cognitivo. ¿Puede ir esa roca en otro grupo? ¿Puede ir en 2 grupos a la vez? También nos ofrece oportunidades para comenzar a extraer y descubrir propiedades. Proporcionando a los alumnos las tarjetas con diferentes propiedades podrán observar y analizar que familias cumplen la propiedad ampliando de esta forma su descripción. Cuando los grupos tengan sus familias creadas, elaboraremos un listado con los criterios seguidos por cada grupo para ponerlos en común y ampliar ideas.

Esta actividad proporcionará una adecuada base para introducir de forma muy breve la clasificación basada en el origen de su formación. (rocas sedimentarias, ígneas y metamórfica) a través de un recurso audiovisual sobre el ciclo de las rocas que puede encontrarse en la web.

Actividad 4 ¿Cómo obtenemos estos recursos?

A través de esta actividad se pretende que los alumnos vayan más allá de la simple contemplación como hacen los geólogos, qué reflexionen sobre cómo se extraen estos materiales, cuáles son los impactos de este proceso en la naturaleza... Planteamos la cuestión (“Juego de la explicación”) para que los alumnos expongan sus ideas (serán anotadas en un listado para tenerlas en cuenta y que los alumnos observen que sus aportaciones son valoradas). Empleando la página web, después realizamos una visita virtual a una mina para que los alumnos puedan descubrir como son estas construcciones y a través de un collage que puedan observar que maquinaria, tecnologías y herramientas son necesarias para extraer y estudiar rocas.

A continuación, realizamos la rutina “compara-contrasta” sobre dos imágenes con el antes y después de la construcción de una mina (incluidas en la web). De esta forma los alumnos podrán explorar las consecuencias sobre el medio ambiente de la extracción de recursos.

Actividad 5 ¿Dónde o cómo usamos las rocas y minerales?

De nuevo se pretende que los alumnos vayan más allá de la simple contemplación. A partir de esta pregunta los alumnos realizarán la rutina “Conversación sobre papel”. De esta forma descubrimos sus conocimientos previos sobre la presencia de los recursos geológicos en nuestro día a día. Cuando los alumnos hayan expuesto sus ideas les mostraremos una serie de productos que utilizan en su día a día. Dado que aparentemente no parece que estén compuestos por rocas y minerales surgirá un conflicto cognitivo. Para solucionar esta situación proponemos a los alumnos que exploren (utilizando la web la cual está adaptada a su nivel, observando el entorno cercano...) y creen un catálogo con los dibujos de los productos y las rocas/minerales que contienen.

El catálogo se convierte en un instrumento sobre el que visibilizar el pensamiento del alumnado, sus descubrimientos y, además, nos permite componer un producto grupal favoreciendo el respeto y cuidado a las producciones de los demás.

Una vez completado el catálogo, utilizamos la rutina “El juego de la explicación” junto a la cuestión *¿Para qué puede servir este catálogo?* De esta forma guiamos al alumnado para que conecten los aprendizajes adquiridos sobre el origen de las rocas y la importancia de cuidar el medioambiente. El juego deberá ser guiado por el docente para poner en marcha la

conversación. El resultado se recogerá en el catálogo. Pueden lanzarse las siguientes preguntas:

- ¿Es importante conocer de que están hechos estos productos?
- ¿Qué ocurrirá si consumimos demasiados productos?
- ¿Qué podemos hacer para reducir nuestro consumo?

5.9.6. Actividad de transferencia del aprendizaje:

Para favorecer la exploración de ideas y opciones para resolver el problema planteado se empleará la rutina “Puntos de la brújula”.

- Imagina que tu hermana esta preparando su bocadillo y no sabe si utilizar papel de aluminio o una servilleta. ¿Cuál le dirías que usase? Explica por qué.
- Vas a celebrar tu fiesta de cumpleaños con una merienda. ¿Qué cubiertos decides utilizar? Razona con argumentos tu decisión.
- Cerca de tu pueblo van a construir una mina a cielo abierto. Los vecinos no están muy convencidos. ¿Por qué piensas que tienen dudas? ¿Qué consecuencias puede tener la construcción de una mina?

5.9.7. Retroalimentación:

Para finalizar reunimos a los alumnos en grupos de tres o cuatro personas. Para favorecer la asunción de responsabilidades y el dinamismo durante la asamblea asignamos roles característicos del aprendizaje cooperativo (portavoz, coordinador, secretario, supervisor).

El objetivo de la asamblea es reflexionar sobre los aprendizajes adquiridos, sintetizarlos, recordar el proceso seguido, etc. Tras dialogar sobre las diferentes actividades trabajadas lanzamos las siguientes cuestiones:

- ¿Qué habéis aprendido con las actividades que hemos realizado?

Dejaremos a los alumnos que reflexionen su respuesta durante 5 minutos para que no se distraigan. Con esta pregunta comprobaremos si los alumnos han adquirido los aprendizajes que considerábamos importantes, si han surgidos otros aprendizajes no esperados o si alguna idea no ha quedado del todo clara. Si ocurre esto último podemos reforzar el proceso con una breve explicación o un vídeo explicativo adecuado para su etapa.

- ¿Cómo os habéis sentido durante las actividades?

Uno de los objetivos principales es conseguir emociones y actitudes positivas hacia la ciencia para eliminar el erróneo carácter dogmático e inalcanzable de estos saberes y favorecer las vocaciones científicas. Con esta pregunta los alumnos podrán expresar sus sensaciones durante el proyecto.

- ¿Queréis saber algo más sobre el tema? ¿Os hubiera gustado realizar alguna otra actividad?

Realizando esta pregunta podremos descubrir las nuevas inquietudes despertadas en el alumnado, visibilizándolas para que no se olviden o pierdan. Esto fomenta, además, que los alumnos vayan más allá de lo expuesto durante la propuesta. Supone un instrumento muy útil para el docente ya que nos facilita realizar actividades complementarias o incluirlas en las programaciones para posteriores implementaciones.

- “¿Antes pensaba..., ahora pienso? ¿Antes hacía..., ahora hago?”

Realizando esta rutina de pensamiento no solo descubrimos los posibles cambios producidos en los conocimientos y actitudes de los alumnos, sino que propiciamos que incorporen los aprendizajes en su vida cotidiana. Además, al poner estos cambios en común los alumnos pueden integrar las ideas de otros compañeros en su día a día.

Para finalizar la propuesta los alumnos pueden realizar una representación visual de la rutina “El titular” que resuma la idea principal de todo lo trabajado. De esta manera reflexionarán sobre el proceso seguido.

5.10. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Partiendo de la premisa de que todos tenemos necesidades de aprendizaje y de que la diversidad debe ser contemplada como un elemento enriquecedor y no como un obstáculo, se incluyen a continuación diversas medidas o aspectos para tener en cuenta y favorecer el aprendizaje de todos.

1. Flexibilización: conocer el contexto en el que se desarrolla cada uno de nuestros alumnos, sus necesidades de aprendizaje, intereses, motivaciones...es primordial para analizar qué funciona en ese grupo en concreto y proporcionar una respuesta de calidad.

2. Metodologías activas para garantizar la inclusión: el uso de metodologías activas en las que los discentes son los protagonistas favorece que el docente dedique más tiempo a la atención individualizada al liberarse de la exposición de contenidos.
3. Temporalización flexible: el horario es un instrumento educativo olvidado a pesar de su influencia en los procesos educativos. Adaptar los tiempos a las necesidades del alumnado es un elemento clave para conseguir la inclusión y el aprendizaje significativo.
4. Agrupamientos: flexibles y heterogéneos para garantizar la igualdad de oportunidades y favorecer el aprendizaje entre iguales.
5. Lenguajes variados: todos poseemos un estilo de aprendizaje diferente. Por ello, debemos tener en cuenta que cada alumno poseerá un lenguaje preferente (visual, esquemático, auditivo...).
6. Apoyo dentro del aula: la coordinación con el equipo de orientación y las familias para detectar necesidades. Una vez detectada la dificultad el apoyo dentro del aula favorecerá la inclusión y desarrollo no solo del alumno con dificultades sino de toda el aula.
7. Adaptaciones curriculares: para garantizar que todos los alumnos se desarrollen al máximo sus capacidades.

5.11. EVALUACIÓN

La evaluación, siguiendo lo planteado en el *Marco teórico* tiene un carácter formativo y formador.

Teniendo en cuenta estas cuestiones incluimos:

- Autoevaluación: los alumnos completarán una diana de evaluación con diferentes ítems (anexo IV) relacionados con la adquisición de conocimientos, su opinión sobre las actividades realizadas, sus emociones y habilidades sociales. De esta forma podrán observar de manera visual su trabajo y los aspectos que deben mejorar.
- Coevaluación: en gran grupo, con la ayuda del docente, se rellenará una rúbrica (anexo V) de forma crítica y razonada para que los alumnos puedan reflexionar sobre los aspectos a mejorar para futuras actividades.
- Heteroevaluación: la rúbrica de evaluación por competencias (anexo VI) se diseña partiendo de los criterios y estándares secuenciados del Decreto 26/2016 y los movimientos del pensamiento. La rúbrica se rellenará partiendo de la observación

directa, el análisis de las rutinas de pensamiento realizadas y las producciones del alumnado. Para analizar las rutinas se emplean las rúbricas del anexo VII realizadas a partir de la investigación de García, Cañas y Pinedo (2017).

6. IMPLEMENTACIÓN

6.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo del proyecto se parte de las ideas e indagaciones de la investigación sobre educación del proyecto FECYT para realizar una investigación educativa que me permita comprender, enriquecer y perfeccionar la práctica educativa como futura docente.

La investigación se enmarcó en el paradigma sociocrítico a través de una investigación-acción desde un estudio descriptivo. En definitiva, una investigación cualitativa para conseguir un cambio educativo a través de la cooperación y la innovación.

El proceso de investigación-acción se realizó en cada una de las sesiones realizadas, constituyendo cada una de estas un ciclo del proceso. En cada ciclo se producían diferentes momentos como los indicados en la siguiente figura.

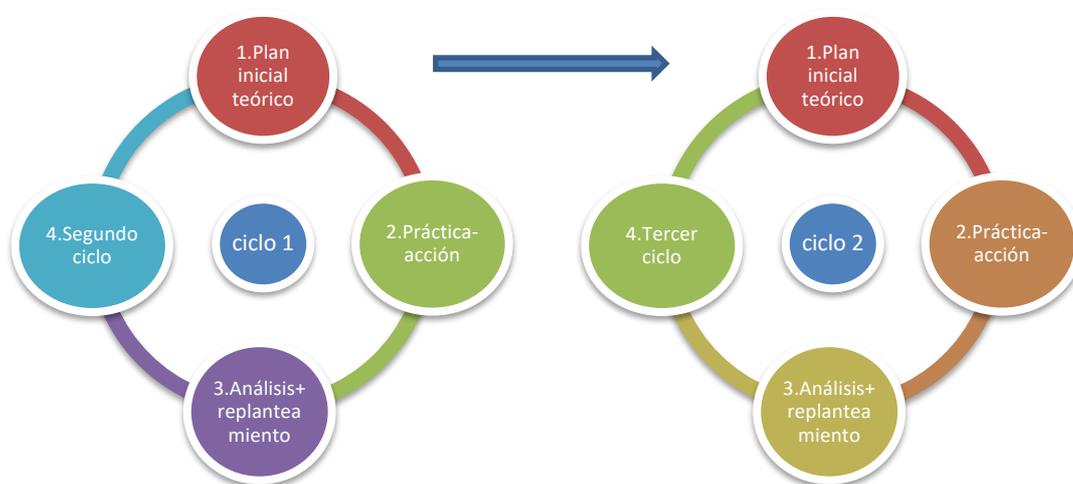


Figura 8. Espiral de investigación-acción. Elaboración propia siguiendo la tesis de Pedraza (2011).

