



UNIVERSIDAD DE BURGOS
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

TRABAJO DE FIN DE GRADO:
“INTRODUCCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO
EN EL PRIMER CICLO DE PRIMARIA”

ALUMNA: VIÑES TRIVIÑO, PATRICIA
GRADO EN MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

MENCIÓN LENGUA INGLESA
DIRECTORA: GRECA DUFRANC, ILEANA M^a

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
PALABRAS CLAVE / KEY WORDS	4
AGRADECIMIENTOS	4
1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA	7
2.1. FUNDAMENTACIÓN HISTÓRICA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA	7
2.2. LA INDAGACIÓN HOY	10
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INDAGACIÓN	11
2.4. VENTAJAS DE LA INDAGACIÓN EN EL AULA	16
2.5. EL PAPEL DEL PROFESOR EN LA CLASE INVESTIGADORA	17
3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y SU IMPLEMENTACIÓN	20
4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	25
4.1. METODOLOGÍA	25
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	28
4.3. CONCLUSIONES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN	38
4.4. PROPUESTAS DE MEJORA	39
5. CONCLUSIÓN Y REFLEXIÓN FINAL DEL TFG	41
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXO 1. PROPUESTA COMPLETA ORIGINAL: SECUENCIA DE ACTIVIDADES: LAS PLANTAS SON SERES VIVOS (*)	46
ANEXO 2. EL PUZLE	57
ANEXO 3. FICHA SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO	58
ANEXO 4. FICHA SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO PARA COMPLETAR. EJEMPLO DE UNA FICHA HECHA CORRECTAMENTE Y OTRA CON FALLOS	61
ANEXO 5. CUADERNO DE CAMPO DEL GRUPO LUZ	62
ANEXO 6. EL PÓSTER MODELO	66
ANEXO 7. EJEMPLO DE PÓSTER DE UNO DE LOS GRUPOS A MODO DE INFORME DE LA INVESTIGACIÓN	67
ANEXO 8. TRANSCRIPCIÓN DE LA GRABACIÓN DE LA PRESENTACIÓN DE UNO DE LOS GRUPOS DE SU INFORME FINAL	68

(*) Los anexos se presentan incluidos en su correspondiente CD, siguiendo el paginado del índice.

RESUMEN

El niño es científico por naturaleza y continuamente, observa y se pregunta sobre el mundo que le rodea. Es importante aprovechar esa curiosidad innata por entender los procesos y fenómenos, para poder explicarlos científicamente, usando el lenguaje propio del ámbito. Es aquí donde entra en juego la importancia de la enseñanza de las ciencias a través de la indagación, siguiendo las fases del método científico.

Así, se ha desarrollado este Trabajo de Fin de Grado del Grado en Maestro de Educación Primaria, consistente en un estudio sobre la metodología de la indagación científica. Para ello, se ha revisado la literatura disponible acerca del tema, buscando sus raíces históricas, así como el estado de la cuestión en la actualidad. Además, se han revisado los aspectos centrales de la indagación como un proceso de adquisición de conocimientos basado en las fases del método científico y se han planteado las implicaciones del profesor, así como las ventajas que la indagación presenta en el aula, precisamente por tratarse de un proceso centrado en el alumno, el cual experimenta en primera persona y es él mismo el que crea significados de forma conjunta.

Con el objeto de verificar si la metodología de la indagación a través de las fases del método científico es susceptible de ser implantada en el aula de Primaria y si además, es motivadora para los alumnos, se ha diseñado una propuesta didáctica, a partir de un proyecto de indagación acerca de las plantas como seres vivos, en la que los alumnos son los protagonistas. Durante esta implementación, se ha realizado la evaluación de carácter cualitativo. El análisis de los resultados confirma que los alumnos son capaces de entender las fases del método científico, así como de desarrollar proyectos de indagación en clase, utilizando el lenguaje técnico específico y anotando los cambios relevantes observados en un cuaderno de campo. Además, los resultados también confirman que la experiencia es motivadora para los alumnos, extraída de sus propios comentarios, así como de su grado de implicación en el proyecto.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje, estrategia, indagación, investigación, método científico, metodología de enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

The child is a scientist by nature and he continuously observes and asks himself questions about the world around him. It is important to use this innate curiosity to understand the processes and the phenomena to explain them scientifically and it is important to use technical language

properly. Here we present the importance of teaching Science through inquiry, following the steps of the scientific method.

Thus, this Degree's Final Dissertation has been developed at the end of a Teaching on Primary Education's Degree, and it consists in a study on the methodology of scientific inquiry. To do this, we have reviewed the literature available on the subject, searching for its historical roots, and providing an overview. Inquiry is a process of acquiring knowledge and it is based on the phases of the scientific method. Then, we have raised the implications for teachers as well as the advantages that inquiry has in the classroom, specially because it is a learner-centered process, in which students experience in first person and they create meanings together.

In order to verify if the methodology of inquiry through the steps of the scientific method can be implanted in the primary school classroom and in order to know if it is motivating for the students, we have designed a didactic proposal for a project about plants as living beings, in which students are the protagonists. During the process we have carried out qualitative assessment. The analysis of the results confirms students are able to understand the steps of the scientific method. They can also develop inquiry projects in class by using specific technical language and noting the significant changes observed in a Science's field notebook. Moreover, the results also confirm that the experience is motivating for students, considering the students' feedback as well as their involvement in the project.

KEY WORDS: learning, researching, inquiry, investigation, scientific method, teaching-learning methodology.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, en primer lugar, a mi tutora Ileana María Greca Dufranc, por su paciencia y orientación durante el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado. Ella fue quien me infundió las ganas de saber y hacer ciencia.

A la profesora tutora P.V., por permitirme llevar a cabo todas las actividades de la propuesta e involucrarse tanto en el desarrollo de la indagación. Igualmente, a los alumnos del colegio Fuentecillas de Burgos, por contribuir con su motivación e interés a mi formación como maestra.

A mi marido, por creer en mí y apoyarme en la distancia.

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El niño es científico por naturaleza. Desde que llega al mundo, y especialmente durante la etapa de Educación Primaria, cuenta con una curiosidad innata que le lleva a un continuo preguntarse por el porqué de los fenómenos que tienen lugar a su alrededor. Y es precisamente ese afán por saber el que le lleva a buscar la forma de obtener respuestas a través de la observación y la experimentación. Pero es cierto que, sin una base científica, tales conocimientos tendrán la consideración de populares o vulgares, puesto que el niño no podrá comprender los procesos de dichos fenómenos, lo cual le llevará a la adquisición de conceptos e ideas erróneas, muy persistentes en el tiempo, difíciles de corregir y que obstaculizan sobremanera la educación científica en etapas posteriores.

Por otra parte, el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*, considera las competencias básicas que el alumno debe desarrollar durante esta etapa como un “*saber hacer*” y propone además, la potenciación de la Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. Además, entre los objetivos de la Educación Primaria que establece tal Real Decreto se encuentra el desarrollo de hábitos de trabajo tanto individual como colectivo, así como actitudes de curiosidad, interés y de espíritu emprendedor. Con la entrada en vigor de esta nueva Ley de Educación, las ciencias de la Naturaleza conforman una asignatura única que prevé la formación científica a través de actividades que tengan como base el método científico. En consecuencia, merece la pena aprovechar la curiosidad innata por entender los procesos y fenómenos para poder así explicarlos, partiendo de una base científica y usando el lenguaje técnico propio de dicho ámbito. El niño adquirirá habilidades y estrategias necesarias que le lleven a tener unos conocimientos científicos, así como actitudes de respeto y sentido crítico, a partir de actividades significativas y contextualizadas porque sólo así podrá el alumno establecer relaciones significativas con su entorno y desarrollar actitudes positivas hacia la Ciencia. Es aquí donde entra en juego la enseñanza de las ciencias a través de la indagación, usando el método científico como base, el cual parte de una serie de preguntas, las que el niño se hace.

El problema del sistema de educación actual es que se centra en dar directamente las respuestas, con lo que se tiende a reprimir la curiosidad del niño. Además, la falta de experimentación y laboratorios en la escuela hace que, cada vez menos, el alumno participe activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto choca bastante con el hecho de que los niños, desde que nacen, realizan múltiples intentos para buscar sentido al mundo que les rodea. Los

niños pueden hacer indagaciones y lo hacen de diferente forma, dependiendo del nivel de desarrollo, las experiencias previas y el contexto de cada uno (Schwab, 1966, a). De hecho, podemos comparar a los niños con los científicos. El niño, el primer científico, actúa de igual manera que los científicos en sus laboratorios pero con algunas ligeras diferencias. El niño se mueve por el afán de conocer y comprender su entorno, mientras que el adulto ha aprendido a ignorar y dejar de preguntarse sobre cualquier cosa de lo que le rodea, centrándose solamente en algún aspecto específico.

En este Trabajo de Fin de Grado se propone estudiar esta metodología que cuestiona la enseñanza tradicional, basada solamente en una transmisión pasiva del conocimiento, al proponer a los alumnos como constructores activos de su conocimiento, experimentando en primera persona para sacar conclusiones propias.

Los objetivos del mismo son:

- Estudiar la metodología de la indagación, sus ventajas y el papel del profesor en la misma;
- Diseñar una propuesta didáctica para iniciar a los alumnos de educación primaria en esta metodología;
- Implementar y evaluar la puesta en práctica de dicha propuesta.

Así, este trabajo se estructura en tres grandes bloques: en primer lugar, una fundamentación histórica y teórica sobre la metodología de enseñanza de las ciencias por indagación y sus implicaciones en el aula; en segundo lugar, la propuesta didáctica y su implementación en un aula de primer ciclo de Primaria, centrada en el estudio de las plantas como seres vivos. Y por último, el análisis de los resultados y reflexión.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA

2.1. FUNDAMENTACIÓN HISTÓRICA DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA

La metodología por indagación científica se basa en la enseñanza de las ciencias a partir del aprendizaje significativo, originado por actividades motivadoras en las que el alumno puede tocar, hacer y descubrir por sí mismo para después, deducir las leyes que rigen ciertos procesos sobre fenómenos que tienen lugar en la vida cotidiana.

Cuando hablamos de la indagación científica, nos referimos a un proceso que lleva a un tipo de conocimiento objetivo, fruto de un proceso de exploración y observación del medio causado por la propia curiosidad del ser humano que lleva a hacerse preguntas y querer resolverlas, buscando los medios para ello. De esta forma, se genera un nuevo conocimiento objetivo y compartido con la comunidad científica. Basándose en esto y en esa curiosidad innata de los niños, muy semejante a la de los científicos, en 1910 John Dewey, filósofo, pedagogo y psicólogo estadounidense, propone una metodología de enseñanza basada en la indagación, afirmando que es necesario incluir la indagación en el currículo de primaria y secundaria. La razón era que, hasta 1900, la enseñanza de las Ciencias consistía en la acumulación de conocimientos completamente descontextualizados, pasando por alto los hechos en sí que llevan al pensamiento científico. Es decir, una enseñanza basada en la formación teórica, con ausencia de experiencias prácticas en el laboratorio. Además, Dewey (1910, p.121-127) insistía en la necesidad de formar a los profesores de ciencias para que aplicasen esta metodología en el aula, basándose en el método científico, respetando lo siguiente:

- Se debe partir de lo que el niño sabe, de sus experiencias y conocimientos previos;
- Se debe identificar un problema que suscite curiosidad entre los alumnos y que tenga relación con las experiencias anteriores de los mismos, siempre y cuando supongan un reto alcanzable;
- Se debe buscar posibles soluciones a ese problema, formulando hipótesis;
- Se debe comprobar y revisar las hipótesis a través de experiencias;
- Se debe actuar en consecuencia y comunicar los hallazgos.

Dewey propone, pues, una metodología centrada en el alumno, en la que éste participe activamente en su propio proceso de aprendizaje, convirtiéndose entonces, el profesor, en un guía, facilitador de experiencias.

Posteriormente, el científico Joseph Schwab (1966, a) sugirió que la ciencia debía ser tratada en el proceso de enseñanza-aprendizaje como una disciplina moderna, susceptible de cambios; de ahí la necesidad de crear unas bases científicas sólidas, a partir de las cuales, los alumnos debían estar continuamente actualizados. Asimismo, destacó la importancia del uso del laboratorio para el proceso de elaboración de conocimiento científico a través de la indagación. Para Schwab, la indagación consiste en las siguientes actividades:

- Usar el laboratorio;
- Leer informes de investigaciones científicas;
- Discutir problemas y datos e interpretarlos;
- Tener en cuenta el papel de la tecnología en la investigación científica;
- Sacar conclusiones.

Por consiguiente y siguiendo en la línea de Dewey, Schwab (1966, b) recomienda que la enseñanza de las ciencias no debe comenzar por una formación teórica o la acumulación de conocimientos, sino por lo que llamó la “*indagación dentro de la indagación*” (Barrow, 2006) para la que describió dos tipos, la estable, como un único cuerpo de conocimiento que crece; y la fluida, como un conjunto de estructuras que surgen, revolucionando la ciencia.

En la misma época, Rutherford (1964) consideraba la indagación como un conjunto de contenidos y conceptos a tener en cuenta desde el propio contexto en el que fueron descubiertos para que, posteriormente, pudieran dar pie a nuevas indagaciones. Por eso, destacaba la importancia de que los profesores tuvieran unas bases históricas y filosóficas acerca de la Ciencia.

En esta línea de pensamiento, cobra importancia la iniciativa del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (*National Research Council*) cuando, en 1996, publica los estándares nacionales de educación científica (*National Science Education Standards* o NSES) en los que propone la indagación como metodología para la enseñanza de las ciencias. A decir verdad, los NSES no dan una definición clara de lo que es indagación pero sí ofrecen una “*llamada a la acción*” (“*Call to action*”) sobre lo que los estudiantes deben saber en términos de ciencia y sobre

cómo los profesores deben enseñar ciencias y evaluar a sus alumnos. En este sentido, contiene los componentes para la enseñanza aprendizaje de las ciencias a través de la indagación y afirma que los estudiantes de todos los niveles, en cada rama, deben tener la oportunidad de llevar a cabo indagaciones científicas y desarrollar la habilidad para pensar y actuar en consecuencia con la indagación. Esto incluye hacer preguntas, planificar y llevar a cabo investigaciones, usando las herramientas apropiadas, así como las técnicas para recopilar datos, tener un pensamiento crítico y lógico acerca de las relaciones entre los resultados y las explicaciones, construyendo y analizando explicaciones alternativas y utilizando el vocabulario científico (*National Research Council*, 1996). En cuanto a la figura del profesor, la define como aquel capaz de mantener la curiosidad de los alumnos y de ayudarles a desarrollar las habilidades anteriormente citadas.

En Europa, destaca el físico y Premio Nobel francés Georges Charpak (1996) quien propuso el método de enseñanza por indagación llamado “*Main à la pâte*” (“*las manos en la masa*”) con el objetivo de hacer llegar la Ciencia a la vida común, es decir, hacerla accesible para todos.