Además, para llevar a cabo este procedimiento, se establecieron una serie de estrategias para obtener información relevante sobre el estudio (técnicas empleadas) y se delimitó una serie de instrumentos de medida. En cuanto a las técnicas utilizadas en la investigación son la entrevista, observación sistemática y el análisis de productos. Por otro lado, los instrumentos que acompañaron a la técnica y que permitieron analizar la información fueron rúbricas,

móvil, cuaderno de notas, el guion y transcripción de la encuesta realizada a la tutora (anexo IX y X) y la encuesta ciencia en el tiempo libre (anexo VIII).

La investigación comenzó con la realización de la prueba ciencia en el tiempo libre (anexo VIII) debido a que la propuesta didáctica diseñada se engloba en el proyecto FECYT. Este instrumento de medida validado y adaptado tanto a la edad del alumnado como a los contenidos trabajados se fundamenta en la escala *Leisure Time to Science*. La prueba analiza el impacto que generan las actividades diseñadas en la cultura científica de los estudiantes mediante escalas de actitud hacia la ciencia y cuestionarios de competencia científica.

A continuación, se llevó a cabo la implementación de las actividades y la evaluación siguiendo el ciclo de investigación-acción.

Para finalizar, siguiendo el objetivo de unir realidad escolar con investigación, se realizó una encuesta (anexo IX) a la tutora sobre su perspectiva de cómo se había trabajado e incluido el enfoque CTS, la transversalidad y los movimientos del pensamiento durante el proyecto. De esta forma involucramos a la maestra-tutora del grupo en la evaluación de la propuesta diseñada. Además, se volvió a pasar la prueba con escala LeTiS al alumnado para valorar el cambio de sus intereses tras su participación en el proyecto.

6.2. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Teniendo presente la importancia de la evaluación de cualquier proceso educativo y la metodología de la investigación escogida (investigación-acción), se incluyó la evaluación de la propuesta y la propia práctica docente. Evaluar nuestra respuesta supone un proceso esencial para conseguir la calidad educativa. Siendo autocríticos podremos introducir mejoras y superar los diversos retos educativos. Para llevar a cabo esto, se diseñó una rúbrica de autoevaluación docente (anexo XI) que se completó con las técnicas e instrumentos mencionados anteriormente.

Además, como se ha indicado anteriormente, uno de los objetivos principales durante el proceso de implementación era hacer partícipe al tutor o tutora del grupo-clase. Su exclusión constituiría un gran error en el proceso de investigación. Su conocimiento y cercanía con los alumnos destinatarios de las actividades diseñadas no constituye una barrera sino una fuente de conocimiento sustancial para conseguir la calidad educativa. Por ello, se realizó la encuesta del anexo IX.

Por último, resultaría incoherente excluir de la evaluación de la propuesta a sus destinatarios: los alumnos. En diferentes momentos del proyecto los alumnos participaron en este proceso (asamblea de retroalimentaciones, autoevaluación y coevaluación).

6.2.1. Propuesta de mejora

Introducir la investigación-acción en el aula tenía como objetivo analizar y mejorar el proceso educativo en cada sesión para adaptar la respuesta a las necesidades de los discentes. Es decir, este proceso muestra una competencia esencial en el profesorado: la flexibilización. Debemos preguntarnos qué funciona con el grupo para favorecer su motivación y pensamiento.

Por lo tanto, justo después de la implementación de cada una de las sesiones se llevaba a cabo un análisis sobre la adecuación del planteamiento y la funcionalidad de la actividad (ver anexo XII). Este proceso ha sido muy valioso para introducir adaptaciones acordes a las necesidades del alumnado.

Los principales replanteamientos llevados a cabo se fundamentaron, en primer lugar, en la introducción del lenguaje pictórico en las rutinas de pensamiento. Este replanteamiento se debe a que los alumnos no habían adquirido un desarrollo avanzado de la lectoescritura. Por ello, para evitar la fatiga y favorecer la expresión del pensamiento se introdujo esta adaptación. En segundo lugar, se introdujo una modificación en el lenguaje utilizado por el docente por la importancia de esta fuerza cultural. En la primera sesión se detectó que los alumnos presentaban dificultades para guiar y expresar su pensamiento dado a que solían trabajar con metodologías más tradicionales y dirigidas. Por lo tanto, se formularon preguntas que favorecieran los movimientos del pensamiento como puede observarse en el cuaderno de campo del anexo XII.

En cuanto a posibles mejoras para posteriores implementaciones, teniendo en cuenta las sugerencias del alumnado recopiladas en la asamblea final y el análisis realizado al final de la propuesta, sería interesante incluir la visita de un experto junto a una salida didáctica para conocer de forma más profunda las explotaciones mineras y que los alumnos tengan la oportunidad de explorar y buscar rocas y minerales. Esta salida no solo permitiría no caer en el error de cerrar la escuela a la sociedad que la rodea, sino que supone una estrategia interesante para introducir el enfoque CTS en el aula (Acevedo, s.f.). La cooperación con un especialista supone una estrategia de gran importancia por diversas razones:

- Permite poner de relieve la dimensión humana de la ciencia, favoreciendo la valoración de personas portadoras de saberes y las vocaciones.
- Ponen de manifiesto la evolución y dinamismo de las ciencias al observar de forma clara la evolución en los instrumentos y tecnologías utilizadas, la evolución de la profesión... mostrando como los avances mejoran el trabajo y la calidad de vida.
- Muestran la importancia de la interdisciplinariedad y la relación CTS a través de la presencia de la ciencia en cualquier actividad. Para poder obtener y utilizar las rocas y minerales es necesaria la intervención de diversos expertos como geólogos, mineros, ambientalistas, arquitectos, ingenieros...
- Visibilizan la ciencia como un fenómeno cultural. Cada profesión tiene un lenguaje específico, unas tradiciones, museos, historias, canciones...

7. RESULTADOS

7.1. RESULTADOS DE LA ESCALA LETIS

Los resultados extraídos tras el análisis comparativo entre la primera y última prueba mostraban que diversas actividades científicas como la visita a museos de ciencias, la lectura de libros sobre naturaleza o el juego relacionado con la velocidad de caída de diferentes objetos adquirirían una mayor preferencia tras el proyecto y aquellas (como observar rocas y hojas o visitar un planetario) elegidas como preferentes se mantenían.

A continuación, se muestra un ejemplo (figura 9) relacionado con estos aspectos.

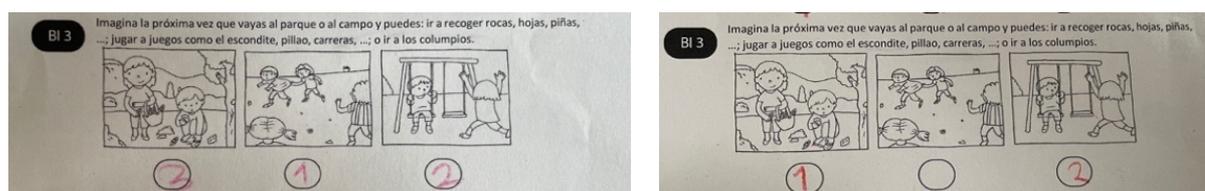


Figura 9. Cambio en la preferencia de actividades tras la realización del proyecto.

Estos resultados nos permiten concluir que las actividades diseñadas favorecían las actitudes y conductas positivas hacia la ciencia.

7.2. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Como se indicaba en la *Propuesta de mejora* al finalizar cada una de las sesiones se recogían y analizaban los resultados de las actividades realizadas. A continuación, se exponen los aspectos más relevantes y enriquecedores de la implementación.

Durante la primera sesión uno de los principales objetivos era observar como se desenvolvía el alumnado con la introducción de metodologías activas. Una de las principales tareas era guiarles para proporcionarles el andamiaje necesario para trabajar en equipo, de forma autónoma y creativa.

En esta primera sesión pudimos detectar que el alumnado presentaba una gran motivación por cualquier actividad relacionada con las ciencias. Los elementos motivacionales iniciales (adivinanza, descubrimiento de las rocas en el arenero, cuento del geólogo, identificaciones...) resultaron efectivos para introducir al alumnado en la temática y despertar sus ideas previas.

En cuanto a la realización de la rutina “Veo-Pienso-Me pregunto” podemos extraer diversos resultados y conclusiones:

- En el apartado *Veó* los alumnos fueron capaces de trabajar de forma autónoma rellenando sus *post-it* con sus observaciones (colores, forma, dureza, peso...) de forma detallada: “Es de color rosa, es muy pesado, se llama cuarzo”, “El mármol es un poco aspero [sic], y es triangular”, “el carbón pinta”, “la alita [sic] brilla y es transparente” ...
- En el apartado *Pienso* y *Me pregunto* pudimos descubrir que los alumnos presentaban dificultades para conectar ideas, construir explicaciones, razonar y formular preguntas. Uno de los alumnos para mostrar esta dificultad dijo: “Me he quedado atascado en la mente”. Por ello, se tuvieron que lanzar diversas preguntas guía basadas en los movimientos del pensamiento, gracias a las cuales los alumnos pudieron seguir la actividad. Con relación al *pienso* los alumnos relacionaron la forma con el origen (“an estao en la tierra 100 años [sic]”, “tiene una forma rara kreo que an salido de un bolcan [sic]”), sus colores con los usos en joyería o decoración (“las rocas sirven para joyería”), su dureza con la construcción...y en el *me pregunto* mostraban interés por los usos, el origen, los fósiles, los lugares dónde pueden encontrarse (“¿en las casas usamos rocas?”, “los volcanes tienen minerales?”) ...

- Los alumnos están desarrollando su lectoescritura, lo que provoca su fatiga. La última parte de la rutina tuvo que realizarse de forma oral, recogiendo la docente las respuestas.
- Tuvieron dificultad para escuchar las aportaciones de los compañeros. Se mostraban individualistas. Esto pudo deberse a la metodología tradicional con la que solían trabajar.



Figura 10. Rutina Veo-Pienso-Me pregunto cooperativa.

En la segunda sesión, en la actividad relacionada con la elaboración de familias, obtuvimos resultados interesantes, ya que los alumnos mostraron cierta destreza para autocorregirse y regular su trabajo.

En un primer momento, al nombrar a las familias en las tarjetas proporcionadas, hubo alumnos que se centraban en aspectos no relacionados con las rocas, sino en comparaciones con otros elementos (“familia de los quesos”). Sin embargo, el carácter manipulativo de la actividad les otorgaba retroalimentaciones para poder crear familias y nombres adecuados. Al intentar introducir otras rocas y minerales en la familia pudieron descubrir que la nomenclatura no era válida porque no todas las blancas parecían quesos. Algunas de las familias creadas fueron: familia oscura, brillante, puntitos, transparente... Muchos alumnos se sorprendieron al descubrir que algunas rocas podían colocarse en dos grupos a la vez. Al realizar la tarea en dos grupos intercambiamos las familias para que los alumnos ampliasen sus ideas. Muchos incluso propusieron nuevas familias partiendo de las ideas de otros compañeros.



Figura 11. Familias de rocas elaboradas.

Tras la puesta en común de las familias, introducimos las tarjetas de propiedades para que los alumnos caracterizaran de forma más detallada sus familias. Esta actividad la realizaron de forma rápida y sin problemas al tratarse de aspectos visuales y manipulativos.

Después de estas actividades vimos un vídeo relacionado con la formación de rocas. Muchos de los niños se ilusionaron al comprobar que su idea inicial sobre los volcanes era cierta. Además, reconocieron en el vídeo muchas de las rocas trabajadas en el aula. Tras este vídeo realizamos la rutina el “Juego de la Explicación” para trabajar la forma de extraer estos recursos. Los alumnos no conocían las minas y, por lo tanto, pasamos a visualizar los vídeos sobre minería y a trabajar con el collage las herramientas y tecnologías empleadas. En asamblea reflexionamos sobre cómo eran las minas, qué sensaciones podíamos sentir en su interior, la importancia de las herramientas para trabajar y para qué servían... Una vez que los alumnos tenían suficientes conocimientos sobre la explotación minera, realizamos la rutina “compara-contrasta” sobre el antes y después de una mina.