En 2007, la Comisión Europea, ante el aumento de rechazo hacia los estudios científicos por parte de los jóvenes, elaboró el documento “*Science Education Now*” o “*informe Rocard*” (2007), con el fin de potenciar en la Unión Europea el interés de los jóvenes por la Ciencia a través de la generalización de la metodología por indagación, apoyándose en la eficacia experimentada con esta metodología en escuelas de distintos países, tanto en primaria como en secundaria. Otra de las razones por las que proponían la indagación era el interés por acercar la Ciencia y las actividades científicas al público femenino. En este documento, se habla de dos iniciativas innovadoras: “*Pollen*” y “*Sinus-Transfer*”, como pruebas de que se puede aumentar el interés del niño y la adquisición de conocimiento científico. “*Pollen*” se trataba de un programa piloto que consistía en trabajar con las ciencias desde un enfoque práctico, aunando ciencia y tecnología. Este programa duró tres años y medio y participaron doce países europeos (entre los que se encontraba España) adaptándose a las condiciones locales. *Sinus-Transfer*, por su parte, consistió en un gran proyecto llevado a cabo en Alemania, destinado a mejorar la competencia matemática y científica, así como a aumentar el interés por tales disciplinas. La principal conclusión del “*Informe Rocard*” es la importancia de convertir la enseñanza de las ciencias en prioritaria y poner las medidas para estimular el aprendizaje a partir de la indagación científica.

2.2. LA INDAGACIÓN HOY

Desgraciadamente, los programas internacionales puestos en práctica no tuvieron el éxito que anunciaban al principio y no llegaron a hacerse realidad. Las causas se deben, por un lado, a que los programas eran caros, exigentes y complicados, con objetivos ambiciosos (Friedl, 2005,a) y, por otro lado, se centraban tanto en los procesos de la Ciencia que dejaban poco lugar al contenido. Además, hay que añadir las dificultades declaradas por los profesores participantes (Friedl, 2005, b) puesto que muchos consideraban que no estaban suficientemente formados en ciencias. Como consecuencia, estos programas desaparecieron.

Hay que decir que muchos profesores se esfuerzan cada día por transmitir el mismo entusiasmo e interés por la Ciencia pero, es cierto que pocos son los recursos con los que se cuenta en la escuela. Por un lado, las aulas no ofrecen lugar ni suelen estar acondicionadas para la realización de experimentos y por otro, los maestros y maestras sienten un cierto respeto por el “*manos a la obra*” que requiere la indagación, bien sea porque no cuentan con la formación previa adecuada (Friedl, 2005, c), bien por desgana o pereza por el trabajo extra que la metodología por indagación requiere.

Sin embargo, en España, existen cada vez más proyectos dedicados a la enseñanza a través de la indagación, como el “*Programa ARCE*”, impulsado por el Gobierno de España que consiste en agrupaciones de centros docentes para la innovación educativa. Una de las áreas de trabajo es precisamente la enseñanza a través del método científico.

Por su parte, el Consejo Superior de Innovaciones Científicas junto con la Fundación BBVA trabajan en el “*Programa el CSIC en la Escuela*”, con el que pretenden acercar el mundo de la ciencia a la escuela, poniendo en contacto a científicos y maestros.

Fuera de nuestras fronteras, se están llevando a cabo proyectos interesantes centrados en la indagación en las aulas de Educación Primaria. Destacan sobre todo, los Estados Unidos, gracias a la iniciativa del Instituto de Indagación, quien se encarga de recopilar experiencias e investigaciones en las aulas de Primaria.

Así mismo, destaca México por su implicación en el sistema educativo, desarrollando programas para la enseñanza de las ciencias a través del método científico, como el “*Programa Adopte un Talento*” (PAUTA) de la Academia Mexicana de Ciencias, centrada en la educación para el desarrollo de la competencia científica.

En resumen, es cierto que no hay una unidad a gran escala para la implantación definitiva de la metodología por indagación científica pero, igualmente, cada vez son más los grupos y asociaciones que se preocupan por la enseñanza de las ciencias en la escuela, llevando a cabo proyectos interesantes usando esta metodología y poniéndolos a disposición de la comunidad educativa.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INDAGACIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias implica adquirir conceptos científicos así como desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento científico. La indagación, en la educación debería, por tanto, reflejar la realidad de la Ciencia en la medida de lo posible. La metodología de enseñanza por indagación según Schwab (1960), se refiere a aquellas actividades que tienen lugar en la escuela, con el fin de desarrollar el conocimiento y comprensión de las ideas científicas.

Como se muestra en el apartado anterior, los NSES no ofrecen una definición precisa de este tipo de enseñanza, si bien apuntan que consiste en:

una actividad polifacética que implica hacer observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones; revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados. (National Science Education Standards, 1996; p. 23)

Según apunta Martin-Hansen (2002, p. 34-37) existen varios tipos de indagación:

- Abierta, donde el alumno formula una pregunta a la cual se responde a través del diseño y puesta en marcha de una investigación y su posterior comunicación.
- Guiada, en la que es el profesor quien guía y ayuda a los alumnos a llevar a cabo investigaciones y experimentos.
- Acoplada, que aúna la indagación abierta y la guiada.
- Estructurada, la cual está dirigida por el profesor para que los alumnos lleguen a unos objetivos específicos.

Como apuntado en el apartado anterior, una de las personas más importantes en cuanto a esta teoría fue John Dewey (1910, b), quien afirmaba que la enseñanza de las ciencias a través de la indagación permitía al niño aprender a partir de la experimentación en primera persona y cultivar su curiosidad innata. Dewey creía que la esencia del pensamiento creativo se encontraba en los procesos de la ciencia y que la actividad intelectual que tiene lugar en la etapa infantil es muy similar a la del laboratorio científico. En esta línea, la utilización de esta metodología en el aula permite tanto a alumnos como a profesores integrar conocimientos a través del cultivo de las habilidades mentales, así como el aprendizaje y desarrollo intelectual del niño, teniendo en cuenta el momento evolutivo y las necesidades e intereses del mismo. La indagación, por tanto, consiste en un aprendizaje a través de la interacción con los materiales, herramientas y el fenómeno a estudiar.

La indagación es así, un proceso para la adquisición de conocimientos a partir de la exploración del medio. Comienza en el momento en que el alumno siente una cierta curiosidad e intriga sobre un fenómeno, tanto nuevo como de la vida cotidiana. El alumno interactúa con el mundo de forma científica, es decir, observándolo, haciéndose preguntas, hipotetizando, prediciendo, investigando, interpretando y comunicando. Y precisamente, éstas son las fases que siguen los científicos en sus indagaciones. Este proceso se llama el “método científico” y juega un papel fundamental de ayuda a los niños en el desarrollo de las ideas científicas. A partir de él, cada alumno deberá encontrar su propio camino o método para resolver los problemas que le son planteados o les interesan. El método científico consta de las siguientes fases que no necesariamente tienen porqué llevar un orden determinado (ni en la Ciencia ni en la enseñanza de las ciencias en donde hay que tener en cuenta la etapa de desarrollo y nivel académico de los alumnos):

1. Observar

Lo primero que hay que hacer cuando se sigue el método científico es encontrar un problema al que queramos dar solución o queramos entender. Para encontrar tal problema, es necesario observar. La observación de fenómenos reales es el principio de todo proceso de indagación, a partir de la cual se suceden el resto de fases. A través de la observación, el alumno repara en ciertos fenómenos que tienen lugar a su alrededor y comienza a identificar diferencias y similitudes, así como patrones en el comportamiento de los mecanismos. La observación trae consigo una serie de ideas que deben ser comprobadas. Esta fase favorece las habilidades relacionadas con la observación (aprendizaje por modelado, atención, retención y producción de actividades o conductas) muy desarrolladas en la etapa infantil y de las que podemos sacar mucho provecho en el aula (Bandura y Walters, 1974).

2. Preguntarse

La curiosidad es el factor fundamental en todo el proceso de indagación, el elemento imperante. Lo que nos rodea causa curiosidad y ésta genera preguntas y la necesidad de contestarlas. En la escuela, debemos aprovechar esa curiosidad innata de los niños y niñas, creando un ambiente en el que los mismos puedan hacerse preguntas libremente y dándoles las herramientas necesarias y la motivación para explorar y experimentar en busca de las respuestas.

Una parte muy importante dentro de esta etapa es saber distinguir entre aquellas preguntas que pueden resolverse a través de la indagación y el método científico y las que no, así como reconocer aquellas preguntas que son lo suficientemente interesantes como para ser generadoras de una investigación.

3. Formular hipótesis

Las preguntas generadas deben ser respondidas a través de la experimentación pero, antes y durante la misma, es necesario anticiparse y formular hipótesis, es decir, sugerir una explicación consistente susceptible de ser probada. Cuando los alumnos formulan hipótesis, están relacionando el fenómeno con sus ideas y experiencias previas (Institut for Inquiry, 1999, p.61). Después, habrá que diseñar los pasos y acciones para la experimentación, los cuales nos llevarán a la comprobación o no de tales hipótesis. Hay que destacar la importancia de esta fase por cuanto se trata el error de forma positiva y constructiva. En la escuela, se genera en el alumno el miedo al fracaso y el error se considera como algo malo e indeseado. A partir del método científico, podemos aprender que el error es necesario para avanzar. Cuando formulamos hipótesis, realizamos aproximaciones según nuestros conocimientos y experiencias previas pero bien podemos estar equivocados (Salkind, 1999, a). Los científicos, al igual que los niños en las primeras etapas de la infancia, usan el método de ensayo y error en sus prácticas. Ambos formulan hipótesis y las comprueban a través de experiencias prácticas.

4. Experimentar

Experimentar implica diseñar las experiencias y actividades que nos lleven a confirmar o desmentir la o las hipótesis planteadas. Una vez diseñado el experimento, se pasa a la acción, lo cual conlleva recrear y repetir el fenómeno para su comprensión (Proyecto ARCE, 2014). Para la experimentación, es necesario establecer las variables sobre las que se va a actuar. Las variables son atributos que se miden en las hipótesis y se refieren a cualidades o características de las mismas

(Salkind, 1999, b; Ruiz, 2005, a). Entre ellas, podemos destacar la variable independiente que es aquella que explica un fenómeno y que puede ser manipulada por el científico y la variable dependiente que es el resultado del fenómeno que se quiere investigar. Además, es útil enseñar a los alumnos la idea de “variable de control” que es aquella variable que no se manipula, es decir, se mantiene constante con el fin de neutralizar sus efectos sobre la variable dependiente. El uso y estudio de variables en el aula de Primaria es posible y necesario, siempre que se utilicen los términos técnicos de forma que los alumnos los puedan entender.

Antes de diseñar el experimento, es necesaria la previa documentación, consistente en la recopilación de bibliografía y teoría necesaria para organizar las ideas y tener una fundamentación teórica. Las fuentes documentales dependerán en todo caso del nivel de los alumnos, puesto que puede ocurrir que no estén familiarizados con la tecnología para la búsqueda en Internet o en la biblioteca. En primer grado de Primaria, puede servir como documentación el propio libro de texto utilizado en el aula o bien, se pueden realizar previamente actividades dirigidas para la búsqueda de información.

Tras el diseño y la búsqueda de información, llega la experimentación que consiste en la puesta en práctica de las actividades anteriormente diseñadas y que van a conducir a la confirmación o no de las hipótesis previamente formuladas. En esta etapa, los alumnos utilizan el método de ensayo error, observando, actuando e interpretando los resultados obtenidos. Aquí, es importante tener claras las variables a utilizar y cuáles van a permanecer constantes, así como las que vamos a cambiar.

5. Recoger datos

En realidad, ésta no es una fase aislada del método científico, sino que se solapa con las anteriores. Antes, durante y después de la fase experimental, los científicos toman datos y los vuelcan en el llamado cuaderno de campo.

Recoger los datos obtenidos de la indagación ayuda a organizar las ideas, denotar y comparar los cambios ocurridos a lo largo de la experimentación. Pero no debemos quedarnos en la simple recopilación indiscriminada de datos, sino que es necesario seleccionar aquellos relevantes para la investigación y, posteriormente, analizarlos e interpretarlos para poder llegar a la comprensión del fenómeno que se estudia. Para ello, es necesario que los alumnos aprendan a disciplinarse para observar y anotar los cambios relevantes relacionados con las hipótesis

previamente planteadas.

6. Sacar conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos de la experimentación, estos se analizan, se comparan con las predicciones o hipótesis anteriormente formuladas, se contrastan con las búsquedas bibliográficas y con las hipótesis o conocimientos anteriores y se sintetizan. Analizar consiste en descomponer el todo en partes (Ruiz, 2006), yendo de lo concreto a lo abstracto para poder interpretar así los resultados. Interpretar incluye encontrar un patrón de efectos y sintetizar una gran cantidad de información para darle un significado global. La síntesis cierra el círculo, en cuanto a que consiste en unir de nuevo todas las partes en un todo que viene del análisis previo y comprensión del fenómeno. Es decir, consiste en combinar y asociar las diferentes acciones encaminadas a explicar en conjunto, un cierto fenómeno. En este paso es donde se debería insistir en que los alumnos elaboren, a partir de los datos y la información recopilada “modelos explicativos” que deberían ser mejores, aunque aún no necesariamente correctos, que los que tenían antes de comenzar la indagación acerca del fenómeno. Insistir en este punto es lo que lleva a que la indagación se convierta en una herramienta de aprendizaje de conceptos y procedimientos y no solamente del hacer por hacer.

7. Comunicar

Una vez sacadas las conclusiones, es necesario organizar la información para comunicarla al resto de la comunidad científica. Hay que elaborar el informe de la investigación para que la sociedad conozca la nueva información y además, para que el resto de los científicos estén al corriente de los hallazgos y puedan dedicarse a otras investigaciones. Cuando se realizan nuevos descubrimientos, estos pasan a formar parte del “*Cuerpo de Conocimientos Científicos*” (Ruiz, 2005, b). Este paso es fundamental en la investigación científica y debería ser igualmente fundamental en la indagación en la escuela porque es una forma importante, no sólo de comprender el quehacer científico, sino también de evaluación y de autoevaluación.

Para elaborar el informe, pueden utilizarse tablas, gráficos, diagramas, mapas conceptuales, etc. que sirven como soporte visual. Además, el informe tiene que tener un estilo científico correcto (Redondo, 2008), es decir, emplear términos técnicos del ámbito científico correctamente, de acuerdo al nivel de conocimiento de los alumnos.

2.4. VENTAJAS DE LA INDAGACIÓN EN EL AULA

El método de enseñanza de las ciencias por indagación científica es un proceso de construcción colaborativa y significativa de conocimiento para dar solución a los problemas planteados previamente y permite, a su vez, construir conocimientos más generales para dar respuesta a los problemas planteados y cumplir los objetivos curriculares. La indagación presenta las siguientes características ventajosas (Schwab, 1966, b):

- Plantea interrogantes sobre fenómenos y situaciones que son del interés de los alumnos.
- Permite saber los conocimientos previos sobre la problemática planteada.
- Favorece la comunicación y negociación en el diseño y puesta en marcha de la investigación.
- Proporciona un orden en el desarrollo de la investigación.
- Favorece la integración de conocimientos de forma significativa.
- Aporta nuevos interrogantes como resultado de la observación y la experimentación.
- Desarrolla destrezas y habilidades en la comunicación de los resultados obtenidos en la investigación..