La rutina se realizó siguiendo preguntas guía debido a que los alumnos presentaban dificultades para centrarse en un elemento y compararlo. Como puede observarse en la figura 12, los alumnos representaron mediante dibujos las diferencias relacionadas con la naturaleza, el ruido, la belleza del paisaje, la contaminación... En la conclusión, surgió un debate muy interesante y una breve controversia sobre la construcción de minas. Los alumnos llegaron a la conclusión de que las minas destruyen el entorno, pero las necesitamos para obtener rocas y minerales y, por lo tanto, relacionaron esta situación con las 7R. Debido al grado de desarrollo de la lectoescritura esta rutina se realizó de forma escrita y pictórica.



Figura 12. Rutina compara-contrasta sobre el antes y después de una mina.

La tercera sesión resultó muy enriquecedora. En primer lugar, en equipos, realizamos la rutina “Conversación sobre papel” respondiendo a la pregunta ¿Dónde o cómo usamos las rocas y minerales? Los alumnos trabajaron estableciendo turnos para escribir de forma autónoma. Sus ideas sobre la temática eran creativas e interesantes (“Las usamos para calentar, hacer arte, decorar, jugar, construir...”) y, además, pudimos observar una gran mejora relacionada con la cooperación y la ayuda mutua.

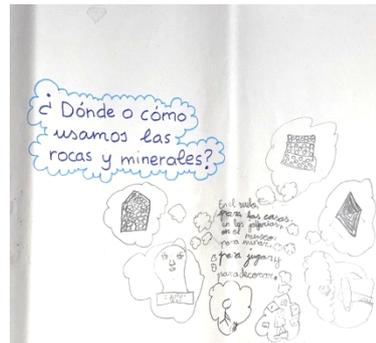
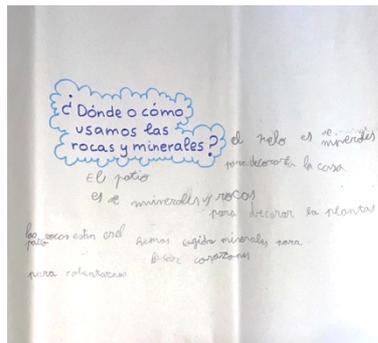


Figura 13. Rutina Conversación sobre papel realizada por los alumnos de 1º.

En cuanto a la realización del catálogo de rocas y minerales todos los alumnos participaron activamente y de forma autónoma demostrando habilidades digitales en la búsqueda de información en la página web.



Figura 14. Páginas del catálogo de usos de las rocas y minerales.

Durante el “Juego de la Explicación” el alumnado participó ordenadamente siendo capaces de escuchar y utilizar las ideas de otros compañeros para formular otras nuevas o desarrollarlas de forma más compleja. Llegaron a la conclusión de que en el catálogo debía advertirse que las rocas no son infinitas y, por ello, debemos usar las 7R. Mostraron también la conexión de este aprendizaje con el cuidado de la Tierra (“ayuda mos a los geólogo [sic] a cuidar el planeta”, “cuida las rocas las necesitamos para vivir las rocas son la seguridad de la tierra [sic]”, “las rocas no son infinitas y los minerales tampoco ¡cuidalos! [sic] Hay que usar las 7R”). Para visibilizar el pensamiento y no perder las ideas trabajadas en esta rutina oral las plasmamos en un dibujo con mensajes que se incluyen en el catálogo.



Figura 15. Páginas del Juego de la Explicación del catálogo.

En la última sesión, realizamos la actividad de transferencia con la rutina “Puntos de la Brújula” en grupo. Los alumnos mostraron de nuevo capacidad para respetar turnos y cooperar. La rutina les resultó compleja y, por lo tanto, solo pudimos realizar dos de las tres situaciones planteadas. En la situación relacionada con la mina mostraron reflexiones relacionadas con la consulta a geólogos, la afectación a la naturaleza... concluyeron que no querían una mina cerca de su hogar, pero que en otro lugar no les importaría. Esto muestra el egocentrismo típico de esta edad, aún no son capaces de empatizar.

En cuanto a la relacionada con la elección de papel o papel de aluminio mostraron una conexión con el carácter agotable de los recursos minerales llegando a la conclusión de que el papel era la mejor opción porque, además, servía como servilleta.



Figura 16. Rutina puntos de la brújula realizada.

Para realizar las retroalimentaciones finales organizamos una asamblea con los roles. Antes de comenzar, recordamos todas las actividades realizadas. Aunque los alumnos comprenden la función de su rol no son capaces de llevarlas a cabo. Los alumnos exponen las ideas que han aprendido y disfrutado durante el proyecto poniendo de manifiesto que han alcanzado los objetivos. En cuanto a las inquietudes que ha despertado el proyecto, destacan las ganas de construir su propia roca y salir a buscar rocas y minerales como hacen los geólogos.

En relación con la rutina “Antes pensaba...Ahora pienso” todas las ideas pueden resumirse en un aumento de conocimientos sobre los usos de las rocas y minerales y un cambio hacia una actitud de respeto y cuidado con los materiales que usamos día a día para no malgastarlos.

Aprovechando la retrospectiva de todas las actividades, realizamos la diana de autoevaluación y coevaluación. Los alumnos mostraban sinceramente sus puntos fuertes y débiles, descubriendo que deben mejorar en la ayuda a los demás y en su escucha.

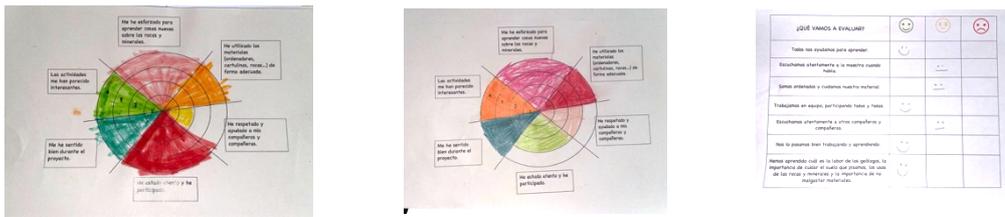


Figura 17. Diana de autoevaluación y rúbrica de coevaluación.

Por último, realizamos la rutina “El titular” a través de un dibujo. Los alumnos reflejan en sus representaciones momentos vividos y sus sensaciones.



Figura 18. El titular, resumen del proyecto.

En definitiva, las actividades se han desarrollado adecuadamente permitiendo crear un escenario ideal para que los alumnos explorasen de forma autónoma construyendo nuevos aprendizajes. Las dificultades que han podido presentar para guiar y visibilizar su

pensamiento no son aspecto sobre el que preocuparse dada su corta edad. Sin embargo, es precisamente el trabajo desde edades tempranas lo que les va a permitir evolucionar.

7.3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE EVALUACIÓN A LA TUTORA.

Como se ha indicado anteriormente, un elemento clave de la investigación era la involucración de la tutora del grupo en el proceso de evaluación de la propuesta. La encuesta (anexo X) incluye una serie de cuestiones para valorar su conocimiento sobre los aspectos a evaluar y poder analizar si esta es relevante.

La tutora a través de la encuesta ponía de manifiesto su postura sobre la importancia de introducir la enseñanza de las ciencias desde edades tempranas. Considerando, además, la necesidad de conjugar los ámbitos ciencia, tecnología y sociedad desde propuestas interdisciplinares o transversales como ha podido observar que se realiza en la propuesta didáctica.

Esta docente introduce en sus propuestas una cultura de pensamiento a través de rutinas de pensamiento. Sin embargo, su desconocimiento sobre los movimientos del pensamiento impide su evaluación sobre los mismos en la propuesta desarrollada.

8. CONCLUSIONES

8.1. RESPUESTA A LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO

En cuanto al primer objetivo planteado:

Diseñar, planificar e implementar actividades y materiales de contenido científico que promuevan y faciliten la enseñanza y aprendizaje de la ciencia de manera activa y contextualizada a través de la exploración e indagación.

La consecución de este objetivo se ha producido con el diseño y puesta en práctica de la propuesta didáctica. Dicha propuesta toma en consideración el estudio realizado sobre la importancia del enfoque CTS y la transversalidad para trabajar una ciencia para la vida.

Además, en la elaboración se han tenido en cuenta los recursos disponibles del centro, así como el grado de desarrollo del alumnado para diseñar los materiales y actividades de tal forma que promuevan la exploración autónoma. En el proceso de evaluación observamos

que esto no solo facilita la enseñanza, sino que promueve una indagación real, para que los alumnos puedan aplicar las destrezas en su vida cotidiana.

En cuanto al segundo objetivo:

Proporcionar al alumnado de primero de Educación Primaria una adecuada alfabetización científica que le permita adquirir una cultura de pensamiento desde el trabajo de la ciencia en la vida diaria.

La estrecha relación de este objetivo con el anterior demuestra como la metodología de indagación, aplicada poniendo el foco en qué necesitan saber los alumnos, ha permitido trabajar una ciencia en la vida diaria. Es decir, al descubrir el desconocimiento, por parte del alumnado, sobre el origen de los recursos que empleamos diariamente hemos podido introducir una indagación para que el alumnado vea el mundo científicamente a través de objetos sencillos como los incluidos en el catálogo de usos de rocas y minerales. Asimismo, el uso de rutinas y los resultados obtenidos en estas ponen de manifiesto que los alumnos se han visto animados a hacer preguntas y predicciones razonadas, a explorar datos y organizar sus descubrimientos para obtener conclusiones científicas sobre elementos presentes en su entorno más cercano.

Por lo tanto, la realización de la propuesta ha permitido poner de manifiesto que los materiales y actividades diseñadas favorecen la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la creación de una cultura de pensamiento. Haber conseguido estos objetivos supone un logro para la investigación, pero sobretodo supone el primer paso para que el alumnado comience a desarrollar su pensamiento científico para actuar en su entorno razonadamente.

En cuanto al último objetivo:

Mejorar la cultura científica desde las primeras edades para estimular las vocaciones científicas.

Las actividades parten de los intereses del alumnado incluyendo elementos motivadores (identificaciones, adivinanza, página web, creación de un catálogo...) que les permiten sentirse alegres, entusiasmados, sorprendidos, capaces de construir sus aprendizajes...y favorecer de este modo sus intereses por la aventura intelectual que supone el conocimiento científico. Este objetivo se cumple gracias a los resultados obtenidos en la escala LeTiS y, además, en el proceso de autoevaluación y coevaluación los ítems relacionados con los aspectos emocionales y actitudinales positivos son valorados con la calificación más elevada.

Las actividades diseñadas favorecen, por lo tanto, las actitudes y conductas positivas hacia la ciencia.

En resumen, los resultados obtenidos a través de los diferentes instrumentos clarifican que se puede y se debe enseñar ciencias desde edades tempranas y, además, se debe enseñar a pensar.

Para finalizar, cabe destacar que los objetivos alcanzados a través de la presente investigación van más allá de los expuestos. El proyecto ha supuesto una fuente de descubrimiento para conectar la investigación con todo lo que ocurre en el aula, para convertir la investigación en una vía de desarrollo profesional para conseguir una educación de calidad.

8.2. RESPUESTA A LOS OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Los objetivos de la propuesta se encuentran estrechamente relacionados con los objetivos del TFG. Dado que la propuesta es un instrumento para conseguir los objetivos de la investigación, se lleva a cabo su evaluación a través de la rúbrica de autoevaluación docente (anexo XI) para conocer el grado de validez y utilidad de la misma.

En cuanto a la preparación de la propuesta se ha tenido siempre en cuenta los diferentes aspectos reflejados en el *Marco teórico*. La revisión de la literatura ha supuesto la base necesaria para realizar la presente investigación y realizar una propuesta didáctica fundamentada teóricamente y, además, conectada con la realidad escolar.