La indagación da todo el protagonismo al alumno como científico y le responsabiliza de su propio aprendizaje, el cual puede ser evaluado antes, durante y después de la investigación. Con este sistema, los estudiantes no ven la Ciencia como un conocimiento estático, sino como un proceso dinámico en el que indagar acerca del mundo que les rodea y que permite el aprendizaje significativo.

Cuando se usa el método por indagación científica, los alumnos comunican sus pensamientos e ideas a través de la práctica y por medio de símbolos (la palabra oral y escrita, dibujos, números, etc.). Se trata de múltiples formas de comunicar la misma información y esto permite al profesor comprobar los conocimientos de sus alumnos en materia científica, así como el desarrollo de sus habilidades y destrezas.

La indagación contribuye al desarrollo tanto social como intelectual. Ya que se desarrolla en un contexto social, los alumnos tienen la oportunidad de planificar y trabajar de forma colaborativa. Además, mientras avanzan en las investigaciones, toman notas, dibujan, etc. en sus cuadernos de

campo acerca de las observaciones y posteriormente, presentan en público, lo cual permite no sólo fomentar la colaboración entre los alumnos, sino también desarrollar las habilidades del lenguaje, además del espíritu crítico y el respeto hacia el propio trabajo y el de los demás. En cuanto a la experimentación, ésta permite la interacción alumno-materiales y hace que los alumnos se responsabilicen tanto de los materiales como de sus propios actos (Institut for Inquiry, 1999, a).

El proceso de indagación surge del deseo por conocer y comprender ciertos fenómenos que resultan interesantes para los alumnos, sobre todo cuando se dan cuenta de que pueden experimentar y llegar a conclusiones por sí mismos. Así, la curiosidad permite que el proceso continúe y que el alumno se sienta motivado de principio a fin.

En definitiva, el método de enseñanza por indagación científica es un proceso centrado en el niño que contribuye al desarrollo íntegro de los alumnos y les prepara para desenvolverse en la vida adulta, dejando que ellos mismos desarrollen sus propias ideas y comprendan el mundo que les rodea a partir de la experimentación en primera persona.

2.5. EL PAPEL DEL PROFESOR EN LA CLASE INVESTIGADORA

Cuando vemos a los niños más pequeños en lugares donde reciben educación informal (parques, museos, etc.), antes de que comiencen a asistir a la escuela y les sean impuestas una serie de normas y procedimientos formales para su aprendizaje, podemos observar en ellos una actividad impulsada de manera espontánea (Institut for Inquiry, 1999, b) para dar sentido al mundo que les rodea, a través de la observación, investigación e interacción social. Sin embargo, si los niños trabajan solamente por su propia cuenta, no van a aprender todo lo que necesitan para desenvolverse en el mundo. Aquí entra en juego el papel del profesor.

En una clase investigadora, el profesor no se ve tan involucrado en la enseñanza magistral. Con la indagación, el profesor es aquel que modela, guía, orienta, facilita y evalúa el trabajo de los alumnos individual y grupalmente (Worth, 2003). Ha de ser un facilitador de experiencias, lo cual implica comprobar cómo se desarrolla la investigación, moviéndose entre los alumnos, haciendo preguntas, sugerencias y ayudándoles cuando se bloquean.

El profesor tiene la importante misión de crear y mantener las condiciones adecuadas para que los alumnos puedan construir significados de forma conjunta. A este respecto, el maestro es

responsable del desarrollo de las ideas de los alumnos, así como de mantener un clima adecuado para el aprendizaje.

Obviamente, estas acciones exigen cualidades especiales. Entre las habilidades que un profesor debe tener para conseguir una clase investigadora, en encuentran las propias del método científico (observar, formular hipótesis, diseñar una investigación, experimentar, recoger datos, sacar conclusiones, organizar la información y comunicar los hallazgos) así como aquellas habilidades para promover el aprendizaje del alumno (Ash & Kluger-Bell, 1999, p. 79-85):

- Habilidades procedimentales:

- Mostrar a los alumnos cómo usar nuevas herramientas y materiales;
- Guiar a los alumnos para que estos asuman responsabilidades en la investigación;
- Ayudar a los alumnos en el diseño, búsqueda de información y elaboración de la documentación y las conclusiones;
- Usar preguntas abiertas para motivar la investigación, la observación y el pensamiento.

- Habilidades conceptuales:

- Usar un lenguaje científico apropiado;
- Ayudar a los alumnos a dar explicaciones contundentes orientadas a la comprensión de los contenidos formales.

- Habilidades actitudinales:

- Atender a las observaciones e ideas de los alumnos e identificar aquellas áreas en las que tengan dificultades significativas;
- Hablar con los alumnos, preguntarles, sugerir, compartir;
- Estar disponible para los alumnos;
- Ayudar a los alumnos a avanzar en su propio aprendizaje;
- Escuchar atentamente a los alumnos, sus ideas, preguntas, propuestas para ayudarles a desarrollar su pensamiento;
- Sugerir nuevos puntos de vista y propiciar el ir más allá;
- Favorecer y motivar el diálogo en clase.

El profesor, igual que el conocimiento del que se hablaba en el apartado anterior, también debe ser dinámico. Ya no es un profesor controlador del aula que dirige y dicta qué hacer y cómo. El profesor de una clase investigadora es aquel que pone al alumno en el centro del proceso y que crea y mantiene las condiciones adecuadas para el aprendizaje, la motivación y el interés de los alumnos.

Para terminar con este bloque de fundamentación teórica acerca de la metodología de la indagación, hay que decir que se trata de un enfoque didáctico con múltiples potencialidades puesto que permite crear un clima comunicativo a través del trabajo grupal e individual. La indagación, bien llevada en el aula, permite no sólo el desarrollo de las competencias científicas, sino el desarrollo íntegro de los alumnos por cuanto estos adquieren y refuerzan las actitudes y valores de respeto y responsabilidad que necesitan para enfrentarse a las situaciones problemáticas que se les plantean, así como las habilidades sociales e intelectuales necesarias para el trabajo en equipo y presentación en público. Se trata, por tanto de una metodología holística de la enseñanza, no sólo de las ciencias, puesto que permite trabajar a la vez en todas las áreas. Pero, para conseguirlo, es necesaria la implicación total por parte del equipo docente. El profesor tiene la responsabilidad de crear un clima de confianza y respeto para que la clase se convierta en investigadora. En este sentido, es responsabilidad del profesor aprovechar las potencialidades de sus alumnos y propiciarles todo lo necesario para que puedan llevar a cabo proyectos de investigación, teniendo en cuenta los intereses de los alumnos y dejando que estos hagan. Así, el profesor tiene que echarse a un lado y guiar a los alumnos para que sean estos quienes construyan su propio aprendizaje. Dicho así, queda muy bonito, pero es cierto que el profesor, para que sea capaz de convertirse en facilitador de experiencias, necesita ser formado, por lo que es primordial que el sistema educativo proporcione a los profesores la formación que esta metodología requiere.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y SU IMPLEMENTACIÓN

En esta sección, se presenta la propuesta didáctica diseñada para trabajar la metodología de la indagación con los alumnos, tal como fue implementada. En el Anexo 1, aparece la propuesta original completa, con las indicaciones necesarias para desarrollar cada actividad. De la propuesta original, no fueron desarrolladas las actividades complementarias pero sí las principales.

En la primera sesión (13 marzo) el objetivo era introducir a los alumnos al concepto de método científico y sus fases. Para generar la curiosidad de los alumnos, se les sentó en el suelo de la parte frontal de la clase, frente a la pizarra. Además, se introdujo un elemento nuevo: un maletín, del que saldrían posteriormente unas tarjetas con las fases del método científico.

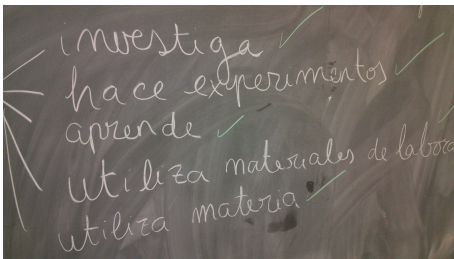


Ilustración 1: Respuestas de los alumnos sobre lo que hacen los científicos.

Después, se plantearon las siguientes preguntas: “¿qué tienen en común un niño pequeño y un científico aeroespacial?” y “¿qué es lo que hacen los científicos en sus laboratorios?”. Tras las respuestas de los alumnos, se les explicó que los científicos, para hacer ciencia, siguen un método: el *método científico*, el cual sigue unas fases determinadas. Así, por deducción de los alumnos,

determinaron dichas fases, con la guía de la coordinadora. El elemento aglutinador en el debate fue el experimento “¿qué ocurre si tiro un cristal al suelo desde la ventana de la clase que está en el primer piso?”. A partir de esta pregunta, los alumnos dieron respuestas:

- *el cristal se rompe*
- *el cristal no se rompe*

Y se dijo que estas respuestas eran llamadas por los científicos como *hipótesis*.



Ilustración 2: Tarjetas de las fases del método científico.



Ilustración 3: puzle del método científico

Con cada fase, se sacaba una tarjeta del sobre que estaba dentro del maletín y se pegaba en un póster colocado en la pizarra, volviendo siempre hacia atrás para recordar las fases anteriores. Tras completar el póster, se dividió la clase por grupos y se entregó un puzle para que lo completaran, acerca de las fases del método científico. En este puzle, tenían que añadir, además, flechas de dirección.

Por último, los encargados de cada grupo construyeron de nuevo el cartel con las tarjetas del método científico y se entregó una ficha para leer y colorear en casa, donde se animaba a escribir sobre un fenómeno que les gustaría investigar (ver anexo 3). Al final de la sesión, se propuso llevar a cabo un pequeño experimento: “¿Qué creéis que hay dentro del maletín? *Formulemos hipótesis*”. Los alumnos, de uno en uno, tenían que expresar con una sola palabra, hipótesis sobre lo que creían que había en el maletín. Tras hacer un poco de teatro, se abrió para comprobar las hipótesis formuladas. Éste contenía una sorpresa: *chupa-chups* para todos. Después, se lanzó una nueva pregunta: “¿se corresponderá el sabor con lo que dice el envoltorio?” Y se animó, por último, a que esta fase final del experimento se realizase en casa y se explicasen, al día siguiente, los resultados.

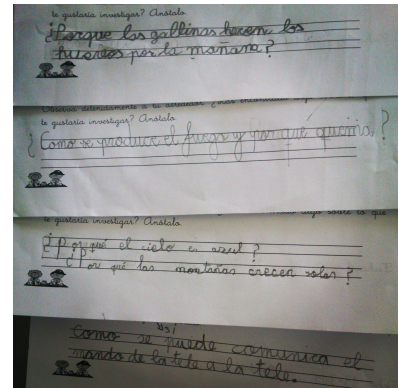


Ilustración 4: respuestas de los alumnos a la pregunta de la ficha para leer en casa.

La segunda sesión (20 marzo) tenía varios objetivos:

- Recordar las fases del método científico
- Proponer una investigación a los alumnos, a partir de una observación realizada por la coordinadora del proyecto: *¿Las plantas son seres vivos? ¿Cómo lo sabéis?*

Para ello, se hizo un debate en grupo recordando las fases del método científico aprendidas en la sesión anterior. Después, a partir de mi pregunta surgida de la observación, propuse a los alumnos que formularan hipótesis que respondieran a esa pregunta.

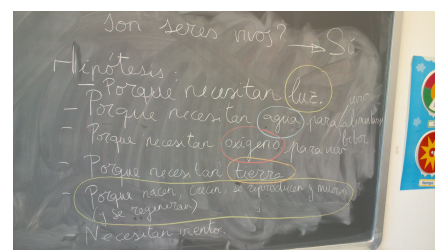


Ilustración 5: Hipótesis formuladas por los alumnos

Posteriormente, se dividió la clase en grupos y se entregó el material necesario para plantar las semillas y llevar a cabo la investigación. Cada grupo se centró en la comprobación de una hipótesis diferente, plantando sus semillas de la siguiente manera:

Grupo Luz:

- Vaso con varias semillas en algodón húmedo y cubierto con tela negra para no dejar pasar la luz pero sí el oxígeno.
- Vaso con varias semillas en algodón húmedo, oxígeno y luz.
- Elemento cambiante: la luz.

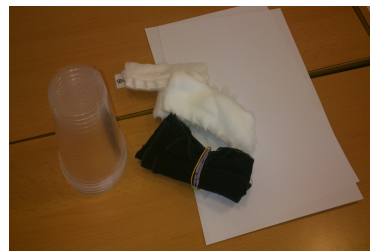


Ilustración 6: Materiales del grupo Luz

Grupo Tierra:

- Vaso con semillas en algodón
- Vaso con semillas en tierra
- Vaso con semillas en arena
- Elemento cambiante: el tipo de suelo.



Ilustración 7: Materiales del grupo Tierra

Grupo Agua:

- Vaso con semillas en algodón, con 2 chorritos de agua
- Vaso con semillas en algodón, con 8 chorritos de agua
- Vaso con semillas en algodón, sin agua
- Elemento cambiante: la cantidad de agua.



Ilustración 8: Materiales del grupo Agua

Grupo Oxígeno:

- Vaso con semillas en algodón humedecido
- Vaso con semillas cubiertas por completo de arcilla
- Elemento cambiante: el oxígeno.



Ilustración 9: Materiales del grupo Oxígeno

Al final, todas las muestras fueron depositadas en el rincón de la ciencia (ver ilustración 11).

La tercera sesión (21 marzo) tenía por objetivo introducir el “cuaderno de campo” como instrumento de recogida de datos. Para ello, se les explicó que, a la par que la fase de experimentación, se encontraban en la de recogida de datos y se habló de la importancia de anotar los cambios que se fueran observando durante el experimento. Además, se les dijo que los científicos apuntaban sus resultados en el “cuaderno de campo”. Entonces, cada grupo tenía sobre la mesa los vasos plantados el día anterior. Se entregó a los alumnos el cuaderno para que realizaran una observación sobre lo que habían hecho y lo plasmaran en el cuaderno de campo con dibujos hechos por ellos (ver anexo 5). La primera anotación de cada grupo consistió en escribir la hipótesis a comprobar de cada uno:

- *las plantas necesitan agua para vivir;*
- *las plantas necesitan tierra con nutrientes para vivir;*
- *las plantas necesitan luz para vivir;*
- *las plantas necesitan oxígeno para vivir.*

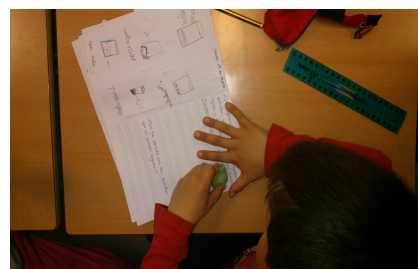


Ilustración 10: Anotaciones en el cuaderno de campo

Debemos resaltar que los alumnos mantuvieron actualizados, durante el resto de las sesiones, sus cuadernos de campo agregando, en cada caso, los dibujos de los cambios observados.