Tras el análisis de la propuesta podemos concluir que está vinculada con los objetivos y contenidos, mostrando una progresión y conexión. Es decir, los conocimientos adquiridos en una actividad son empleados en las siguientes. Además, podemos observar que el conocimiento de las características del alumnado permite diseñar actividades adecuadas a su nivel, empleando metodologías y enfoques que permiten al alumnado construir ciencia. Por lo tanto, esta fase de preparación realizada adecuadamente supone el primer paso para conseguir los objetivos de la investigación.

En cuanto a la realización de la propuesta, la investigación-acción supone una vía ideal para favorecer el aprendizaje al facilitar la flexibilización necesaria para atender al alumnado. El uso de metodologías activas propicia que el docente tenga mayor libertad para atender a la diversidad, generar un clima adecuado, motivar...al verse liberado de la transmisión de información. Ese aumento de tiempo permite, además, la atención individualizada. Por otro

lado, la introducción de una cultura de pensamiento favorece la adecuación del lenguaje usado, así como proporcionar retroalimentaciones de calidad, detectar cualquier dificultad...

Por último, analizando los elementos relacionados con la evaluación, podemos afirmar que la diversidad de estrategias utilizadas (autoevaluación, coevaluación, análisis de productos, usos de rúbricas...) permiten no solo conocer las ideas previas del alumnado, sino que facilita el conocimiento sobre la evolución de las mismas. El uso de diversos instrumentos (móvil, cuaderno de campo, escalas...) suponen recoger la máxima información posible para analizar la consecución de los objetivos de la propuesta y de la investigación.

Todas las producciones realizadas por el alumnado desde la escala LeTiS, las rutinas de pensamiento, el catálogo, diana de evaluación... han permitido conocer que las actividades han trabajado los contenidos esperados de la NdCyT y los movimientos del pensamiento desde un clima que ha propiciado emociones y actitudes positivas dando lugar a la consecución de los objetivos de la investigación y los objetivos planteados con y para el alumnado. Los alumnos han demostrado ser capaces de ir más allá de la simple contemplación y clasificación de las rocas y minerales como hacen los geólogos, construyendo su conocimiento a partir de sus ideas previas.

En definitiva, la autoevaluación docente permite afirmar que la propuesta didáctica se ha diseñado acorde a los objetivos planteados al inicio de la investigación favoreciendo su consecución.

8.3. CONCLUSIONES GENERALES

Tras establecer las conclusiones relacionadas con los diversos objetivos y tras la realización del proyecto surgen otras reflexiones a destacar. Por ello, a lo largo de este apartado nos centramos en poner de manifiesto ciertos aspectos que consideramos esenciales para proseguir el camino hacia una educación de calidad.

En primer lugar, resulta sorprendente el olvido de la escuela rural a pesar de su riqueza educativa (tanto para alumnos como para docentes). Todos los recursos educativos están planteados para escuelas urbanas y, como indican Ruiz, Ruiz-Gallardo y Reyes (2017) la formación teórica y práctica que se lleva a cabo en las universidades no contempla la escuela rural. La escuela rural tiene unas características únicas que la convierten en el ambiente idóneo para la formación de maestros. Este tipo de escuela necesita maestros creativos, críticos y flexibles. La escuela rural no solo favorece una educación de calidad a todos los

niños de las localidades más pequeñas, sino que enriquece la vida de todas las personas que forman parte de ella. La escuela rural muestra una educación del futuro.

Por otra parte, cabe destacar el olvido de los primeros cursos y, sobre todo, del primero en la formación universitaria. En las diferentes asignaturas se suelen usar las programaciones didácticas como un documento sobre el que mostrar conocimientos teóricos sobre un área de conocimiento. Por lo tanto, siempre se tiende a trabajar con cursos altos olvidando la importancia de los primeros cursos, olvidando la importancia de estudiar el complicado paso de la Educación Infantil a la Educación Primaria.

9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En este estudio una de las principales tareas consistía en diseñar una serie de actividades y materiales que permitieran desarrollar una cultura de pensamiento y alfabetización científica. Aunque a la vista de los resultados estas han resultado ser útiles y aplicables, sería conveniente poder implementar las actividades en otros contextos (aula de colegio urbano, aula unitaria...) para generalizar los resultados y obtener un estudio más completo. Para poder realizar este proceso, cabe apuntar, que es posible que fueran necesarias ciertas adaptaciones al contexto y características concretas del alumnado destinatario. Sin embargo, esto no constituye un obstáculo, ya que como hemos indicado en anteriores ocasiones una de las principales competencias a desarrollar por parte de los docentes es la flexibilización

10. PROSPECTIVA DE FUTURO: PROPUESTA DE CONTINUIDAD

Siguiendo la idea del proyecto FECYT de favorecer la cultura científica desde edades tempranas y conseguir una continuidad, una oportunidad de futuro sería diseñar propuestas que se puedan realizar a lo largo de los cursos de Educación Primaria para garantizar una cultura geológica de calidad. Por ello, en la siguiente tabla se recoge una progresión de contenidos geológicos en función del nivel educativo agrupados en las diferentes disciplinas estudiadas por este campo de conocimiento.

Tabla 5. *Propuesta de continuidad.*

FASES	CAMPO DE CONOCIMIENTO	ETAPA EDUCATIVA
1	Paleontología	Educación Infantil
	¿Quién uso por primera vez las rocas y minerales?	Realización de diversas actividades para descubrir los primeros usos de las rocas y minerales por el hombre: desenterrar huesos y fósiles, replicar fósiles, línea del tiempo desde la era de los dinosaurios al inicio de la era del hombre, usos de rocas y minerales por el hombre prehistórico (pinturas y herramientas)
2	Geología económica, mineralogía y petrología	1º y 2º Educación Primaria
	¡Cuidado! ¡Qué me estás pisando!	Características básicas de las rocas y minerales, forma de extracción y consecuencias, usos y cuidado medioambiental. Producto del proyecto: catálogo.
3	Geoquímica	3º y 4º Educación Primaria
	Cuidame si me quieres seguir usando	Investigación para clasificar las rocas empleadas en la elaboración del catálogo, la litosfera y el ciclo de las rocas, usos del suelo y consecuencias ambientales.
4	Geofísica e ingeniería geológica	5º y 6º Educación Primaria
	¡Alerta!	Las catástrofes naturales y sus consecuencias en diferentes partes del mundo (misma catástrofe diferentes países y riquezas), uso adecuado del suelo (mapas y construcciones).

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M. I. y Molina, J. M. (2012). *Minerales y Rocas de la provincia de Jaén*. Universidad de Jaén: Jaén.
- Acevedo-Díaz, J. A., y García-Carmona, A. (2015). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(1), 3-19.
- Acevedo, J.A. (s.f). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://cutt.ly/hnTlrjT>
- Aguilar, S., Maturano, C y Nuñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3),691-713. Recuperado de
- Ed Brown, S. (2002). Experimentos de Ciencias. Narcea: Madrid.
- Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León.
- García-Marigómez, C. (2020). *Memoria Prácticum II 2020-2021*. (Prácticum, Universidad de Valladolid).
- García-Martín, N., & Gil, C. (2020). ¿En qué consiste el enfoque del Pensamiento Visible? (Apuntes Módulo 1 MOOC Pensamiento visible para la docencia). MiríadaX y Universidad de Valladolid.
- García-Martín, N., & Gil, C. (2020). ¿En qué consiste el enfoque del Pensamiento Visible? (Apuntes Módulo 1 MOOC Pensamiento visible para la docencia). MiríadaX y Universidad de Valladolid.
- García, Cañas y Pinedo (2017). Métodos de evaluación de rutinas de pensamiento: Aplicaciones en diferentes etapas educativas. En Núñez, J. C., Pérez-Fuentes, M. C., Molero, M. M., Gázquez, J. J., Martos, A., Barragán, A. B. y Simón, M. M. (2017). *Temas actuales de investigación en las áreas de la Salud y la Educación* (cap. 29). SCINFOPER
- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 2, pp. 1-41.

- Garrido, J. M., Perales, F. J. y Galdón, M. (2007). *Ciencia para educadores*. Ed. Pearson. Madrid
- Goleman (1996). *La práctica de la inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.
- González, B. (2017). Aprendizaje cooperativo. Aprender y cooperar. Recuperado de <https://aprendercooperar.wordpress.com/author/bledagonzalez/>
- Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2016). Indagando en el aula de ciencias: primeros pasos. En 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Iriondo, M. H. (2007). *Introducción a la Geología*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Jim Swartz, R. J, Costa, A. L., Beyer, B. K., & Reagan, R. (2013). *El aprendizaje basado en el pensamiento*. Madrid: SM.
- Lacreau, H. L. (2012). Raíces políticas del analfabetismo geológico. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 91-99. Recuperado de <https://cutt.ly/qnTIt0K>.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) así como el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Magendzo, A. (2002). *Los temas transversales en el trabajo de aula*. San José, Costa Rica
- Magenzo, A. (s.f.). *Currículum y transversalidad. Una reflexión desde la práctica*. Ministerio de Educación: Chile.
- Manassero, M. A.; Vázquez, A. (2017). ¿Hay contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología y pensamiento crítico en los currículos (españoles) actuales? X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Sevilla, España
- Marten, G. (2001). *Ecología Humana: Conceptos Básicos para el Desarrollo Sustentable*. Recuperado de: <http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/indice.html>
- Mayer, J. D. Salovey, P. y Caruso, D. (2000). *Models pos Emotional Intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Young, M. (1999). *Knowledge, Learning and the curriculum ob the Future*. Institute of Education: London.

- Muñoz-García, G.A. (2014). Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Revista Trilogía*, 6(11), 61-76. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4904142>
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Ortega-Quevedo, V. y Gil, C. (2019). La evaluación formativa como elemento para visibilizar el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología y pensamiento crítico. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 5(2), 70- 85.
- Ortiz, C. H. (2009). Estrategias didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de educación y pensamiento* (16), 63-72. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4040156>
- Pedraza, M.A. (2011). La investigación-acción como vía de desarrollo profesional en el profesorado de educación física en la escuela rural [tesis doctoral]. Universidad de Valladolid.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G.R., Barrera, J.I, Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J.C., Fernández-Martínez, E. González-Díez, A., Jiménez-Millán, J., López-Ruiz, J., Mata-Perelló, J.M., Pascual, J.A., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A. y Roquero, E. (2013). *Alfabetización en ciencias de la Tierra. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21 (2), 117-129. Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/7919>
- Pérez Pueyo, A., Casanova Vega, P., Vega Cobo, D., Álvarez Cañas, L., Durán Rodríguez, F. y Pablos González, L. (2009). Capacidades del alumnado de primaria para una Educación Física integral en la LOE. Características psicopedagógicas. *EFdeportes.com*. Buenos Aires, 14 (135). Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd135/educacion-fisica-integral-en-la-loe.htm>
- Pinedo, R. y Cañas, M. (2020). Cómo evaluar el pensamiento visible en el aula (Apuntes Módulo 4 MOOC Pensamiento visible para la docencia). MiriadaX y Universidad de Valladolid.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria

Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2014). Hacer visible el pensamiento: cómo promover el compromiso, la comprensión y la autonomía de los estudiantes. Argentina: Paidós.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe. European communities: Belgium.

Ruiz, N. y Ruiz-Gallardo, J.R. (2017). Colegio Rurales Agrupados y Formación Universitaria. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 21 (4), 215-240
<https://www.redalyc.org/pdf/567/56754639012.pdf>

Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad pedagógica*. Recuperado de https://www.estuaria.es/wp-content/uploads/2016/04/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf

Solbes, J., Monserrat, R. y Furió C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>

Testu, F. (2016). Ritmos psicológicos y jornada escolar. Recuperado de <http://stemstes.esy.es/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/Ritmos-psicol%C3%B3gicos-y-jornada-escolar.pdf>

Universidad de Valladolid (2010). *Memoria de la Titulación de Grado en Maestro/a en Educación Primaria*. Recuperado de [http://www.feyts.uva.es/sites%5Cdefault%5Cfiles/MemoriaPRIMARIA\(v4,230310\).pdf](http://www.feyts.uva.es/sites%5Cdefault%5Cfiles/MemoriaPRIMARIA(v4,230310).pdf)

Universidad de Valladolid (2010). *Memoria de plan de estudios del título de Grado en maestro/a en Educación Primaria por la Universidad de Valladolid*. Recuperado de <http://www.feyts.uva.es/sites/default/files/taxonomias/CompetenciasGeneralesGEP.pdf>

Universidad del País Vasco (s.f.). ¿Qué es la Geología? [entrada del Blog]. Recuperado de <https://www.ehu.eus/es/web/geologia/zer-da-geologia>

Uzcátegui, Y. y Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de*

Investigación, 37 (78), 109-127. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140393005.pdf>

Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2017). Una conceptualización de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología para reducir la brecha entre investigación y enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 3851-8. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337518>

Vázquez, A., Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka*, 4(2), 247-271. Recuperado de <https://cutt.ly/gnTIimU>

Vílchez, J.M. (2015). Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Universidad de Cádiz*, 12(2), 381-382. Recuperado de http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/805/pdf_312

ANEXOS

A.1. RUTINAS DE PENSAMIENTO

Las diferentes rutinas empleadas parten del trabajo realizado por Ritchhart, Church y Morrison (2014). Estas se pueden clasificar en:

- Rutinas para presentar y explorar ideas: “Veo-Pienso-Me pregunto”, el “juego de la explicación”, la “conversación sobre papel”, los “puntos de la brújula”.
- Rutinas para sintetizar y organizar ideas: “Antes pensaba.../Ahora pienso” y “el titular”.
- Rutinas para explorar ideas profundamente: “compara-contrasta”.

A.1.1. Veo-Pienso-Me pregunto

Los aspectos visuales, manipulativos...tienen un efecto evocador para despertar el interés y pensamiento. La observación intencionada es la base para desarrollar ideas más profundas pensando e interpretando.

Para realizar esta rutina debemos seguir la siguiente secuencia favoreciendo el pensamiento del alumnado con preguntas que les guíen desde pensamiento superficial a uno profundo. Es decir, la fuerza cultural lenguaje toma una especial relevancia en esta rutina.

- Preparase: mostramos a los alumnos los objetos sobre los que se centrará la reflexión. Dando tiempo para que cuidadosamente vayan descubriendo sus atributos.
- Ver: pedimos que digan lo que observan. ¿Qué vemos?
- Pensar: en este nuevo nivel de comprensión los alumnos deben decir que piensan sobre ese objeto, por qué es como es. Para que los alumnos conecten sus reflexiones con evidencias podemos preguntarles qué ven que les hace decir eso.
- Preguntarse: compartir qué se preguntan sobre el objeto estudiado para visibilizar sus intereses o dudas.
- Compartir el pensamiento: en los tres momentos es importante compartir los resultados obtenidos para construir ideas más complejas conjuntamente.

A.1.2. Juego de la explicación

Esta rutina sirve para comprender por qué algo es cómo es o describir algo (objeto o concepto) que se desconocía generando una explicación. Dado que trabajamos con alumnos de 1º de Primaria, deberemos asumir el papel activo de la conversación, modelando la misma

con preguntas fundamentadas en los movimientos del pensamiento. Con el tiempo y la práctica los estudiantes internalizarán la estrategia.

Los pasos para realizar la rutina son los siguientes:

- Preparase: dirigir la atención hacia la cuestión objeto a la que se desea dar una explicación.
- Nombrar: aspectos o partes que permitan describir el objeto de estudio. Nombra una característica.
- Explica: comenzar a explicar las diferentes partes detectadas anteriormente. ¿Qué podría ser? ¿Por qué estará ahí?
- Da razones: por qué la explicación realizada es válida. Es importante que fundamenten su argumento con evidencias. ¿Qué te hace decir eso?
- Genera alternativas: para detectar que las características seleccionadas son exclusivas del objeto estudiado. ¿Qué otra cosa podría ser?

A.1.3. Compara-contrasta

El objetivo de esta rutina es que los alumnos pongan en marcha sus conocimientos para establecer similitudes y diferencias que les permitan llegar a una conclusión. Para ello, organizamos el pensamiento con diferentes preguntas:

- ¿En qué se parecen?
- ¿En qué se diferencian?
- ¿Qué conclusión sacamos?

COMPARA Y CONTRASTA

¿EN QUÉ SE PARECEN?

¿EN QUÉ SE DIFERENCIAN?

CON RESPETO A...

¿EN QUÉ SE DIFERENCIAN?

¿A QUÉ CONCLUSIÓN LLEGAMOS?

Figura 19. Rutina compara-contrasta.

A.1.4. Conversación sobre papel

Con esta rutina conseguimos que todos los alumnos tengan la oportunidad de participar, incluso aquellos a los más les cuesta alzar la voz. Además, permite visibilizar y no perder las ideas del alumnado.

Para realizar esta rutina, proporcionamos a los alumnos un folio con una cuestión escrita en el centro. Los alumnos por turnos, en una conversación silenciosa, van escribiendo sus ideas sobre el papel. De esta forma les damos el tiempo necesario para que maduren su pensamiento y favorecemos el debate entre todas las ideas.

Es importante que el docente sea un participante activo, favoreciendo el pensamiento de los estudiantes con un lenguaje adecuado (¿puedes ampliar la idea de tu compañero? ¿puedes responder con más detalle? ...).



Figura 20. Rutina conversación sobre papel.

A.1.5. Antes pensaba.../Ahora pienso

Dado los objetivos de la propuesta se añade a esta rutina el planteamiento “Antes hacía.../Ahora hago”. El objetivo de esta rutina es mostrar el cambio personal tras el aprendizaje.

Para realizar esta rutina, dado el nivel del alumnado, será conveniente guiar su reflexión con diferentes preguntas. Además, para facilitar el pensamiento podemos tener a mano las producciones realizadas al largo del proyecto.

Algunas de las preguntas que podemos lanzar son las siguientes:

- ¿Qué ideas tenías antes de empezar a trabajar en el tema?: Antes pensaba...
- ¿Cómo han cambiado esas ideas? ¿Cuáles tenemos ahora? Ahora pienso...
- ¿Qué conductas han cambiado con los nuevos aprendizajes?: Antes hacía y ahora hago.

A.1.6. Puntos de la brújula

Esta rutina resulta muy interesante para transferir los aprendizajes adquiridos a nuevos contextos ya que permite al alumnado tomar decisiones teniendo en cuenta diferentes aspectos, poniendo en marcha sus conocimientos. Además, esta rutina muestra la importancia de reflexionar y no apresurarse al tomar una decisión.

Para realizar esta rutina debemos:

- Presentar el evento sobre el que van a trabajar los estudiantes.
- Guiar con preguntas adecuadas los diferentes puntos:
 - o Este (entusiasmos): ¿Cuáles son los aspectos positivos? ¿Qué te emociona?
 - o Oeste (obstáculos): ¿Cuáles son los aspectos negativos? ¿Qué te preocupa?
 - o Norte (necesidades): ¿Qué necesitamos saber para poder elegir la opción más adecuada?
 - o Sur (sugerencias): ¿Qué decidirías vosotros?
- Compartir ideas en grupo.

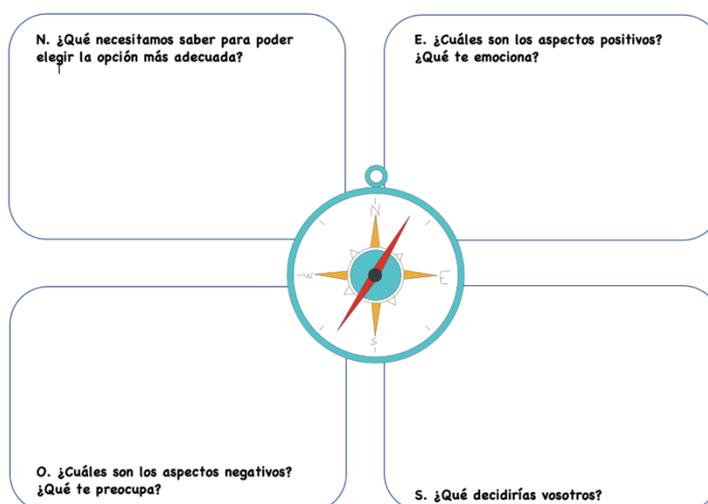


Figura 21. Rutina puntos de la brújula.

A.1.7. El titular

El objetivo de esta rutina es que los alumnos piensen en las grandes ideas que hemos estado trabajando. Esta rutina les permite realizar una retrospectiva del proceso seguido realizando un resumen que capte lo esencial, lo más importante.

Para realizar esta rutina con niños de tan corta edad, podemos pedir que realicen un dibujo con idea del proyecto que quieran recordar porque es importante. Realizar una representación visual de su pensamiento favorece su expresión ya que su nivel de lectoescritura, de comunicación en general, aún no está muy desarrollado. Una vez realizado el dibujo podemos pedir que acompañen a este con una frase explicativa.

Una vez que hayan acabado es importante que compartan su pensamiento con el resto de los compañeros para ampliar ideas y crear un posible diálogo que fomente el repaso de todo lo aprendido.

A.2. CONTENIDOS ESPECÍFICOS, CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla 6. *Contenidos, criterios y estándares de evaluación.*

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
CIENCIAS DE LA NATURALEZA		
Bloque 1. Iniciación a la actividad científica		
Iniciación a la actividad científica. Aproximación experimental a algunas cuestiones relacionadas con las Ciencias de la Naturaleza.	Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos geológicos a través de la observación y la consulta de fuentes.	<ul style="list-style-type: none">- Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencia, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y por escrito.- Utiliza medios propios de la observación.

Utilización de diferentes fuentes de información. Observación directa e indirecta de la naturaleza empleando instrumentos apropiados y a través del uso de libros, medios tecnológicos.	Utilizar diferentes fuentes de información (libros, TAC, diccionarios...).	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza de forma adecuada las diferentes fuentes de información. - Emplea las TAC para buscar información. - Utiliza, de manera adecuada, el vocabulario correspondiente a la geología.
Trabajo individual y en grupo.	Trabajar de forma cooperativa, apreciando el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, cuidando las herramientas y haciendo uso adecuado de los materiales.	<ul style="list-style-type: none"> - Conoce y respeta las normas de uso y de seguridad de los instrumentos y de los materiales de trabajo. - Trabaja en equipo respetando el trabajo y aportaciones de otros compañeros, mostrando habilidades para el diálogo.
Bloque 4. Materia y energía		
La materia geológica (rocas y minerales) y sus propiedades observables. Clasificación simple de los materiales.	Conocer las propiedades observables de las rocas y minerales y clasificar los mismos en función del criterio seleccionado.	<ul style="list-style-type: none"> - Observa, describe y clasifica rocas y minerales por sus propiedades observables. - Reconoce con ejemplos concretos y cercanos los usos y la utilidad de algunas rocas y minerales. - Conoce el origen de las rocas y minerales.
Reducción, reciclaje y reutilización de materiales.	Comprender y valorar la importancia de hacer un uso responsable de los recursos geológicos.	Reduce, reutiliza y recicla objetos en el aula y en el centro.
Bloque 5. La tecnología, objetos y máquinas		
Identificación y descripción de la profesión de los mineros y geólogos. Herramientas y máquinas que utilizan.	Conocer y valorar el trabajo de los geólogos, reconociendo la importancia de las herramientas y	Observa e identifica el trabajo de geólogos y mineros, reconociendo la importancia de su profesión y teniendo en cuenta