El objetivo de la cuarta sesión (25 marzo) fue observar los cambios y comparar con lo observado en la sesión anterior. Para ello, con los vasos y los cuadernos de campo sobre las mesas de los alumnos, cada grupo recordó a los demás compañeros la hipótesis sobre la que estaban investigando y explicó los cambios observados. Además, usaron una regla para medir el largo de las raíces. Igualmente, dibujaron en el cuaderno de campo los cambios observados, anotando la medida de las raíces.

Además, en esta sesión, a raíz de la observación de un alumno, se explicó que en el experimento de cada hipótesis, sólo se influía en una condición y que por eso era muy importante tener una muestra de control, es decir, que tuviera las cuatro condiciones determinadas en las hipótesis.



Ilustración 11: Disposición de las muestras y los cuadernos de campo en el rincón de la ciencia.



Ilustración 12: Observación de los cambios entre las muestras.

La siguiente sesión (27 marzo) se sucedió como la anterior, observando y comparando los cambios, anotándolos en el cuaderno de campo en forma de dibujos. Igualmente, cada grupo explicó a los demás los cambios observados. Además, se entregó una ficha para completar en casa sobre las fases del método científico con el objetivo de evaluar si los alumnos recordaban lo aprendido (ver anexo 4, de la ficha para completar).

La sexta sesión (3 abril) tenía el objetivo de analizar los resultados de la investigación y sacar conclusiones. Para ello, se preguntó a los alumnos en general en qué consistía la investigación (determinar por qué las plantas son seres vivos) y las hipótesis formuladas por ellos. Cada grupo respondió oralmente, según su hipótesis, el procedimiento que habían llevado en su experimentación, los materiales empleados y cómo habían plantado las semillas. Se anotaron en la pizarra las hipótesis y se fueron corroborando con las argumentaciones y explicaciones de los alumnos:

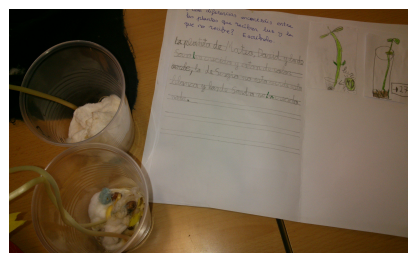


Ilustración 13: Anotación de las conclusiones del experimento

- Las plantas son seres vivos porque necesitan:
 - Luz,
 - Oxígeno,
 - Un suelo con nutrientes,
 - La cantidad de agua justa.

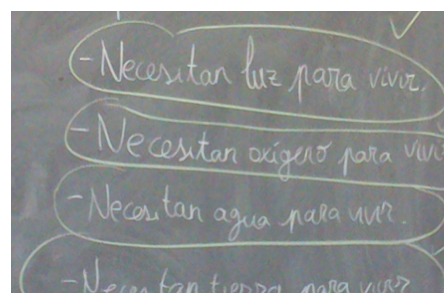


Ilustración 14: Hipótesis corroboradas en la sexta sesión

Por último, los alumnos anotaron en los cuadernos de campo la conclusión sacada, con respecto a la hipótesis sobre la que habían investigado.

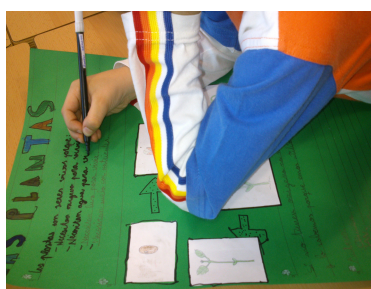


Ilustración 15: Elaboración de los pósters

La última sesión (11 abril) tenía por objetivo el trabajo en equipo para la elaboración y presentación del informe de la investigación. Se entregó el material necesario para la elaboración de un póster. Antes, se les enseñó un modelo (ver anexo 6), aunque después, se les dio la libertad para que lo hicieran como quisieran. En un principio, cada grupo se dividió en dos: uno para diseñar la portada del cuaderno de campo; y otro para comenzar a elaborar el

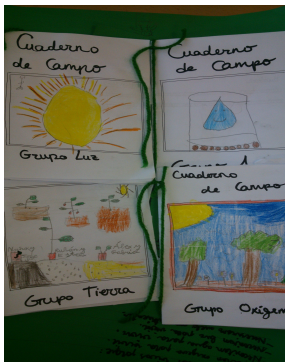


Ilustración 16: Cuadernos de campo

póster. Cuando terminó el primero, entonces siguieron trabajando en el póster con los demás compañeros.

El póster contenía los siguientes apartados:

- Las plantas son seres vivos,
- La germinación de las plantas,
- Metodología de la indagación,
- Miembros del grupo.

Tras la elaboración del póster, cada grupo salió al rincón de la ciencia para presentar el trabajo realizado y se terminó por pegarlos todos juntos en la pared del rincón de la ciencia (ver ilustración 17).



Ilustración 17: Los pósters de los alumnos tras las presentaciones.

4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. METODOLOGÍA

Como ya indicado, la propuesta presentada fue implementada en un aula de primer ciclo de Educación Primaria. La clase estaba compuesta por 22 alumnos de los cuales, 14 niños y 8 niñas, todos ellos con edades comprendidas entre 6 y 7 años y distribuidos en cuatro grupos de trabajo.

Teniendo en cuenta la clasificación de Martin-Hansen (2002) acerca de los tipos de indagación, para la investigación realizada, se planteó en el aula un proyecto de indagación estructurada, es decir, guiada por la coordinadora, con el fin de conseguir unos objetivos específicos. El tema planteado a los alumnos fue “¿cómo sabéis que las plantas son seres vivos?”. Y pudo ser implementado tras haber terminado de estudiar con la profesora de conocimiento del medio el tema de las plantas como seres vivos con su libro de texto. El objetivo de la indagación

propuesta fue el de iniciar a los niños en las fases centrales del método científico.

El estudio tuvo lugar entre el 13 de marzo y el 11 de abril, fechas entre las que se distribuyeron las sesiones. Hay que decir que no todas las sesiones fueron completas. Sólo cuatro correspondieron a sesiones enteras de una hora y, el resto, consistieron en pequeñas observaciones y anotaciones de 15 minutos aproximadamente para ir anotando cambios significativos en las muestras de plantas.

El análisis de la implementación que aquí se presenta está orientado a responder a una serie de preguntas planteadas con respecto a la indagación en el aula de Primaria:

- a) ¿Es posible que los alumnos de primer ciclo de Educación de Primaria entiendan las fases del método científico y desarrollen una indagación?
- b) ¿En qué medida pueden los alumnos llevar un cuaderno de campo donde anotar los cambios observados con relación a las hipótesis propuestas?
- c) ¿Es motivadora para los niños esta forma de aprender ciencias?

Para dar respuesta a dichas preguntas, se utilizó una metodología cualitativa, definida por LeCompte (1995, a) como una *“categoría de diseños de investigación que extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y vídeo cassettes, registros escritos de todo tipo, fotografías o películas y artefactos”*. Para esta autora, la mayor parte de los estudios cualitativos se centrarían en el entorno de los acontecimientos y en los contextos naturales, es decir, tal y como se encuentran, sin ser modificados por el investigador o, como afirmó LeCompte (1995, b), *“lo real, más que lo abstracto: lo global y concreto, más que lo disgregado y cuantificado.”*

Concretamente, se ha elegido el método de investigación-acción de Lewin (1946, p.15-26), basado en la investigación sobre problemas surgidos en la práctica educativa y donde toma especial relevancia el papel activo de los sujetos participantes. Según Lewin, el método de investigación-acción consta de cuatro fases:

- planificar,
- actuar,
- observar,
- reflexionar.

La elección de esta metodología cualitativa radica, principalmente, en el tipo de estudio de un contexto específico, la realidad de un aula concreta y de la información que de ella se quiere obtener, orientados a determinar el grado de motivación y respuesta de los alumnos ante una nueva metodología de enseñanza.

Otra razón por la que se caracteriza esta investigación como cualitativa está determinada por los instrumentos de recogida de datos utilizados, que se alejan de la cuantificación que supone la metodología cuantitativa. Estos instrumentos fueron:

- Grabaciones en audio de las sesiones con las explicaciones y los comentarios de los alumnos: fueron registradas en audio todas las sesiones con los alumnos, transcribiendo después los fragmentos con los comentarios más relevantes.
- Producciones escritas y orales de los alumnos: los alumnos produjeron, a lo largo de las actividades, como mostrado en el apartado de la descripción de la propuesta, una serie de documentos escritos que fueron recogidos y usados como fuentes de datos, así como actividades de presentación de trabajos. Entre ellos, la ficha para leer en casa (ver anexo 3) acerca de lo que hacen los científicos y las semejanzas que tienen en su proceder con los niños y niñas, en los que se les pedía que escribiesen sobre algún fenómeno que les gustaría investigar y un dibujo para colorear de un científico o de una científica. También se utilizó el puzle confeccionado en clase (ver anexo 2) por grupos acerca de las fases del método científico. Como ya indicado, durante todo el desarrollo de la indagación, los alumnos llevaron por grupos cuadernos de campo (ver anexo 5), en donde evidenciaban los cambios relevantes con respecto a las hipótesis planteadas. También, hemos recogido las fichas individuales que debían completar en casa acerca del método científico (ver anexo 4). Por último, tenemos el audio de las presentaciones y las imágenes de los pósters que presentaron los alumnos, a modo de informe (ver anexo 8).
- Observación participante durante las actividades: como docentes, en esta actividad, se recogieron, al finalizar cada sesión, las impresiones sobre el trabajo de los alumnos en un cuaderno de observación.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para cada una de las preguntas de la investigación.

a) La primera pregunta era: *¿Es posible que los alumnos de primer ciclo de Educación de Primaria entiendan las fases del método científico y desarrollen una indagación?*

Cuando planteamos la primera actividad, *“¿qué tienen en común un niño pequeño y un científico aeroespacial?”* la pregunta, generó desconcierto que era lo que se buscaba, con el fin de crear un conflicto cognitivo y provocar la curiosidad de los alumnos. En un principio, los alumnos respondieron que no se parecían en nada, tras lo que se preguntó *“¿qué es lo que hacen los científicos en sus laboratorios?”*, a lo que los alumnos respondieron:

- *“Hacen ciencia”* (Mgo y G)¹, definida por ellos mismos como investigar, hacer experimentos y aprender de los descubrimientos, así como utilizar materiales de laboratorio.

- *“Pues es cuando, como tú investigas las cosas, haces experimentos, haces sabiduría y así cada vez nos vamos haciendo más listos.”* (Mgo)

- *“Y también con un telescopio que mira por ahí a ver si hay gérmenes.”* (Mgo)

- *“Y utiliza materia.”* (RSa)

Posteriormente, una alumna dijo que *“un niño pequeño no tendrá tantas cosas”* (CL) con lo que se reflexionó sobre la definición de hacer ciencia:

- *el niño puede investigar*

- *el niño puede hacer experimentos . “¡Yo he hecho un montón!”* (AC)

- *el niño puede aprender (¡y mucho!)*

- *el niño puede utilizar materiales de laboratorio (¡yo he utilizado microscopios! GM).*

1

Al final, se llegó a la conclusión de que los niños tienen muchas cosas en común con los científicos, pero los científicos se llaman así porque usan un método para investigar, el “método científico”. A partir de este momento, se habló de las fases que se siguen en el método científico. Un alumno afirmó que lo primero que hay que hacer es “*pensar sobre el experimento que van a hacer*” (MGo), “*mirándolo*” (AC). Entonces, se sacó del sobre una primera tarjeta con escrito *Observar*. Poco a poco, se sigue el mismo proceder para deducir las fases del método científico, mientras se van sacando las tarjetas del sobre y se van pegando en la cartulina preparada.

Recordando el elemento aglutinador del debate de la primera sesión (“*qué ocurre si tiro un cristal al suelo desde la ventana de la clase que está en el primer piso?*”), los alumnos dieron respuestas:

- *El cristal se rompe,*
- *El cristal no se rompe*

Y se dijo que estas respuestas eran llamadas por los científicos como *hipótesis*.

- “*¡Yo sé qué es una hipótesis!*” (AC, MGo, AP, YY, RSe y RSa).

Llamó la atención que algunos de los alumnos supieran definir el concepto

- “*Una idea que puedes probar*” (Rse.).

gracias a una serie de televisión de dinosaurios. Posteriormente dedujeron que, tras preguntarse y responderse, no acababa la investigación sino que tenían que probar esas respuestas.

- “*Lo pruebas y si es bueno, sí que lo puedes vender*” (Mgo).
- “*Hacerlo*” (SV), es decir, experimentar.

En cuanto a la fase de recogida de datos, los alumnos dijeron que había que anotar lo que ocurría “*porque si tardas más de un día y te vas a la cama, si se te olvida la memoria, buh*” (Mgo) y se dijo que con esos datos y resultados obtenidos de la investigación, siguiendo con el ejemplo del cristal tirado desde la ventana, si éste se rompía, un niño dijo “*pues no volverlo a hacer y explicarlo a la gente para que no lo haga*” (DG). Aquí se introdujeron las dos últimas fases del método científico, es decir, sacar conclusiones sobre los resultados obtenidos y comunicar los hallazgos; “*se lo publicamos a la gente para que no lo haga por si hay un niño debajo y tiene el cristal, pues*

se puede cortar” (Mgo).

Después, en la tarea de resolver el puzle, la clase se dividió en cuatro grupos de trabajo. Tres de los grupos terminaron enseguida, en menos de un minuto y de forma correcta. El cuarto, tuvo dificultades a la hora de construirlo porque algunos de los compañeros lo veían al revés y no reconocían las palabras escritas. Entonces, se les colocó delante del puzle y consiguieron completarlo igualmente.

Más tarde, los encargados de cada grupo salieron a la pizarra para reconstruir las fases del método científico con las tarjetas mostradas al principio. Se trabajó la conciencia de equipo eligiendo un responsable en cada grupo elegido por votación (los alumnos no se podían votar a sí mismos) que debía atender a las órdenes del resto de componentes. Fue muy interesante ver a los alumnos hablando entre ellos en voz baja, atendiendo a sus propias explicaciones y razonamientos y corrigiéndose unos a otros cuando hacía falta.

Tras esta actividad, se colgó en la pared de la clase la cartulina con las tarjetas en un lugar bien visible al que se llamó el rincón de la ciencia. Después, se realizó la actividad del maletín. Antes de abrirlo, se formularon hipótesis de lo que podía contener:

- “*Chucherías*” (AP)
- “*Un experimento*” (SG)
- “*Juguetes*” (YY)

Al abrir el maletín para sacar conclusiones y comprobar si alguna de las hipótesis era cierta: contenía *chupa-chups* de varios sabores y se lanzó una nueva hipótesis: *quizás los envoltorios no se correspondían con el sabor del caramelo*, así que se propuso comprobar la hipótesis nueva en casa y comunicar al día siguiente en clase las conclusiones sacadas. Y, efectivamente, fue lo primero que hicieron los alumnos, además de preguntar cuándo se haría otro experimento.