	tecnologías que emplean para desarrollar su labor.	las herramientas y tecnologías que utilizan.
CIENCIAS SOCIALES		
Bloque 1. Contenidos comunes		
Utilización de estrategias el trabajo cooperativo desarrollando habilidades sociales que favorezcan la colaboración, la igualdad entre hombres y mujeres y valorando la importancia de la contribución de todos.	Desarrollar actitudes de cooperación y de trabajo en equipo, así como el hábito de asumir nuevos roles en una sociedad en continuo cambio.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrolla actitudes de cooperación y de trabajo en equipo y valora las ideas ajenas. - Planifica trabajos en grupo y acepta responsabilidades.
Bloque 2. El mundo en que vivimos		
La Tierra y los recursos geológicos.	Observar y conocer algunas características de los recursos de la Tierra y la Luna.	Reconoce imágenes de rocas, minerales y materiales que contienen estos productos.
La intervención humana en el medio natural cercano.	Diferenciar entre los elementos naturales y los elementos que ha construido el hombre en su entorno más próximo, valorando el impacto de algunas actividades humanas sobre el medio y la necesidad de su conservación.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce los efectos positivos y negativos de las actuaciones humanas en el medio natural y expresa, de manera sencilla, su opinión sobre ello. - Toma conciencia de la necesidad de su conservación para las futuras generaciones.
El cuidado del entorno, consumo y explotación de recursos geológicos.	Conoce las consecuencias sobre el paisaje natural de las explotaciones mineras valorando la importancia de reducir nuestro consumo.	Identifica y describe explotaciones minerales y sus efectos sobre el medio.
LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA		
Bloque 1. Comunicación oral: escuchar y hablar		
Estrategias y normas en el intercambio comunicativo: participación, exposición clara, respeto al turno de palabra, entonación.	Mantener una actitud de escucha atenta respetando la intervención de los demás, sus sentimientos, experiencias y opiniones.	<ul style="list-style-type: none"> - Participa en intercambios orales. - Transmite las ideas con claridad y corrección.
	Verbalizar y explicar ideas, opiniones y acontecimientos	

Estrategias para utilizar el lenguaje oral como instrumento de comunicación y aprendizaje.	Utilizar el lenguaje oral para comunicarse y como instrumento para aprender.	Utiliza de manera efectiva el lenguaje oral para comunicarse y aprender, escuchando activamente.
Bloque 2. Comunicación escrita: leer		
Comprensión de textos científicos adaptados.	Comprender distintos textos adaptados a la edad y utilizar la lectura como medio para ampliar conocimientos.	Entiende el mensaje, de manera global, e identifica las ideas principales de los textos leídos a partir de la lectura de un texto leído en voz alta.
Bloque 3. Comunicación escrita: escribir		
Producción de textos para comunicar conocimientos, experiencias y necesidades y opiniones.	Producir pequeños textos con coherencia y diferentes intenciones comunicativas.	Escribe palabras, frases y textos sencillos sobre el tema tratado.
EDUCACIÓN PLÁSTICA Y VISUAL		
Bloque 1. Educación audiovisual		
Los documentos propios de la comunicación artística. Preparación de catálogos.	Ser capaz de elaborar dibujos y mensajes empleando técnicas sencillas.	Elabora catálogos para difundir los conocimientos adquiridos y concienciar a otros compañeros de la importancia de reducir nuestro consumo y cuidar el suelo que pisamos.
Bloque 2. Expresión artística		
Elaboración de dibujos de productos de la vida cotidiana, rocas y minerales.	Realizar producciones plásticas siguiendo pautas elementales del proceso creativo, disfrutando tanto del proceso de elaboración como del resultado final	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza diferentes técnicas dibujísticas y/o pictóricas para sus creaciones, cuidando el material y el espacio de uso. - Lleva a cabo sencillos proyectos en grupo respetando las ideas de los demás y colaborando con las tareas que le hayan sido encomendadas.
VALORES SOCIALES Y CÍVICOS		
Bloque 2. La comprensión y el respeto en las relaciones interpersonales		

Respeto a las opiniones de los demás. El respeto hacia la persona que habla. La escucha atenta.	Expresar opiniones, sentimientos y emociones utilizando coordinadamente el lenguaje verbal y no verbal, escuchando y respetando las exposiciones o ideas de los demás.	<ul style="list-style-type: none"> - Expresa con claridad y coherencia opiniones, sentimientos y emociones. - Expone respetuosamente los argumentos.
Bloque 3. La convivencia y los valores sociales		
La naturaleza y los bienes naturales. El respeto y cuidado al medio ambiente.	Realizar un uso responsable de los bienes geológico, comprendiendo que estos no son infinitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra interés por la naturaleza que le rodea y se siente parte integrante de ella. - Razona los motivos de la conservación de los bienes naturales. - Realiza un uso adecuado de los productos que contienen recursos geológicos.

Fuente: elaboración propia.

A.3. RECURSOS MATERIALES

Para la realización del proyecto son necesarios diferentes materiales. Desde materiales fungibles y materiales de trabajo hasta la página web diseñada.

La página web es un repositorio de recursos e información para el proyecto. Será usada tanto por el docente como por los alumnos dependiendo del momento. En el siguiente código QR puede consultarse la web (versión móvil y PC).



Figura 22. Código QR página web.

Actividad 1 *¿Me conoces?*

- Adivinanza y mapa

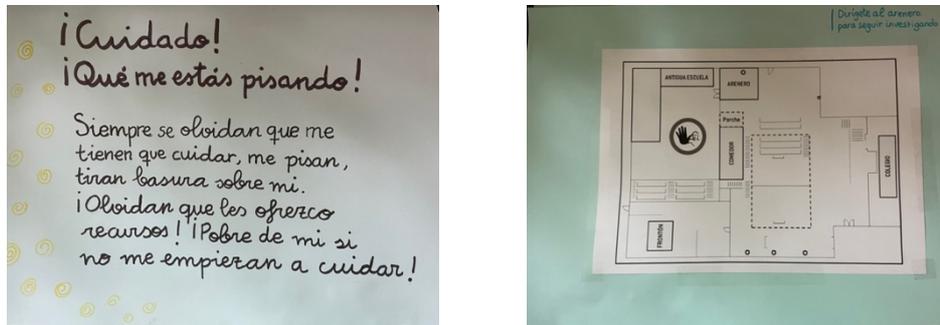


Figura 23. Adivinanza y mapa del colegio.

- Cajas de rocas y minerales



Figura 24. Rocas y minerales.

Actividad 2 *Detectives de la Tierra*

- Caja de herramientas.



Figura 25. Caja de herramientas.

- Identificaciones.



Figura 26. Identificaciones.

- Cuento (página web)
- Cartulina rutina “veo-pienso-me pregunto” y *post-it*.

Actividad 3 *Familias de rocas*

- Cajas de rocas de la actividad 1 y 2.
- Tarjetas de propiedades.

DURAS	BLANDAS	BRILLANTES	LIGERAS
RUGOSAS	SUAVES	TRANSLÚCIDAS	PESADAS
LISAS	ASPERAS	TRIÁNGULARES	CUADRADAS
CÚBICAS	REDONDAS	MUCHOS COLORES	UN SOLO COLOR

Figura 27. Tarjetas de propiedades.

- Vídeo ciclo de las rocas (página web)

Actividad 4 *¿Cómo obtenemos estos recursos?*

- Vídeo minas (página web)
- Collage herramientas y tecnologías (página web)
- Rutina “compara contrasta”.

- Imágenes de la rutina: antes y después de una mina (página web).

Actividad 5 ¿Dónde o cómo usamos las rocas y minerales?

- Rutina “Conversación sobre papel”.
- Plantillas del catálogo.

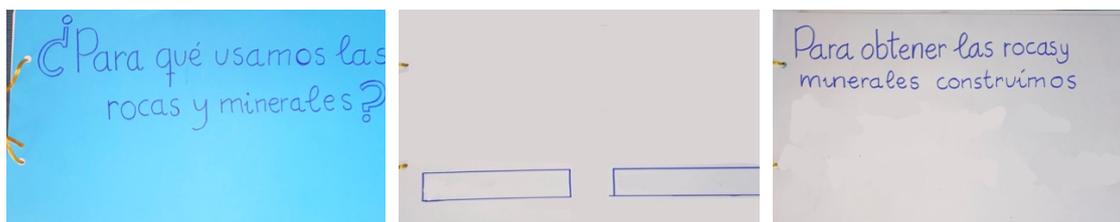


Figura 28. Hojas del catálogo de cartulina reciclada.

- Página web para la búsqueda de información.

Actividad de transferencia

- Rutina “puntos de la brújula”.

Retroalimentaciones

- Tarjetas de roles.



Figura 29. Roles cooperativos.

- Autoevaluación y coevaluación.

A.4. DIANA DE AUTOEVALUACIÓN

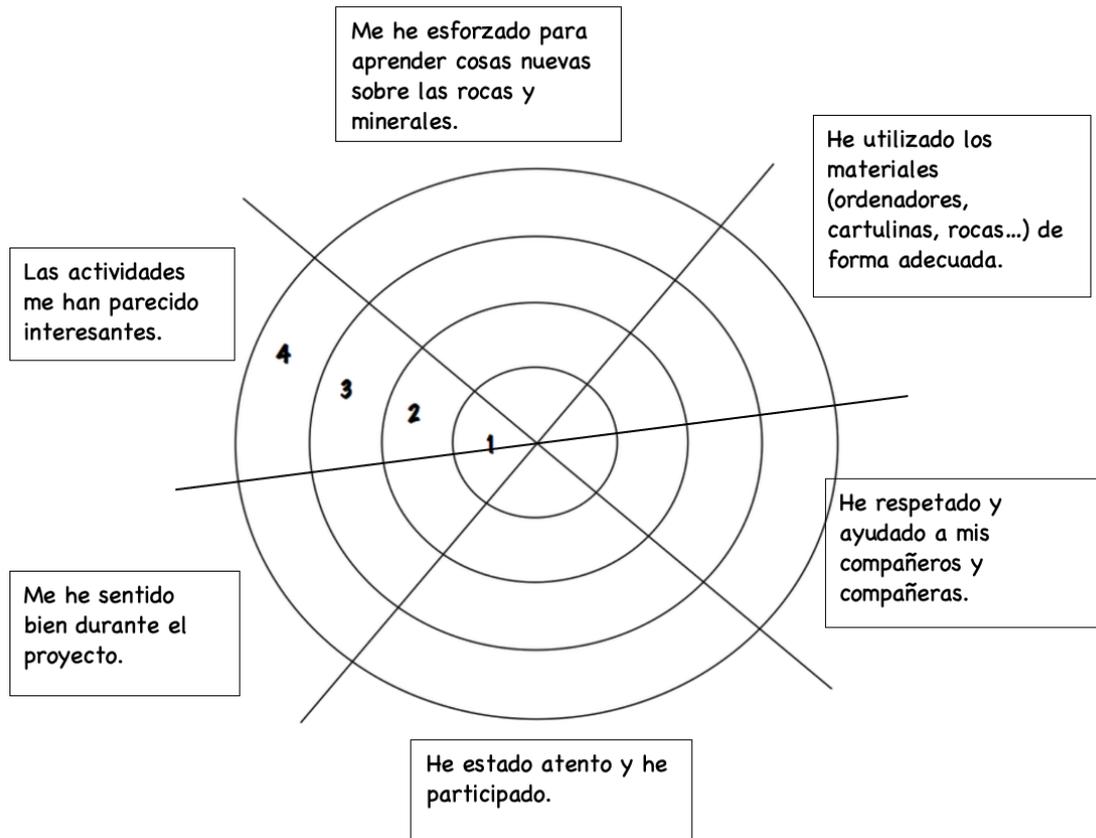


Figura 30. Diana de autoevaluación.

A.5. COEVALUACIÓN

Tabla 7. Coevaluación.

¿QUÉ VAMOS A EVALUAR?			
Todos nos ayudamos para aprender.			
Escuchamos atentamente a la maestra cuando habla.			

Somos ordenados y cuidamos nuestro material.			
Trabajamos en equipo, participando todos y todas.			
Escuchamos atentamente a otros compañeros y compañeras.			
Nos lo pasamos bien trabajando y aprendiendo.			
Hemos aprendido cuál es la labor de los geólogos, la importancia de cuidar el suelo que pisamos, los usos de las rocas y minerales y la importancia de no malgastar materiales.			

A.6. HETEROEVALUACIÓN

Tabla 8. *Evaluación por competencias.*

Ítem a evaluar	Insuf	Sufi	Bien	Not	Sobre
Sabe observar y clasificar rocas y minerales.					
Sabe identificar las minas como construcciones para obtener recursos geológicos.					
Sabe identificar el suelo como lugar que alberga recursos.					
Sabe identificar algunos impactos ambientales de las explotaciones mineras.					
Sabe valorar la labor de los geólogos en nuestra vida cotidiana.					

Sabe reconocer productos cotidianos fabricados con rocas y minerales.					
Sabe valorar la importancia de reducir el consumo excesivo.					
Sabe adquirir las responsabilidades del rol participando activa y respetuosamente.					
Sabe dialogar y utilizar fuentes para obtener información.					
Sabe exponer de forma oral y escrita sus ideas y emociones reflexionando sobre las mismas.					
Movimientos del pensamiento	sí		no		
Sabe describir de forma detallada los contenidos trabajados.					
Sabe construir explicaciones.					
Sabe razonar de forma argumentada.					
Sabe conectar información.					
Sabe tener en cuenta los puntos de vista de los compañeros.					
Sabe captar lo esencial para llegar a una conclusión.					
Sabe hacerse preguntas a sí mismo y a otros.					
Sabe generar alternativas cuando trabaja en grupo.					
Sabe formular planes de monitoreo					

Fuente: elaboración propia.

A.7. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LAS RUTINAS DE PENSAMIENTO

Tabla 9. *Evaluación de la rutina Veo-Pienso-Me pregunto.*

RUTINA VEO-PIENSO-ME PRGEUNTO				
OBJETIVOS	4 MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	3 NIVEL DE LOGRO MEDIO	2 MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	1 NO SE HA CONSEGUIDO
Observar de cerca y describir qué hay ahí.	Describe detalladamente y de forma profunda el elemento protagonista de la rutina.	Describe el elemento protagonista sin entrar en detalles.	Describe algunos aspectos del elemento de la rutina de forma superficial.	No describe el elemento de la rutina.

Construir explicaciones e interpretaciones.	Construye explicaciones e interpretaciones sobre todas las características de los elementos de la rutina.	Construye explicaciones e interpretaciones sobre la mayoría de las características de los elementos de la rutina.	Construye explicaciones e interpretaciones sobre las características más destacables a simple vista de los elementos protagonistas de la rutina.	No construye explicaciones e interpretaciones.
Razonar con evidencia.	Es capaz de razonar con las evidencias que proporcionaba el elemento protagonista de la rutina.	Es capaz de razonar con algunas de las evidencias del elemento protagonista de la rutina.	Es capaz de detectar las evidencias, pero no es capaz de razonar sobre ellas.	No ha sido capaz de razonar con las evidencias que proporcionaba el elemento de la rutina.
Preguntarse y hacer preguntas.	Ha sido capaz de hacerse 3 preguntas en torno al elemento protagonista de la rutina.	Ha sido capaz de hacerse 2 preguntas sobre el elemento de la rutina.	Ha sido capaz de hacerse al menos una pregunta. Sobre el elemento de la rutina.	No ha sido capaz de hacerse preguntas sobre el elemento de la rutina,

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

Tabla 10. *Evaluación de la rutina compara-contrasta.*

RUTINA COMPARA-CONTRASTA				
OBJETIVOS	4 MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	3 NIVEL DE LOGRO MEDIO	2 MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	1 NO SE HA CONSEGUIDO
Observar de cerca y describir que hay ahí.	Describe detalladamente y de forma profunda el elemento protagonista de la rutina.	Describe el elemento protagonista sin entrar en detalles.	Describe algunos aspectos del elemento de la rutina de forma superficial.	No describe el elemento de la rutina.
Descubrir la complejidad e ir más allá.	Ha descubierto la complejidad del elemento	Ha descubierto algunos de los aspectos	Ha descubierto algunos de los aspectos	No ha sido capaz de descubrir la complejidad del

	protagonista de la rutina y ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	complejos del elemento protagonista de la rutina y ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	complejos del elemento protagonista de la rutina, pero no ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	elemento protagonista de la rutina ni de ir más allá de la superficie.
Captar lo esencial y llegar a conclusiones.	Ha captado lo esencial y ha llegado a conclusiones.	Ha captado casi todos los elementos esenciales y ha llegado a establecer conclusiones.	Ha captado lo esencial, pero no ha llegado a establecer conclusiones.	No ha captado lo esencial ni ha llegado a conclusiones.

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

Tabla 11. *Evaluación de la rutina Conversación sobre papel.*

RUTINA CONVERSACIÓN SOBRE PAPEL				
OBJETIVOS	4 MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	3 NIVEL DE LOGRO MEDIO	2 MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	1 NO SE HA CONSEGUIDO
Establecer conexiones.	Establece conexiones entre los elementos e la rutina y sus aprendizajes previos.	Establece conexiones entre los elementos de la rutina.	Establece conexiones entre algunos de los elementos de la rutina.	No establece ninguna conexión entre los elementos de la rutina.

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

Tabla 12. *Evaluación de la rutina Juego de la Explicación.*

RUTINA JUEGO DE LA EXPLICACIÓN				
OBJETIVOS	4 MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	3 NIVEL DE LOGRO MEDIO	2 MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	1 NO SE HA CONSEGUIDO
Construir explicaciones e interpretaciones.	Construye explicaciones e interpretaciones	Construye explicaciones e interpretaciones	Construye explicaciones e interpretaciones	No construye explicaciones e interpretaciones.

		sobre todas las características de los elementos de la rutina.	sobre la mayoría de las características de los elementos de la rutina.	sobre las características más destacables a simple vista de los elementos protagonistas de la rutina.	
Razonar con evidencia.		Es capaz de razonar con las evidencias que proporcionaba el elemento protagonista de la rutina.	Es capaz de razonar con algunas de las evidencias del elemento protagonista de la rutina.	Es capaz de detectar las evidencias, pero no es capaz de razonar sobre ellas.	No ha sido capaz de razonar con las evidencias que proporcionaba el elemento de la rutina.
Establecer conexiones.		Establece conexiones entre los elementos e la rutina y sus aprendizajes previos.	Establece conexiones entre los elementos de la rutina.	Establece conexiones entre algunos de los elementos de la rutina.	No establece ninguna conexión entre los elementos de la rutina.

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

Tabla 13. *Evaluación de la rutina Puntos de la Brújula.*

RUTINA PUNTOS DE LA BRÚJULA				
OBJETIVOS	4	3	2	1
	MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	NIVEL DE LOGRO MEDIO	MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	NO SE HA CONSEGUIDO
Descubrir la complejidad e ir más allá de la superficie.	Ha descubierto la complejidad del elemento protagonista de la rutina y ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	Ha descubierto algunos de los aspectos complejos del elemento protagonista de la rutina y ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	Ha descubierto algunos de los aspectos complejos del elemento protagonista de la rutina, pero no ha sido capaz de ir más allá de la superficie.	No ha sido capaz de descubrir la complejidad del elemento protagonista de la rutina ni de ir más allá de la superficie.

Formular planes y acciones de monitoreo.	Formula planes de monitoreo durante la elaboración de la rutina y la plasma de forma eficiente.	Formula planes de monitoreo durante la elaboración de la rutina y las plasma en ella, aunque con algunos errores.	Formula planes y acciones de monitoreo durante la elaboración de la rutina y las plasma en ella con múltiples acciones.	No formula planes ni acciones de monitoreo durante la elaboración de la rutina y, por lo tanto, no se ven plasmados.
-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

Tabla 14. *Evaluación de la rutina El titular.*

RUTINA EL TITULAR				
OBJETIVOS	4 MÁXIMO NIVEL DE LOGRO	3 NIVEL DE LOGRO MEDIO	2 MÍNIMO NIVEL DE LOGRO	1 NO SE HA CONSEGUIDO
Captar lo esencial y llegar a conclusiones.	Ha captado lo esencial y ha llegado a conclusiones.	Ha captado casi todos los elementos esenciales y ha llegado a establecer conclusiones.	Ha captado lo esencial, pero no ha llegado a establecer conclusiones.	No ha captado lo esencial ni ha llegado a conclusiones.

Fuente: elaboración propia siguiendo la obra de García, Cañas y Pinedo (2017).

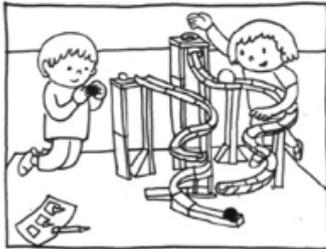
A.8. ESCALA Y CUESTIONARIO DE ACTITUD DE COMPETENCIA CIENTÍFICA

NOMBRE: _____ COLEGIO: _____ FECHA: _____

Escala LeTIS (Ciencia en el tiempo libre)

Mira esta imagen (LTS1-LTS8). El docente describe la actividad: "Cómo valoras esta actividad? ¿Te gusta? (dedo hacia arriba), ¿No te gusta? (dedo hacia abajo), o ¿te gusta regular (ni te gusta ni no te gusta) (dedo tumbado). Por favor, rodea la mano que indica tu elección.

LTS 1



Estos niños están en casa, y están jugando a lanzar bolas y otros objetos de diferentes tamaños y materiales por una rampa, y calculan cuál de ellos llega primero.



LTS 2



Estos niños están en casa, y están observando rocas, minerales, hojas, ... con unas lupas.



LTS 3



Estos niños están en el parque/campo, y están recogiendo rocas, hojas, piñas, ...



LTS 4



Estos niños están en el parque/campo, y están observando insectos.



LTS 5



Estos niños están ahora leyendo libros sobre seres vivos: animales y plantas.



LTS 6



Estos niños están ahora leyendo libros sobre el cuerpo humano, sus partes, los cinco sentidos, ...



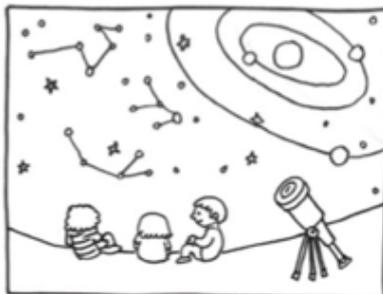
LTS 7



Estos niños han ido de excursión a visitar el zoo y un museo de ciencias.



LTS 8



Estos niños han ido de excursión a visitar un planetario.



Intención de conducta

Mira estas tres imágenes (BI1-BI8). El docente las describe y pregunta al alumno: si estuvieses (en casa, campo, leyendo, de excursión, según corresponda) y pudieses elegir hacer una de estas actividades, ¿cuál elegirías? Y si pudieses elegir otra, ¿cuál sería? (poner un 1 en la primera y un 2 en la segunda).

BI 1

Imagina que estás en casa uno de estos días y puedes: ver la tele (dibujos, una serie,...), jugar con tus juguetes (los que quieras), o jugar con la rampa y las bolas calculando cuál llega primero.



BI2

Imagina que estás en casa uno de estos días y puedes: jugar con la tablet, ordenador/video juegos...; observar rocas, minerales u hojas con las lupas; o pintar o hacer manualidades.



BI 3

Imagina la próxima vez que vayas al parque o al campo y puedes: ir a recoger rocas, hojas, piñas, ...; jugar a juegos como el escondite, pillao, carreras, ...; o ir a los columpios.



BI 4

Imagina la próxima vez que vayas al parque o al campo y puedes: montar en bici, patines, patinete,...; observar insectos; o jugar con un balón, o a la comba,...