A la semana siguiente, se hizo un resumen de forma oral para comprobar que los alumnos recordaban las fases del método científico y, efectivamente, no fue necesario que se dieran la vuelta para mirar el cartel y respondían casi al unísono. Después, se propuso el experimento a realizar (comprobar que las plantas son seres vivos) a partir de la observación de la coordinadora: “*sé que habéis estudiado que las plantas son seres vivos, pero ¿cómo lo sabéis?*”

Un alumno dijo que *“las plantas no son seres vivos”* (RSe), a lo que otros alumnos respondieron:

- *“Que sí que son porque si no, no tendríamos oxígeno”* (AG).

- *“Sí, porque necesitan alimento, necesitan agua para beber y porque necesitan oxígeno”* (Mgo) *“¡y también tierra!”* (AC).

- *“Porque nacen, crecen, se reproducen y mueren”* (GM).

Estas hipótesis fueron anotadas en la pizarra. De ahí, se propone el experimento a realizar en clase, y como comentado, cada grupo trabajó sobre una condición, teniendo una muestra de control. En las sesiones que se sucedieron, cada grupo explicaba a los demás la hipótesis que estaban comprobando y las muestras con las que estaban realizando la experimentación. En esos momentos, la tarea de la coordinadora fue orientar y motivar, así como observar con ellos y preguntarles los cambios que notaban.

- *“La planta de MGo no va a crecer porque no tiene nada de agua”* (SM, SG)

- *“Mi experimento no va a funcionar porque se ha roto la arcilla”* (CL)

Fue sorprendente el caso del alumno que comentó que en cada grupo *“sólo se cambia una cosa”* (SV), cuando aún no se había planteado en clase. En este sentido, los alumnos fueron capaces de realizar las observaciones sobre las variables o condiciones indicadas, explicándoselas a los demás compañeros, para luego anotar los cambios en el cuaderno de campo en forma de dibujos.

Al final de la experimentación, los alumnos pudieron identificar las fases del método científico por las que habían pasado, así como la que faltaba por llegar, *comunico mis descubrimientos*. Además, todos los grupos corroboraron sus hipótesis, nombrándola, explicando cómo habían plantado sus semillas y sacando conclusiones. Si nos centramos, por ejemplo, en el grupo oxígeno, atendiendo a la grabación :

- *“Que necesitan oxígeno, sí o no”* (CL).

- *“Hemos plantado pues una con oxígeno y otra que es mía ,sin oxígeno”* (Rse)

- *“Hemos puesto arcilla para que no pase el aire”* (Rse).

- *“Esta tiene oxígeno”* (AG) *“y la de JM”* (Rse).

- *“Hemos echado la misma cantidad de agua en todas?”* *“Sí”* (todos).

- “A esa, pues, la hemos puesto algodón porque no se pega al vaso, sí que pasa el oxígeno y la única que ha nacido ha sido esa, la de JM” (RsSe).

- “Entonces se está cumpliendo vuestra hipótesis?” “Sí” (todos). “Cual era vuestra hipótesis?” “Que necesitan oxígeno para vivir” (todos). “¿Se cumple la hipótesis?” “Sí”(todos).

A modo de evaluación, antes de pasar a la fase de elaboración del informe y comunicación de los descubrimientos (actividades a las que se hacen referencia en el análisis de la tercera pregunta), en la cuarta semana, se distribuyó la ficha para completar en casa acerca de las fases del método científico. Por lo general, los alumnos consiguieron terminar la ficha de forma correcta, salvo algunos errores. Con los alumnos que tuvieron errores (ver anexo 4), una vez de vuelta en el aula, al preguntarles las fases del método científico, consiguieron enunciarlas aunque con alguna mirada al cartel. En cuanto a los demás alumnos, sorprendió que no usaran exactamente las mismas palabras aprendidas en clase sino que usaron sinónimos (comparto, comento o cuento mis descubrimientos, en vez de comunico). Resulta todavía más interesante que los alumnos calificados por la tutora como los menos brillantes de la clase (AC, AP, AG, YY, CL, RSe) respondieron completaran correctamente la ficha, usando exactamente las mismas palabras utilizadas en clase. Además, al finalizar el período de prácticas, varias semanas después de esta experiencia, una de estas alumnas (CL) comentó en un dibujo que lo que más le había gustado de la práctica fue el método científico.

También hay que decir que, durante el resto de las prácticas y ya habiendo terminado la indagación, se siguieron manejando en todas las áreas el lenguaje científico aprendido, especialmente el “*vamos a formular hipótesis*”, cada vez que, en la clase, se hacía alguna suposición.

Como conclusión y respondiendo a esta primera pregunta, según los datos aportados, es posible que los alumnos de primer ciclo de Educación Primaria no sólo entiendan y recuerden las fases del método científico sino que además, pueden desarrollar una indagación, aunque obviamente, para este nivel, muy dirigida. Además, son capaces de identificar la fase en la que se encuentran en cada momento, siempre y cuando se introduzcan de forma dinámica, teniendo en cuenta los intereses de los alumnos y manteniendo un alto grado de motivación.

b) La segunda pregunta era *¿En qué medida pueden los alumnos llevar un cuaderno de campo donde anotar los cambios observados con relación a las hipótesis propuestas?*

Se escogió esta pregunta de investigación porque el cuaderno de campo es una herramienta fundamental para trabajar en la indagación y además, se introduce un elemento completamente nuevo para los alumnos, acostumbrados a usar como único material didáctico el libro de texto.

Para llevar a cabo la fase experimental, se había hablado previamente de la importancia que tiene registrar y anotar los cambios que se van observando para poder compararlos y, posteriormente, sacar conclusiones y elaborar el informe. Así, en cuanto comienza la experimentación por grupos para comprobar las hipótesis planteadas, se elaboró un cuaderno de campo. La primera anotación de cada grupo consistió en escribir la hipótesis a comprobar de cada uno.

Siendo alumnos de primer ciclo, todavía no tenían la suficiente habilidad psicomotriz para la escritura, así que se optó por hacer dibujos en cuadrados de papel sobre los cambios observados que, posteriormente, serían pegados en el cuaderno, en su fecha correspondiente. Para realizar los dibujos, cada grupo tenía en su mesa de trabajo los vasos con las muestras (un vaso por alumno) con los que hacer las observaciones y comparaciones. Antes de dibujar, se procedía a explicar la hipótesis a comprobar y las variables que se estaban utilizando, si bien, no se empleó la palabra variables sino condiciones. En cuanto a éstas, se tenía muy en cuenta desde el principio que, para cada hipótesis, sólo se cambiaba una condición, dejando el resto constantes. Para tenerlo más claro aún, cada grupo tenía el nombre de la condición sobre la que se estaba influyendo (oxígeno, tierra, luz y agua). Los alumnos lo interiorizaron tanto de forma que, al final de la indagación, se les pidió que diseñasen la portada del cuaderno de campo y cada grupo lo hizo según la hipótesis a comprobar, sin que la profesora mediase (ver ilustración 16).

El cuaderno de campo resultó, en un principio, interesante. Todos querían escribir la hipótesis y se mostraban impacientes a la hora de recibir sus cuadrados de papel para hacer los dibujos, así como de medir las raíces con las reglas. Se sentían importantes por estar haciendo algo nuevo, especialmente con el uso de la regla para medir. Sin embargo, no fue posible conseguir que los alumnos se responsabilizaran del orden y buen estado del cuaderno de campo. En cuanto a los dibujos, los alumnos copiaban lo que veían y no aumentaban el tamaño, por lo que en los primeros dibujos, no se pueden apreciar bien los cambios (ver anexo 5).

Además, era la segunda vez que utilizaban la regla en clase para medir y todavía no manejaban las unidades de medida por lo que las cantidades anotadas, en ocasiones no se correspondían con la realidad. Al principio, cuando empezaron a germinar las semillas y salieron las raíces, era fácil medir sus longitudes pero, posteriormente se hizo más difícil porque éstas se doblaban.

Con referencia al orden, los alumnos se mostraban muy agitados y no ponían atención a la hora de pegar los trozos de papel en el lugar correspondiente, con lo que los cuadernos no quedaron lo suficientemente limpios y ordenados. Pero lo cierto es que se disponía de muy poco tiempo para las observaciones y anotaciones ya que se utilizaban entre diez y quince minutos entre clase y clase o los últimos minutos antes del recreo. Como consecuencia, la atención no era suficiente y los alumnos estaban impacientes por levantarse, hablar o ir al patio.

Como conclusión, se considera que es posible que los alumnos de primer ciclo de Educación Primaria lleven un cuaderno de campo en el que anotar los cambios observados en las indagaciones. Sin embargo, conseguirlo no parece ser una tarea fácil y se estima necesario trabajar regularmente con el cuaderno, estableciendo un orden y guía para el correcto uso del cuaderno. Esto quiere decir que, cuanto menor sea la autonomía de los alumnos, más guiada tendrá que ser la elaboración del cuaderno de campo, estableciendo, por ejemplo, las páginas donde pegar los dibujos, escribiendo las fechas, etc.

c) La tercera pregunta era: *¿Es motivadora para los niños esta forma de aprender ciencias?*

Antes de responder a esta pregunta, hay que indicar que ha sido sumamente difícil ser objetivo a la hora de medir la motivación de los alumnos puesto que, tratándose de niños y niñas, existe un factor afectivo muy importante, el cual es difícil de controlar. Para responder a esta pregunta, se han recogido algunos comentarios de los alumnos durante las sesiones, en los que aparece su entusiasmo con respecto a la propuesta didáctica. Desde el principio, los alumnos dieron evidencias de su entusiasmo por hacer ciencia y participar en clase con múltiples comentarios, intentando dar opiniones, contar experiencias personales, etc.

- *“Yo tengo un libro de experimentos, algún día lo puedo traer”* (YY).

- *“¡Yo sé qué es hipótesis! ¡Una respuesta que puedes probar!”* (Rse).

- *“¡Eso iba a decir yo ahora!”* (AC).

En la primera sesión, los alumnos se mostraron especialmente entusiasmados con el puzle.

- “*¡Bien!*” (todos al unísono)

- “*¡Es una pasada!*” (AC)

- “*¡Cómo mola!*” (MGo)

Para captar la atención de los alumnos, se optó por reunirlos en la zona frontal de la clase, frente a la pizarra y sentados en el suelo, durante la primera parte, consistente en las introducciones y explicaciones. En la primera sesión, estaban un tanto desconcertados, puesto que es algo que se hace, según ellos, en Infantil, así que estaban expectantes por lo que fuera a pasar. Además, para acrecentar la curiosidad, se introdujo en el aula el elemento nuevo del maletín que se comenta en la descripción de la secuencia y que generó mucha curiosidad.

El grado de motivación se mantuvo bastante alto durante toda la duración del proyecto de indagación, sobre todo cuando se empezó con el “manos a la obra” plantando las semillas. Pero es cierto que se empleó demasiado tiempo en los debates y explicaciones, tratándose de niños y niñas tan jóvenes, por lo que, en esos momentos, el grado de motivación disminuía.

- “*Me aburro*” (SV)

- “*¿Pero cuándo empezamos?*” (CO)

Los alumnos estaban entusiasmados por manipular los materiales y plantar las semillas. Una vez plantadas, se depositaron los vasos sobre una mesa, en el rincón de la ciencia. A partir de ese día, lo primero que hacía un gran número de alumnos nada más llegar a la clase era dirigirse al rincón de la ciencia para observar los cambios. Incluso hubo algunos (NM, YY y MGo) que trajeron otro tipo de semillas para mostrar que en casa habían seguido investigando.

Cuando los tallos comenzaban a crecer, los alumnos se mostraban muy entusiasmados y buscaban a la coordinadora para llevarla al rincón de la ciencia y enseñarle los cambios ocurridos.

- “*Mira cuántas raíces*” (NM)

- “*¡Mi planta ha nacido!*” (YY)

Cada día, un niño diferente se encargaba de regar las plantas y siempre estaban acompañados de un grupo de alumnos que vigilaban que lo hiciera bien, recordando siempre que la planta de MGo no se podía regar.

En cuanto al material entregado, la primera ficha consistía en un texto sobre el método científico, en el que se animaba a que los alumnos escribieran sobre un fenómeno que les gustaría investigar. Sólo uno contestó no. Del resto, sorprendieron algunas anotaciones:

- *“Me gustaría investigar sobre las plantas porque hay que regarlas”* (MGo)
- *¿Por qué las gallinas hacen los huevos por la mañana?*(JM)
- *¿Cómo se produce el fuego y por qué quema?*(DM)
- *¿Por qué el cielo es azul? ¿Por qué las montañas crecen solas?*(AP)
- *Cómo se puede comunicar el mando de la tele a la tele.*(SV)
- *Sí. Cómo es el agua de la lluvia.*(GT)
- *Por qué cuando se calienta una patata cruda se pone blanda.*(SM)
- *Por qué las luces son de colores.*(IL)

La elaboración del póster para la presentación final fue una prueba del alto nivel de motivación por parte de los alumnos, especialmente porque era la primera vez que hacían un póster de forma independiente y esto representaba un nuevo reto. Se enseñó y presentó un póster modelo para orientar a los niños y niñas y, posteriormente, se entregó el material necesario para que elaborase uno cada grupo. Se dio la posibilidad de introducir cambios al modelo presentado para que lo hicieran a su gusto. Llamó la atención que dos de los grupos se organizaran tan bien, dialogando y negociando, decidiendo quién hacía qué. Como consecuencia, sus pósters fueron muy claros y organizados y no tuvieron discusiones ni peleas durante la actividad. En cambio, los otros dos grupos necesitaron mediación de la coordinadora y de la tutora porque no conseguían ponerse de acuerdo y todos querían hacer todo. A pesar de ello, consiguieron terminar su póster e incluso introdujeron algunos cambios. Los alumnos estaban contentos, hablando entre ellos sobre cómo hacerlos. Además, se les veía muy centrados, daban sus propias opiniones e ideas y acudían a la profesora pidiendo consejo y enseñando lo que iban haciendo.

- *“¡Ya hemos terminado los dibujos!”* (MG)
- *“¿Puedes venir al grupo Tierra, por favor?”* (DT)
- *“Yo voy a escribir los nombres nuestros.”* (EP)
- *“¿Te gusta cómo nos ha quedado?”* (JM)

- “Es que yo quiero pegar los dibujos de las plantas.” (AG)

La presentación del póster fue bastante informal y sin más preparación previa que la presentación que se les hizo del póster modelo. Se esperaba que, como era la primera vez que hacían una presentación en público de esas características, además de la elaboración libre de un póster, los alumnos no serían capaces de realizarla de forma fluida. Sin embargo, superaron las expectativas de la coordinadora y la tutora, llevando a cabo presentaciones dinámicas en las que cada alumno quería participar. Para administrar la información y tiempos de las presentaciones, la coordinadora hizo de presentadora y entrevistadora de los grupos (en el anexo 8 aparecen las cuestiones de la entrevista y, en particular, la de un grupo representativo del resto). Destaca la última pregunta de si les había gustado la experiencia porque fue respondida, en todos los casos, al unísono con un rotundo *sí*.