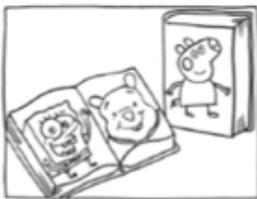
BI 5

Imagina que vas a leer (o te van a leer) un libro, puedes elegir entre: libros de animales y plantas; de aventuras (piratas, caballeros, ...); o cuentos clásicos.



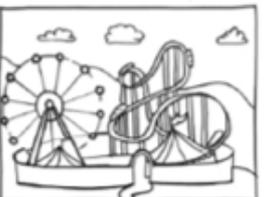
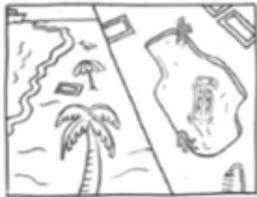
BI 6

Imagina que vas a leer (o te van a leer) un libro, puedes elegir entre: libros de dibujos animados; de misterio o magia; o del cuerpo humano, sus partes, los cinco sentidos.



BI 7

Imagina la próxima vez que vayas de excursión, puedes: ir a la playa o unas piscinas; ir al zoo y al museo de la ciencia; o ir a un parque de atracciones/temático.



BI 8

Imagina la próxima vez que vayas de excursión, puedes: ir a un centro/campamento de actividades deportivas (a hacer la que quieras); ir a un planetario; o hacer turismo y visitar ciudades.



A.9. ENCUESTA REALIZADA A LA DOCENTE

Enlace:

https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=rOBSzPiXMEyCPjy_U4m_72sgx8b4EahAhl8dGFginItUN1FEVEdFTDUzQUZSRVNRRllYN1RDRTk1Ty4u

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA: ¡CUIDADO! ¡QUÉ ME ESTÁS PISANDO!

Un aspecto muy importante de la propuesta didáctica desarrollada en el TFG es la implicación del tutor/a del grupo por su conocimiento y cercanía con el mismo. Por ello, en la evaluación de la propuesta consideramos que no puede faltar la participación del maestro/a.

Las respuestas proporcionadas solo se utilizarán para para el objetivo de la investigación garantizando la confidencialidad.

Cuestiones sociodemográficas preliminares para contextualizar la entrevista.

- Sexo: Hombre Mujer Otro
- Edad: <25 25-35 36-45 46-56 >56
- Años de experiencia docente como tutor/a de Educación Primaria.
- Cursos en los que impartes ciencias en la actualidad.

Cuestiones relacionadas con la evaluación de la propuesta didáctica.

- ¿Consideras importante la inclusión de las ciencias en el aula desde edades tempranas?
- ¿Qué metodologías sueles emplear en el área de ciencias?
 - Transmisión con apoyo del libro de texto
 - Aprendizaje Basado en Proyectos
 - Rincones
 - Aprendizaje Cooperativo
 - Otros
- ¿Qué significa para ti la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad?
- ¿Piensas que la propuesta muestra la estrecha relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad? ¿En qué te basas para decir eso?
- ¿Consideras que es importante introducir en las propuestas didácticas un enfoque interdisciplinar o transversal?
- ¿Consideras que la propuesta desarrollada muestra la interconexión entre áreas?

- ¿Sueles incluir una cultura de pensamiento en el aula? ¿De qué forma lo introduces?
- ¿Conoces los movimientos del pensamiento?
- Si has respondido “NO” a la anterior pregunta no completes esta cuestión. ¿Consideras que se han fomentado los movimientos del pensamiento durante la propuesta? ¿Cuáles crees que se han utilizado más?

A.10. TRANSCRIPCIÓN DE LA ENCUESTA

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA: ¡CUIDADO! ¡QUÉ ME ESTÁS PISANDO!

Un aspecto muy importante de la propuesta didáctica desarrollada en el TFG es la implicación del tutor/a del grupo por su conocimiento y cercanía con el mismo. Por ello, en la evaluación de la propuesta consideramos que no puede faltar la participación del maestro/a.

Las respuestas proporcionadas solo se utilizarán para para el objetivo de la investigación garantizando la confidencialidad.

Cuestiones sociodemográficas preliminares para contextualizar la entrevista.

- Sexo: Hombre Mujer Otro
- Edad: <25 25-35 36-45 46-56 >56
- Años de experiencia docente como tutor/a de Educación Primaria.
Dos cursos.
- Cursos en los que impartes ciencias en la actualidad.
Grupo de 1º y 2º de Educación Primaria.

Cuestiones relacionadas con la evaluación de la propuesta didáctica.

- ¿Consideras importante la inclusión de las ciencias en el aula desde edades tempranas?
Sí.
- ¿Qué metodologías sueles emplear en el área de ciencias?
 - Transmisión con apoyo del libro de texto
 - Aprendizaje Basado en Proyectos
 - Rincones

- Aprendizaje Cooperativo
- Otros
- ¿Qué significa para ti la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad?
Ofrecer una educación científica de calidad a nuestros alumnos supone conjugar en nuestras propuestas pedagógicas las tres disciplinas o ámbitos de conocimiento.
- ¿Piensas que la propuesta muestra la estrecha relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad? ¿En qué te basas para decir eso?
Sí.
- ¿Consideras que es importante introducir en las propuestas didácticas un enfoque interdisciplinar o transversal?
Es fundamental.
- ¿Consideras que la propuesta desarrollada muestra la interconexión entre áreas?
Sí.
- ¿Sueles incluir una cultura de pensamiento en el aula? ¿De qué forma lo introduces?
Mediante rutinas de pensamiento, mapas conceptuales, líneas del tiempo, lluvia de ideas. Si bien casi todas ellas las llevé cabo con un grupo de sexto de primaria.
- ¿Conoces los movimientos del pensamiento?
No
- Si has respondido “NO” a la anterior pregunta no completes esta cuestión.
¿Consideras que se han fomentado los movimientos del pensamiento durante la propuesta? ¿Cuáles crees que se han utilizado más?

A.11. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla 15. Rúbrica de autoevaluación docente.

RÚBRICA AUTOEVALUACIÓN DOCENTE					
PREPARACIÓN	VALORACIÓN				OBSERVACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA
	M	R	B	MB	
La propuesta presenta un nivel de dificultad adecuado al nivel educativo.					
Los objetivos planteados son factibles para el nivel educativo. Son claros en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes que se pretenden desarrollar.					
Los contenidos secuenciados se trabajan en las diferentes actividades de forma progresiva.					
Las actividades son variadas, innovadoras y siguen una secuencia lógica. Suponen el escenario ideal para el desarrollo de competencias en función de las características del alumnado.					
La metodología empleada responde a los propósitos planteados.					
Se preparan las clases de modo flexible adaptando la respuesta docente a las necesidades del alumnado.					
Se establecen técnicas e instrumentos de evaluación para comprobar el grado de éxito.					
REALIZACIÓN	VALORACIÓN				OBSERVACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA
	M	R	B	MB	
Se emplean diferentes estrategias para mantener la motivación del alumnado.					
En la presentación de contenidos y actividades se utiliza un lenguaje adecuado y claro para el nivel educativo.					
Las actividades son variadas de tal forma que todos los alumnos puedan destacar y desarrollarse.					
Se emplean recursos didácticos variados.					
Los agrupamientos son heterogéneos.					

El tiempo es adecuado a los ritmos del alumnado.					
El clima del aula se caracteriza por la relación positiva entre todos los miembros a través de valores como el respeto, la ayuda mutua, la tolerancia, etc.					
Se proporcionan retroalimentaciones de calidad que permitan al alumnado proseguir con trabajo de forma autónoma.					
La flexibilización está presente en cada actividad para favorecer el aprendizaje (refuerzos, ampliación, uso de diversas estrategias...)					
Se proporciona a los alumnos una atención individualizada en función de sus necesidades (ritmos, dificultades, necesidades educativas...).					
EVALUACIÓN	VALORACIÓN				OBSERVACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA
	M	R	B	MB	
Se emplean diferentes estrategias para conocer los conocimientos previos del alumnado y partir de los mismos.					
Se utilizan criterios variados que tengan relación directa con los objetivos.					
Se utilizan instrumentos de recogida de información.					
Se introducen en el aula procedimientos de autoevaluación y coevaluación.					
La evaluación contempla la diversidad del alumnado.					

Fuente: elaboración propia.

A.12. CUADERNO DE CAMPO

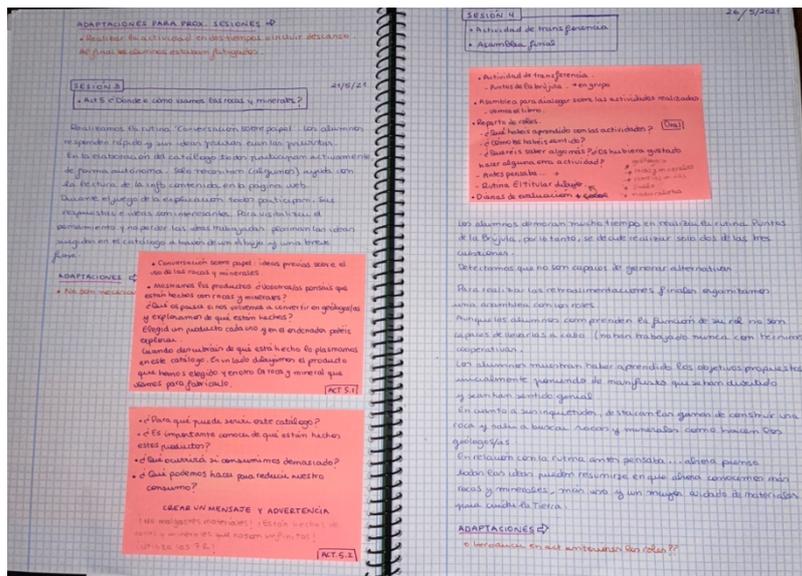
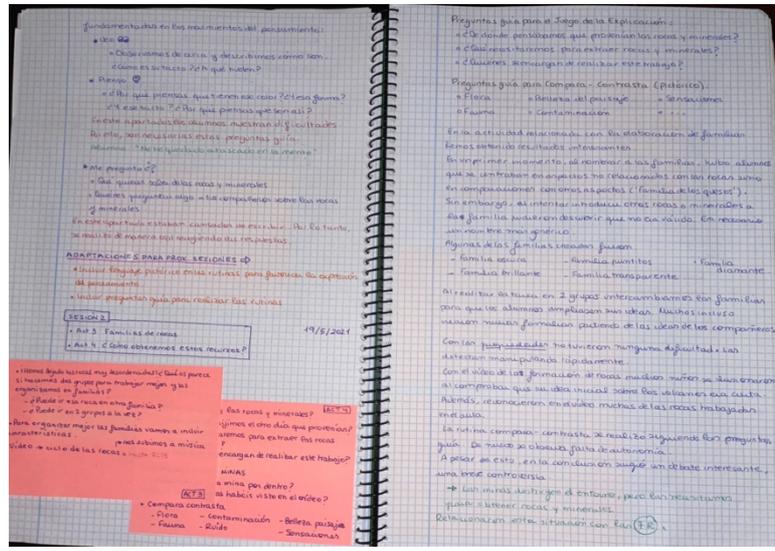
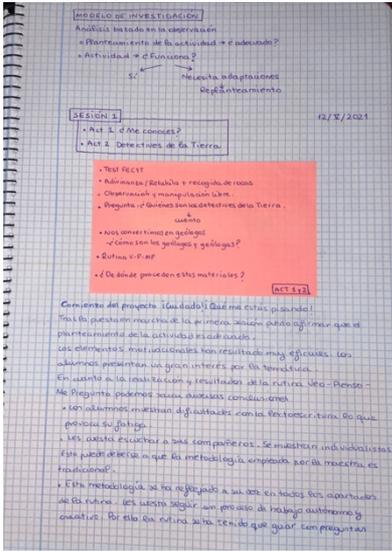


Figura 31. Muestras cuaderno de campo.