En cuanto a la evaluación general de las presentaciones, fue muy positiva porque:

- Todos los niños y niñas querían participar;
- No hubo bloqueos durante las intervenciones;
- Todos querían sostener el póster durante la presentación;
- Estaban atentos a las preguntas que se les hacía;
- El público (el resto de la clase) escuchaba a sus compañeros y aplaudía con ganas al final de cada presentación.



Ilustración 18: Modelaje de un alumno con plastilina.

Hay que añadir que, a parte de las sesiones normales dedicadas a la indagación, los alumnos dieron muestras de su motivación e interés por nuestro pequeño proyecto, aprovechando actividades lúdicas de sus momentos de ocio y descanso entre clase y clase para dirigirse al rincón de la ciencia a observar las plantas. Además, durante estas actividades lúdicas, introducían también el tema de las plantas. Por ejemplo, algunos alumnos se dirigían al rincón de la plastilina, cogían uno de los vasos y reproducían el modelo o lo dibujaban en la pizarra de los alumnos (ver ilustraciones 18 y 19).



Ilustración 19: Dibujo de una alumna en la pizarra del rincón de ocio.

Recapitulando acerca de si esta forma de dar ciencias es motivadora para los niños de Primaria, a la vista de los resultados positivos, se deduce que sí lo es y muestra de ello son los múltiples comentarios de los alumnos, así como lo involucrados que estuvieron y la participación activa de todos ellos durante el desarrollo de la indagación.

Además, hay que destacar la buena respuesta y motivación de los alumnos y alumnas que, antes de la implementación, habían sido tachados por la tutora como los menos brillantes académicamente. Así, se concluye que el aprendizaje por indagación supone para el niño un conjunto de experiencias motivadoras en cuanto que aprovecha el interés de éste, su curiosidad y sus ganas de conocer y hacer.

4.3. CONCLUSIONES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN

La experiencia resultó muy positiva porque los alumnos fueron capaces de llevar a cabo una indagación siguiendo los pasos del método científico y aprendieron cosas sobre las plantas que no habían aprendido con el libro de texto, lo cual es de destacar, por el poco tiempo transcurrido entre una metodología y otra (una semana). Además, la propuesta se presentó fuera del contexto normal de las clases, sin días ni horarios fijos para la investigación sino que las sesiones se ajustaron al ritmo de las clases, haciendo cambios en el horario.

Los resultados de la investigación superaron tanto las expectativas, tanto de la coordinadora como las de la tutora quien se declaró asombrada por todo lo que los alumnos habían sido capaces de hacer y por las respuestas y argumentos dados. En cuanto a los alumnos, se mostraron muy motivados ante las tareas y retos que se les presentó. Por un lado, porque era la primera vez que se enfrentaban a este tipo de actividades desafiantes. Por otro, porque los alumnos eran muy competitivos y las actividades resultaban interesantes para ellos.

Además, destacó la gran creatividad de los niños en la realización de los dibujos para el cuaderno de campo, el póster y su posterior presentación oral, así como la autonomía e iniciativa personal demostrada en las actividades.

Un aspecto negativo a tener en cuenta fue el poco tiempo disponible. Ante la necesidad de que los alumnos entendieran las fases del método científico por deducción y su falta de disciplina a la hora de mantenerse en silencio y respetar los turnos de palabra, sumado al nerviosismo generado

por la curiosidad e interés ante una experiencia totalmente nueva, las explicaciones tomaron demasiado tiempo y la mayoría de los alumnos se cansaban y aburrían durante los debates.

En conclusión, los alumnos fueron conscientes de lo que hacían y por qué lo hacían en todo momento, dando argumentos y explicaciones cada vez que se les pedía. Así, la implantación de la propuesta resultó muy positiva porque se cumplieron los objetivos. Los alumnos aprendieron las fases del método científico y fueron capaces de identificarlas a lo largo de la indagación, trabajando en equipo. Además, revelaron un alto nivel de motivación e interés en cada fase de la indagación, demostrando, no sólo que es posible desarrollar investigaciones en el aula con el alumno como protagonista sino que además, el alumno siente con ello que tiene las riendas de su propio aprendizaje.

4.4. PROPUESTAS DE MEJORA

Durante la implementación de la propuesta didáctica, se llevó a cabo una evaluación, centrada no sólo en los resultados de los alumnos, sino además, en la acción docente.

Como aspectos positivos, hay que destacar la forma en que los alumnos adquirieron los conocimientos, es decir, a partir de sus propios razonamientos y volviendo hacia atrás para recordar lo ya visto. Además, los recursos empleados fueron sugerentes y atractivos para ellos. En cuanto a los materiales, estos fueron entregados a los alumnos y se les explicó qué hacer con ellos para que el experimento funcionase. Por su parte, los alumnos se tomaron en serio la indagación y demostraron un gran sentido de la responsabilidad, cuidando los materiales y las plantas objeto de investigación.

Como aspectos negativos, durante la indagación, hubo algunos grupos que tuvieron dificultades a la hora de organizarse porque todos querían ser líderes. Uno de los mayores problemas en cuanto al trabajo en equipo fue la dificultad de algunos alumnos para negociar entre ellos y tomar decisiones conjuntamente. Tampoco ayudó que, a la hora de plantar las semillas, se hubiera dado un vaso a cada alumno, porque pensaban que el vaso era suyo, sobre todo porque la tutora escribió los nombres de cada uno en los vasos. Pero hay que decir que la decisión de dar un vaso a cada uno se tomó para que todos se sintieran importantes en el proyecto.

A la vista de los resultados de la investigación, las propuestas de mejora que de aquí se derivan son las que siguen. En primer lugar, antes de llevar a cabo indagaciones en el aula, es necesario realizar con los alumnos actividades sencillas para desarrollar el trabajo en equipo, el sentido de la responsabilidad y la conciencia de grupo. Por eso, es necesario proponer a los alumnos más a menudo actividades que promuevan el trabajo en equipo, sobre todo, de forma oral, para que adquieran las habilidades y herramientas necesarias. En cuanto a haber dado un vaso por alumno, sería interesante que el grupo entero se responsabilizase de sólo dos vasos (el de la indagación y el vaso de control).

En cuanto a la elaboración del póster, si bien los resultados fueron muy positivos para ser la primera vez que lo hacían libremente, sería conveniente que los alumnos tuvieran más oportunidades para elaborar materiales por ellos mismos, dándoles la libertad para que exploren sus propias habilidades y ganen en autonomía.

Como mencionado en el apartado anterior, hay que dedicar menos tiempo a las preguntas y explicaciones y más a hacer y experimentar. Para ello, es esencial que este tipo de experiencias se lleven a cabo ya desde los primeros años de la enseñanza y se repitan periódicamente.

Por último, en cuanto a las explicaciones y presentaciones de los alumnos, es necesario trabajar previamente su capacidad de síntesis y de expresión. Para ello, es muy importante dejar que el alumno se exprese y razone. En definitiva, el profesor debe echarse a un lado y dar la palabra al alumno para que éste gane en confianza y autoestima y aprenda a expresarse en público.

5. CONCLUSIÓN Y REFELXIÓN FINAL DEL TFG

En este trabajo, se ha investigado acerca de la introducción del método científico en los primeros niveles de Educación Primaria, teniendo en cuenta el hincapié que hace la ley de mejora educativa (LOMCE, 2013) para que se creen “*las condiciones que permitan al alumnado su pleno desarrollo personal y profesional*” para que el alumno sea un “*elemento activo en el proceso de aprendizaje*”. Por eso, es necesario un cambio metodológico en la enseñanza. Además, el currículo básico de la Educación Primaria (2014), destaca la importancia del “*saber hacer*” y las competencias básicas en ciencia y tecnología, siendo objetivos de la Educación Primaria el desarrollo de hábitos de trabajo tanto individual como colectivo, así como actitudes de curiosidad, interés y de espíritu emprendedor. Además, con la LOMCE, las Ciencias de la Naturaleza conforman una asignatura única que prevé la formación científica a través de actividades que tengan como base el método científico en el “*bloque 1. Iniciación a la actividad científica*” (LOMCE, 2014).

Así, en este Trabajo de Fin de Grado, se ha estudiado la historia de la metodología de la indagación, así como su fundamentación teórica. Posteriormente, siguiendo las recomendaciones de la literatura, se ha diseñado un proyecto de indagación, según las fases del método científico para su posterior implementación en un aula de primero de Primaria, consistente en una indagación científica sobre las plantas como seres vivos. Hay que decir que la propuesta es susceptible de ser implementada en cualquier etapa introduciendo los cambios necesarios.

La propuesta llevada al aula tenía como objetivo responder a tres preguntas objeto de la investigación:

- a) ¿Es posible que los alumnos de primer ciclo de Educación de Primaria entiendan las fases del método científico y desarrollen una indagación?
- b) ¿En qué medida pueden los alumnos llevar un cuaderno de campo donde anotar los cambios observados con relación a las hipótesis propuestas?
- c) ¿Es motivadora para los niños esta forma de aprender ciencias?

Los instrumentos de recogida y medida de los resultados, de carácter cualitativo contribuyeron a una respuesta positiva a estas preguntas. Además, a lo largo de la implementación, los alumnos fueron capaces de realizar con éxito las actividades propuestas y dieron muestras de su interés y motivación por la indagación. Con este proyecto, los alumnos no sólo aprendieron las

fases del método científico sino que, además, aprendieron cosas sobre las plantas que antes no sabían, aun habiendo estudiado el tema en clase con el libro de texto. Por lo tanto, estos resultados superaron las expectativas de las profesoras, dando pie a que, en el futuro, se lleven a cabo más indagaciones en el aula.

A la vista de los resultados y la buena acogida por parte de los alumnos, así como el interés declarado por parte del sistema educativo por centrarse en la investigación a través del método científico, es evidente que se necesita urgentemente un cambio metodológico que satisfaga tales necesidades. Por un lado, los resultados demuestran que el libro de texto no es herramienta contextualizada, sino que se puede omitir y buscar otras fuentes de documentación, sin necesidad de depender absolutamente de él durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y sin gran desembolso económico. Quiero apuntar que, para la puesta en marcha de la indagación en el aula, el coste fue inferior a los doce euros, por lo que el dinero no debería ser excusa, siempre que se haga un uso responsable de los materiales.

Por otro lado, para desarrollar esta metodología en las aulas, además de la necesidad del cambio curricular, también es primordial que el equipo docente esté preparado y formado. Pero nadie dijo que la enseñanza en sí fuese fácil. Es obligación del profesor estar continuamente formado e informado para adaptarse a las necesidades educativas que cada situación y momento requiera. Sin embargo, aunque suponga mucho trabajo para el profesor, también es cierto que da muchas satisfacciones y una prueba en tiempo real de los logros y éxitos de los alumnos.

Para terminar, y a modo de reflexión personal, la realización de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) ha supuesto para mí todo un desafío personal en cuanto al trabajo y grado de responsabilidad que supone en sí. Sin embargo, la indagación científica en el aula de Primaria es un tema por el que me sentía especialmente atraída y el cual elegí libremente. En cuanto a la realización formal del trabajo (búsqueda de literatura, redacción, etc.) el procedimiento ha sido como el empleado en la realización de otros trabajos a lo largo del Grado, es decir, procurando mantener la objetividad y siendo rigurosa en el uso de la documentación. Pero, también es cierto que, si bien el TFG tiene la misma consideración que cualquier otra asignatura del Grado, para mí ha significado mucho más que eso, puesto que se trataba del último trabajo en mi andadura por la Universidad de Burgos, así que me lo he tomado, si cabe, más en serio.

Por otra parte, atendiendo a la propuesta llevada a cabo en el aula de Primaria, tengo que decir que ha sido la mejor experiencia por la que he pasado en el ámbito de la educación. Con ella,

he corroborado que el maestro se hace en las aulas, he aprendido que los niños y niñas no sólo son capaces de hacer ciencia sino que quieren experimentar. Además, siento que he crecido profesionalmente, reflexionando y aprendiendo de mis propios errores en mi acción docente.

Así que, en conclusión, la realización de este trabajo ha resultado ser una experiencia positiva que me ha motivado para seguir, en el futuro, el camino de la indagación en las aulas porque opino que todavía hay mucho que hacer para convertir la escuela en un centro de experiencias, entre las que la ciencia tenga un papel protagonista.

BIBLIOGRAFÍA

Ash, D. y Kluger-bell, B. (1999). *Identifying Inquiry in the K-5 Classroom*. En *Foundations*, (págs. 79-85). Washington, DC: National Science Foundations.

Bandura, A. y Walters, R.H. (1974). *Aprendizaje social y desarrollo de la personalidad*. Madrid: Alianza Editorial.

Barrow, L.H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards, *Journal of Science Teacher Education*. Washington DC: Springer. Recuperado el 9 de abril de 2014, de http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/4_Abriefhistoryofinquiry.pdf

Charpak, G. (1996). *Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria*. Madrid: Fondo de cultura económica de España.

Dewey, J. (1910). *How we think*. Lexington, Mass: D.C. Heath.

Dewey, J. (1910). *Science as subject-matter and as a method*. *Science*, (págs. 121-127). Recuperado el 9 de abril de 2014, de <http://www.sciencemag.org/content/31/787/121>

Friedl, A.E. (2005). *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Ed Gedisa.

Institut for Inquiry. (1999). *Foundations: Inquiry. Thoughts, views, and strategies for K-5 classroom*. Washington, DC: National Science Foundation.

Lecompte, M.D. (1995). Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 1(1). Recuperado el 10 de abril de 2014, de <http://www.uv.es/RELIEVE/v1/RELIEVE/>

Lewin, K. (1946). *La investigación-acción y los problemas de las minorías. La Investigación-acción participativa*. (págs. 15-26). Madrid: Editorial Popular. Recuperado el 5 de mayo de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/27105727/Kurt-Lewin>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*.

Martin-Hansen, L. (2002). *Defining inquiry, The Science Teacher*. (págs. 34-37). Washington DC: National Academy Press.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Benito, A. et al. (2011). *Programa ARCE, guía para la participación*. Ministerio de Educación. Madrid: Secretaría General Técnica.

Moreno, E. Consejo Superior de Innovaciones Científicas. *Proyecto CSIC en la escuela*. Recuperado el 2 de abril de 2014, de <http://www.csicenlaescuela.csic.es/>

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

Redondo, C.G. (2008). *Atención al adolescente*. Santander: Ediciones de la Universidad de Cantabria.

Rocard, M. et al. (2007). *Science Education now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Directorate-General for Research. Bruselas: European Commission.

Ruiz, R. (2007). *El método científico y sus etapas*. México: Ed. Juan Carlos Martínez Coll. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>

Ruiz, R. (2005). *Historia y evolución del pensamiento científico*. México: Ed. Juan Carlos Martínez Coll. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/>

Rutherford, F.J. (1964). The role of inquiry in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(1), págs. 80-84. Massachusetts: Harvard University. Recuperado el 4 de marzo de 2014, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660020204/pdf>

Salkind, N.J. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall.

Schwab, J.J. (1966). *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Schwab, J.J. (1960). *Enquiry, the science teacher, and the educator*, *The Science Teacher*. 27, págs. 6-11. Cambridge: Harvard University.

Worth, K. y Grollman, S. (2003). *Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

ANEXO 1. Propuesta completa original: Secuencia de actividades - Las plantas son seres vivos.

La indagación en Educación en Educación Primaria

Alumna: Patricia Viñes Triviño

Introducción

Experiencias para un aula de 1º de EPO (6 años)

Centro urbano: Colegio Fuentecillas de Burgos

Temporalización: Aproximadamente tres semanas, tomando una hora para las primeras actividades, con tiempo para que germinen las semillas (una semana aproximadamente) y dos horas para la elaboración y puesta en común de los pósters.

Actividad -1. ¿Qué hace un científico?

Se entrega a los alumnos el siguiente texto para que lo lean en casa, acompañados de sus padres o tutores (ver Anexo ...). Al final del mismo, se anima a los alumnos a que escriban sobre algún fenómeno que les gustaría investigar.

Actividad 0. Introducción al tema

Hay que destacar que anteriormente, los alumnos han trabajado el tema de las plantas como seres vivos de forma teórica en clase, con lo que se presupone que tienen ideas previas acerca del tema.

Como introducción a la indagación se realizará una serie de preguntas en clase que irán destinadas a averiguar en qué medida la unidad didáctica de las plantas como seres vivos ha sido entendida, a partir de sus respuestas más o menos elaboradas. Esto servirá como evaluación final para la tutora de la clase y además, me servirá de evaluación inicial, para entender el estado de la cuestión.

Las preguntas serán realizadas en voz alta y se pretenderá que todos los alumnos participen de forma ordenada, esto es, levantando la mano y esperando su turno. Se pretende crear un debate colaborativo en el aula, procurando que el alumno se sienta cómodo y no se lo tome como un interrogatorio. Por eso es muy importante, como maestra, tener una actitud cordial y un tanto de ingenuidad y misterio para estimular a los alumnos. Las preguntas iniciales se presentan a

continuación, si bien, dependiendo de las respuestas de los alumnos, se pueden introducir otras, con el fin de aclarar conceptos:

- *Me ha dicho un pajarito que sabéis quiénes son los seres vivos...¿Cuáles son?*
- *¿Las plantas? ¿Son seres vivos las plantas? ¿Cómo lo sabéis?*
- *¿De dónde nace una planta?*
- *¿Qué es una semilla? ¿Dónde las podemos encontrar?*
- *¿Entonces, la semilla es una planta?*
- *¿Entonces, si me como una semilla, me crece una planta en el cuerpo? ¿Por qué?*
- *¿La semilla es un ser vivo? ¿Cómo lo sabéis?*
- *¿Qué creéis que necesita una semilla para germinar?*

A partir de las respuestas de los alumnos, sacaremos unas conclusiones que llevarán a la formulación de las hipótesis de nuestra investigación:

- La semilla necesita agua para germinar
- La semilla necesita luz para germinar
- La semilla necesita aire para germinar
- La semilla necesita tierra para germinar
- La semilla necesita una cierta temperatura para germinar

Actividad 1. El método científico

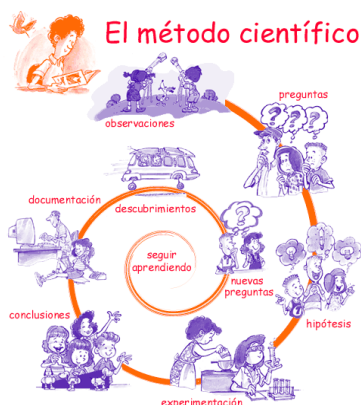
Se explicará a los alumnos que las conclusiones sacadas son las que los científicos e investigadores llaman hipótesis y sobre estas hipótesis, realizan sus investigaciones. Se preguntará si saben cómo se hace una investigación científica y los pasos que hay que seguir:

1- Observación

2- Planteamiento de un problema

- 3- Formulación de hipótesis
- 4- Experimentación
- 5- Recogida de datos
- 6- Conclusiones
- 7- Publicación o comunicación de los resultados obtenidos

Actividad 2. Puzzle



La actividad consiste en, por grupos, completar un puzzle acerca de las fases del método científico. Se dará un tiempo que será cronometrado por una cuenta atrás audiovisual. Si el aula no consta de ordenador o pizarra digital, se llevará un radio cassette con el audio preparado. Durante ese tiempo, los alumnos completarán el puzzle de forma colaborativa, por grupos.

Transcurrido el tiempo, cada grupo elegirá un portavoz y por orden, irán completando el puzzle en una pared del aula que la tutora tendrá reservado para nosotros. Es muy importante fomentar el trabajo en grupo para completar esta actividad por lo que hay que tener en cuenta que el portavoz es quien transmite la idea de todo un grupo. Tras colocar una parte del puzzle en la pared, se preguntará en voz alta la opinión de los demás y se argumentará el porqué de la elección.

Actividad 3. Elaboración del cuaderno de campo

Todo científico debe apuntar los datos de una investigación en el cuaderno de campo. Lo ideal es que cada grupo tenga un cuaderno en el que vaya apuntando todo lo relacionado con la investigación que vamos a llevar a cabo. Por razones económicas, estos cuadernos consistirán en la recopilación de folios con anotaciones y dibujos de los datos obtenidos.

Cada grupo diseñará la portada del cuaderno de campo. En la portada figurarán los nombres de los componentes del grupo, el título de la investigación y un dibujo.

Dentro del cuaderno de campo se apuntarán las hipótesis formuladas y el diseño de la investigación, así como los datos obtenidos de la experimentación y de la observación.

Actividad 4. Diseño de la investigación

Entonces, si queremos ser científicos ¿qué podemos hacer para comprobar que nuestras hipótesis son ciertas? Fase de experimentación. Vamos a diseñar una serie de experiencias encaminadas a corroborar o descartar las hipótesis formuladas.

- La semilla necesita agua para germinar
- La semilla necesita luz para germinar
- La semilla necesita aire para germinar
- La semilla necesita tierra para germinar
- La semilla necesita una cierta temperatura para germinar

Para preparar las experiencias, necesitamos semillas sin tratar. Una idea es que los alumnos traigan sus propias semillas de casa. Puede darse el caso que en las casas de los alumnos no haya o que se les olviden. Además, pueden traer semillas tratadas que no van a germinar, por lo que he optado por llevar yo misma las semillas.

En el aula, cada grupo podrá observar con lupa sus semillas y abriremos alguna por la mitad para ver cómo son por dentro. Se dibujará lo observado.

Actividad 4.1. Complementaria

Se propone a los alumnos que traigan de casa semillas de lo que quieran para exponerlas en clase. De cada tipo de semilla, lo ideal es que haya una por grupo, para que puedan hacer una clasificación en el cuaderno de campo. Si no, se pueden pegar en una cartulina con su nombre. Pero esta actividad depende del tiempo disponible y de la aprobación de la tutora.

EXPERIENCIA 1. La semilla necesita agua para germinar

- Hipótesis: La semilla necesita agua para germinar.

- Materiales necesarios:

- Semillas

- Algodón

- Vasos de plástico transparente

- Regla

- Agua

- Protocolo a seguir: Un grupo dispone de tres vasos de plástico numerados donde van a colocar una semilla entre algodón, de forma que se pueda ver a través del plástico.

- El vaso 1 será regado tres veces al día.

- El vaso 2 será regado una vez al día.

- El vaso 3 no será regado.

Tras una semana, mediremos el crecimiento de las raíces con una regla.

- Conclusión: La humedad influye en la germinación de la semilla. Por tanto, se cumple que la semilla necesita agua o humedad para germinar, pero en cantidades moderadas.

- Explicación: Para que una semilla germine, es necesaria una cierta humedad. Además, el agua contiene oxígeno, necesario para la respiración de la semilla.

EXPERIENCIA 2. La semilla necesita luz para germinar

- Hipótesis: La semilla necesita luz para germinar

- Materiales necesarios:

- Semillas

- Tela negra

- Vasos de plástico transparente

- Cuerda o hilo de bramante

- Algodón

- Regla

- Agua

- Protocolo a seguir: El grupo dispone de dos vasos, en los que plantaremos la semilla como en la experiencia anterior, solo que humedeciendo con agua. Uno de los vasos se dejará a la luz y el otro será cubierto y asegurado con una tela negra e hilo de bramante. Los vasos serán regados cada día. El vaso cubierto no se destapará, sino que se introducirá el agua a través de la tela. Al cabo de una semana, se compararán ambos vasos y se medirá la raíz con una regla.

- Conclusión: Ambas semillas han germinado de la misma manera, por tanto, la semilla no necesita luz para germinar.

- Explicación: La semilla contiene en su interior los nutrientes necesarios para la germinación. La luz es un nutriente necesario para la fotosíntesis pero como ni la semilla ni la raíz hacen la fotosíntesis, no es necesaria la luz para que la semilla germine.

EXPERIENCIA 3. La semilla necesita aire para germinar

- Hipótesis: La semilla necesita aire (oxígeno) para germinar.

- Material necesario:

- Semillas

- Arcilla

- Vasos de plástico transparente

- Agua

- Algodón

- Regla

- Protocolo a seguir: El grupo dispone de dos vasos. En el primero, se coloca la semilla con algodón y se humedece. En el segundo, se coloca la semilla pegada a la pared y se añade la arcilla humedecida, apretando bien. Trascorrida una semana, se compararán ambos vasos y se anotarán los datos obtenidos.

- Conclusión: Las semillas plantadas en arcilla no han germinado. La arcilla es un material que no permite el paso del aire, por lo que la semilla no tenía oxígeno. Por tanto, la semilla necesita oxígeno para germinar.

- Explicación: La semilla necesita oxígeno para obtener la energía necesaria para el crecimiento.

EXPERIENCIA 4. La semilla necesita tierra para germinar

- Aclaración: Esta hipótesis tiene que ser realizada a la vez que las demás porque si no, se respondería sola a la luz de los datos obtenidos en las experiencias anteriores. Igualmente, los alumnos pueden conocer diferentes tipos de sustratos.

- Hipótesis: La semilla necesita tierra para germinar.

- Material necesario:

- | | |
|----------------------------------|---------|
| - Semillas | - Arena |
| - Vasos de plástico transparente | - Agua |
| - Algodón | - Regla |
| - Tierra | |

- Protocolo a seguir: Se dispondrán las semillas en cuatro vasos de plástico numerados y se cubrirán de la siguiente manera:

- El vaso 1, con algodón
- El vaso 2, con tierra
- El vaso 3, con arena

Los vasos serán regado con regularidad. Después de una semana, compararemos los vasos y mediremos las raíces.

- Conclusión: Las semillas han germinado de forma parecida pero después, no se han desarrollado de la misma manera. La semilla plantada en arena no ha llegado a desarrollarse del todo pero sí la del algodón hasta un cierto punto.

- Explicación: La semilla contiene en su interior los nutrientes necesarios para poder germinar. Pero una vez se abre, sale la raíz, encargada de recolectar los nutrientes del medio en el que se encuentre. Por ejemplo, el humus es un material rico en nutrientes, por lo que es un medio apto para el cultivo.

EXPERIENCIA 5. La semilla necesita una cierta temperatura para germinar

- Hipótesis: La semilla necesita una cierta temperatura para poder germinar.

- Material necesario:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| - Semillas | - Agua |
| - Vasos de plástico transparente | - Regla |
| - 2 Vasos de cristal apto para horno | - Frigorífico con congelador |
| - Algodón | - Horno |

- Aclaración: Esta actividad será desarrollada por mí misma en mi casa por razones logísticas y de seguridad. Pero se registrará con una cámara los pasos de la experiencia y se expondrán en clase antes de comparar los resultados obtenidos.

- Protocolo a seguir: Se disponen las semillas en seis vasos de plástico y dos de cristal aptos para horno.

- 2 vasos de plástico son introducidos en el frigorífico.
- 2 vasos de plástico, en el congelador.
- 2 vasos de plástico, a temperatura ambiente.
- 2 vasos de cristal, en el horno a 70°C durante media hora.

Tras una semana, se compararán los vasos y mediremos el crecimiento de las raíces.

- Conclusión: En nuestro caso, sólo han germinado aquellas semillas a temperatura ambiente, por lo que ésta influirá en la germinación, de forma que no son favorables las condiciones extremas.

- Explicación: La temperatura influye en el proceso de germinación de la semilla por cuanto influye en la velocidad de las reacciones bioquímicas que se dan durante tal proceso. Por tanto, para la germinación, son necesarias unas temperaturas máximas y mínimas que variarán dependiendo de

cada tipo de semilla, si bien, la temperatura media en la región mediterránea es entre los 15 y los 20°C.

Actividad final tras las experiencias: Puesta en común de los resultados obtenidos y anotación con dibujos en el cuaderno de campo.

Actividad 5. Elaboración del informe de la investigación

Esta actividad consiste en la elaboración de un póster acerca de la semilla, con su proceso de germinación y las condiciones necesarias para que se produzca. Se realizará un póster por grupo y los alumnos tendrán que ponerse de acuerdo para realizarlo. En el póster figurará:

- Título del póster
- Nombres de los miembros del grupo
- El proceso de crecimiento de la planta
- Condiciones necesarias para el proceso de germinación o factores influyentes en él
- Dibujo del proceso de germinación de la semilla.
- Conclusión final del grupo

Actividad 6. Somos científicos (actividad complementaria si el tiempo lo permite)

Puesto que hemos llevado a cabo una investigación siguiendo las fases dadas por el método científico, podemos decir que somos científicos. ¿Por qué? Por que científico es aquel que se hace preguntas y diseña y desarrolla experiencias para resolver esas dudas. Entonces, somos científicos. Pero, ¿cuál es la estética de un científico?

Lo ideal es buscar en la red información acerca de cómo es un científico y lo que necesita para hacer ciencia. Lo cierto es que tenemos que llegar a la conclusión de que no hay una estética en sí, porque cualquiera puede ser científico. Pero, para motivar a los alumnos, vamos a disfrazarnos de científicos de laboratorio para presentar los pósters en clase. ¿Por qué? Por que estos alumnos son muy jóvenes y presupongo que no han tenido la oportunidad de expresarse suficientemente en público. A partir de esta actividad, se podrán desinhibir y tener más confianza. La estética que busco

es la de convertirse en pequeños Einsteins con bolsas de plástico blancas y gafas de cartulina.

Actividad 7. ¿Qué usan los científicos? (Actividad complementaria si el tiempo lo permite)

Puede ser que, por cuestiones de tiempo, no se pueda realizar esta actividad pero es interesante para estimular la palabra y la argumentación entre los alumnos.

En una caja, tenemos diferentes objetos que los alumnos no pueden ver. Cada uno, por turnos, se acercan a la caja y sacan un objeto sin verlo previamente. La actividad consiste en nombrar el objeto y explicar para qué sirve. Los alumnos lo apuntarán en un papel de forma individual, con su nombre y se añadirá al cuaderno de campo.

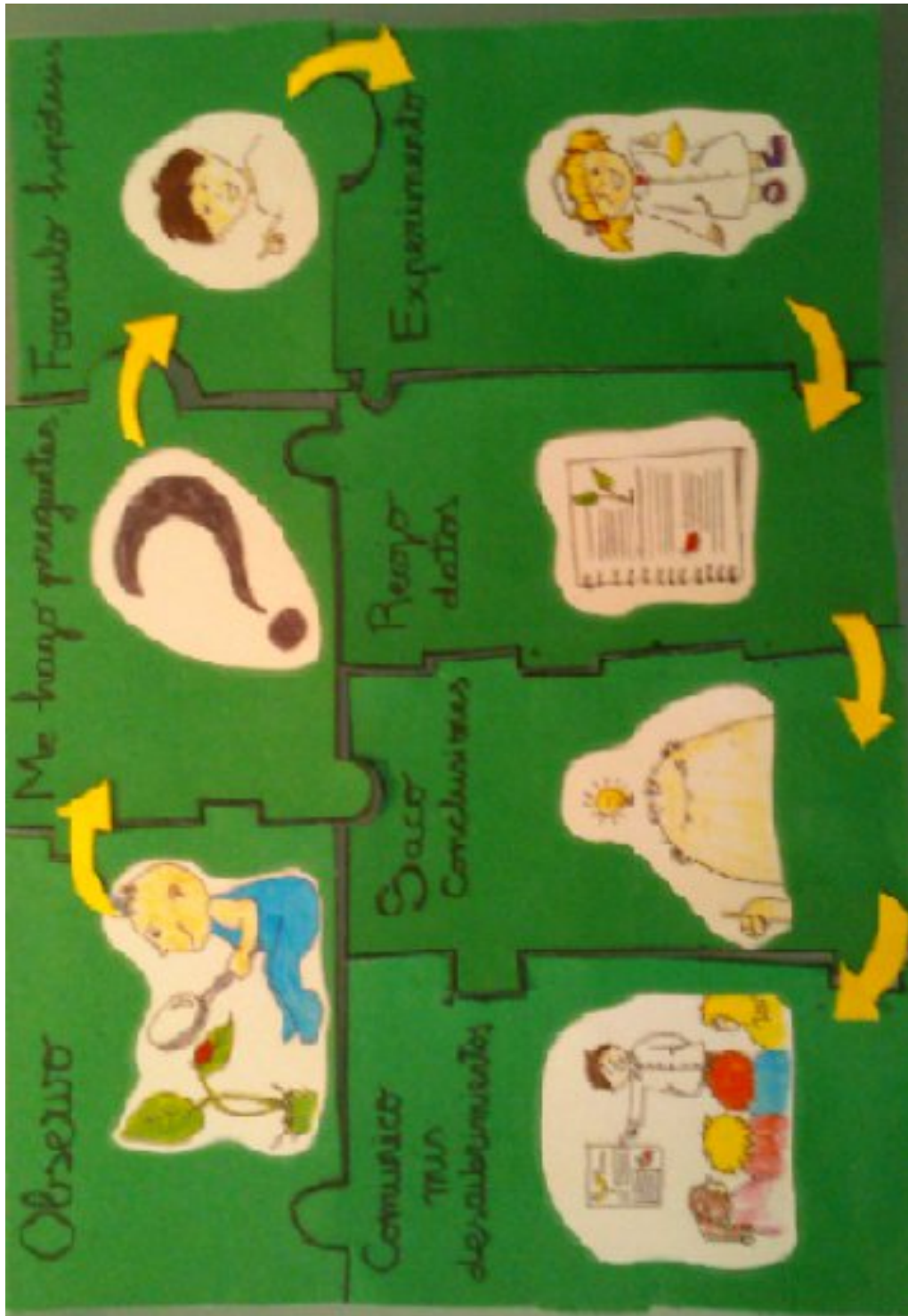
Actividad 8. Comunicación de los datos obtenidos

Esta es la actividad considerada como evaluación final de la secuencia.

Una vez elaborados los pósters con toda la información obtenida de la investigación, cada grupo se organizará para la presentación. Es importante que todos los miembros participen y se ayuden en caso de quedarse en blanco en algún momento. La actitud del maestro deberá ser aquella que fomente un clima de confianza en el aula.

Tras cada presentación, se puede dejar un pequeño espacio para preguntas y sugerencias. Muy importante, puesto que los alumnos se han involucrado en la investigación y han trabajado muy bien, se despedirá a cada grupo con un aplauso.

ANEXO 2. El Puzle.



ANEXO 3. FICHA SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO.²

¿Qué tienen en común un niño pequeño y un científico aeroespacial?



Los dos observan detenidamente el mundo y se preguntan ¿por qué?

- ¿De dónde viene la lluvia?
- ¡Guau, mira qué bicho tan grande!
- ¿Por qué echas leche al café?
- ¿Por qué ha salido el arco iris después de la lluvia?

Aunque no tenemos todas las respuestas, sí podemos diseñar experimentos que nos lleven a descubrirlas. Observa los insectos, recolecta piedras... ¡Piensa como un verdadero científico! Los científicos usan muchos tipos de materiales y herramientas en sus laboratorios para sus experimentos y descubrimientos pero, ¿se puede hacer ciencia sin laboratorio? ¡Claro que sí! ¿Por dónde empezar? ¿Alguna vez te has puesto a observar lo que ocurre a tu alrededor?

- ¿Qué colores observo a mi alrededor? ¿Qué sonidos puedo oír?
- ¿Qué árboles son de hoja caduca? ¿Y cuáles son de hoja perenne?

Después de la observación, surgen las preguntas y aquí llega lo más importante: el científico no sólo observa y se hace preguntas. El científico, además, ¡busca las respuestas! Esto es tan importante para los científicos que incluso tienen una forma especial de hacerlo. Se llama el **método científico** y sigue los siguientes pasos:

- 1- **Observa** el mundo que le rodea y se hace **preguntas**
- 2- Piensa en respuestas a esas preguntas, formula **hipótesis**
- 3- **Experimenta** y mira qué ocurre, **recoge datos** de los experimentos
- 4- Saca **conclusiones** sobre lo que ha descubierto
 - Observa y pregunta de nuevo o formula nuevas hipótesis
- 5- **Organiza** la información que tiene
- 6- **Comunica** los descubrimientos

Tú también puedes ser un científico, siempre y cuando sigas este método. Observa detenidamente a tu alrededor. ¿Has encontrado algo sobre lo que te gustaría investigar? Anótalo.



² Ficha de lectura escrita y diseñada por Patricia Viñes Triviño para la introducción al método científico.

Colorea y firma



Fecha: _____ Nombre: _____

Colorea y firma





Fecha: _____ Nombre: _____


ANEXO 4. FICHA SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO PARA COMPLETAR. EJEMPLO DE UNA FICHA HECHA CORRECTAMENTE Y OTRA CON FALLOS.


Nombre: Alejo Marijuán Pérez


Contesta: ¡Recuerdas los pasos que damos cuando seguimos el método científico?


 Observo


 Hago preguntas

 Formulo hipótesis

 Experimentos


 Recojo datos


 Saco conclusiones


 Comunico mis descubrimientos.


Nombre: Sara


Contesta: ¡Recuerdas los pasos que damos cuando seguimos el método científico?


 Ojos Observo


 Hago (hipótesis) preguntas

 Formulo (credo) hipótesis

 Explico Experimentos

 Recojo datos

 Saco conclusiones

 Comparto mis descubrimientos.

Cuaderno de Campo



Grupo Luz

Suavis, 20 Marzo

Plantamos las semillas

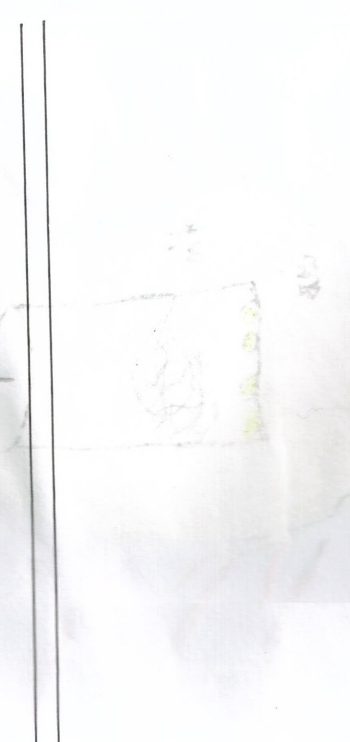


curriculum

curso de

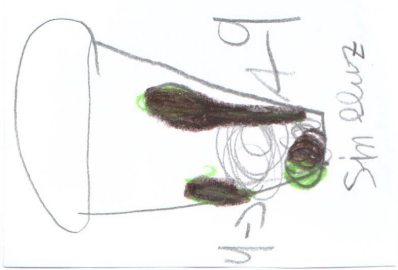
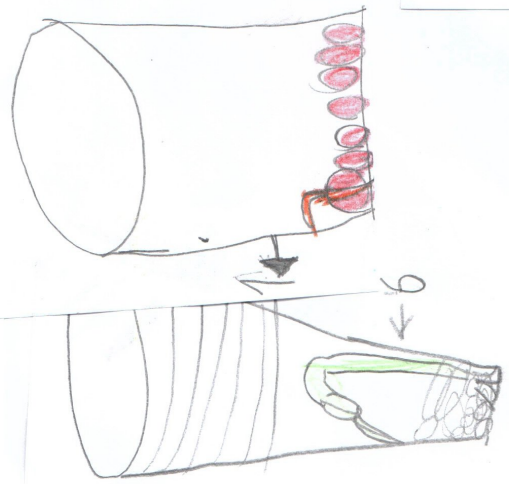
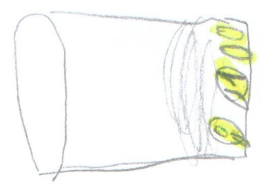
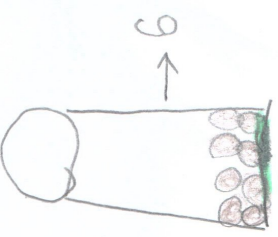
Hipótesis:

Necesitan luz para vivir.

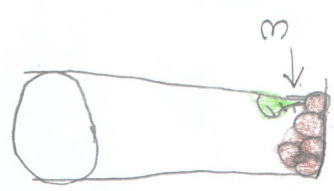
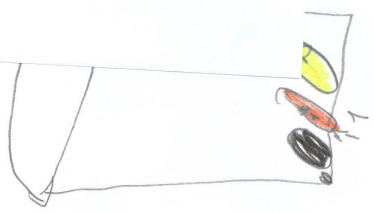
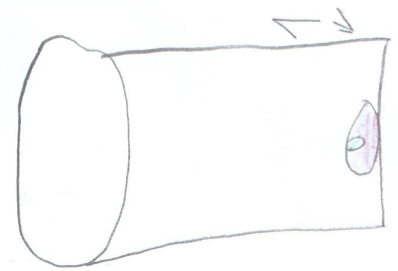
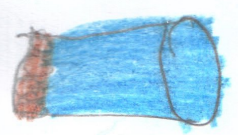


suaves

Viernes, 28 de marzo



Martes, 25 marzo



¿Qué diferencias encontrarais entre las plantas que reciben luz y las que no reciben? Escríbelo.

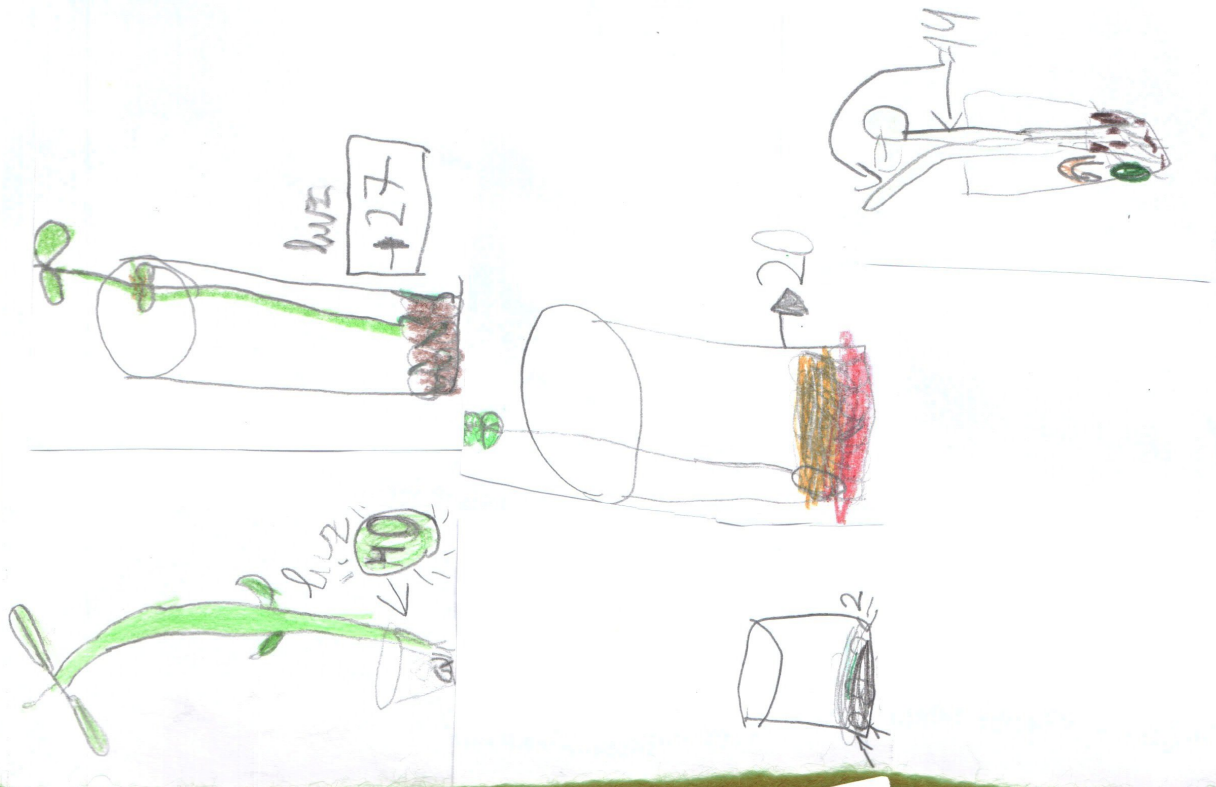
La planta de Mateo, David y Lalo

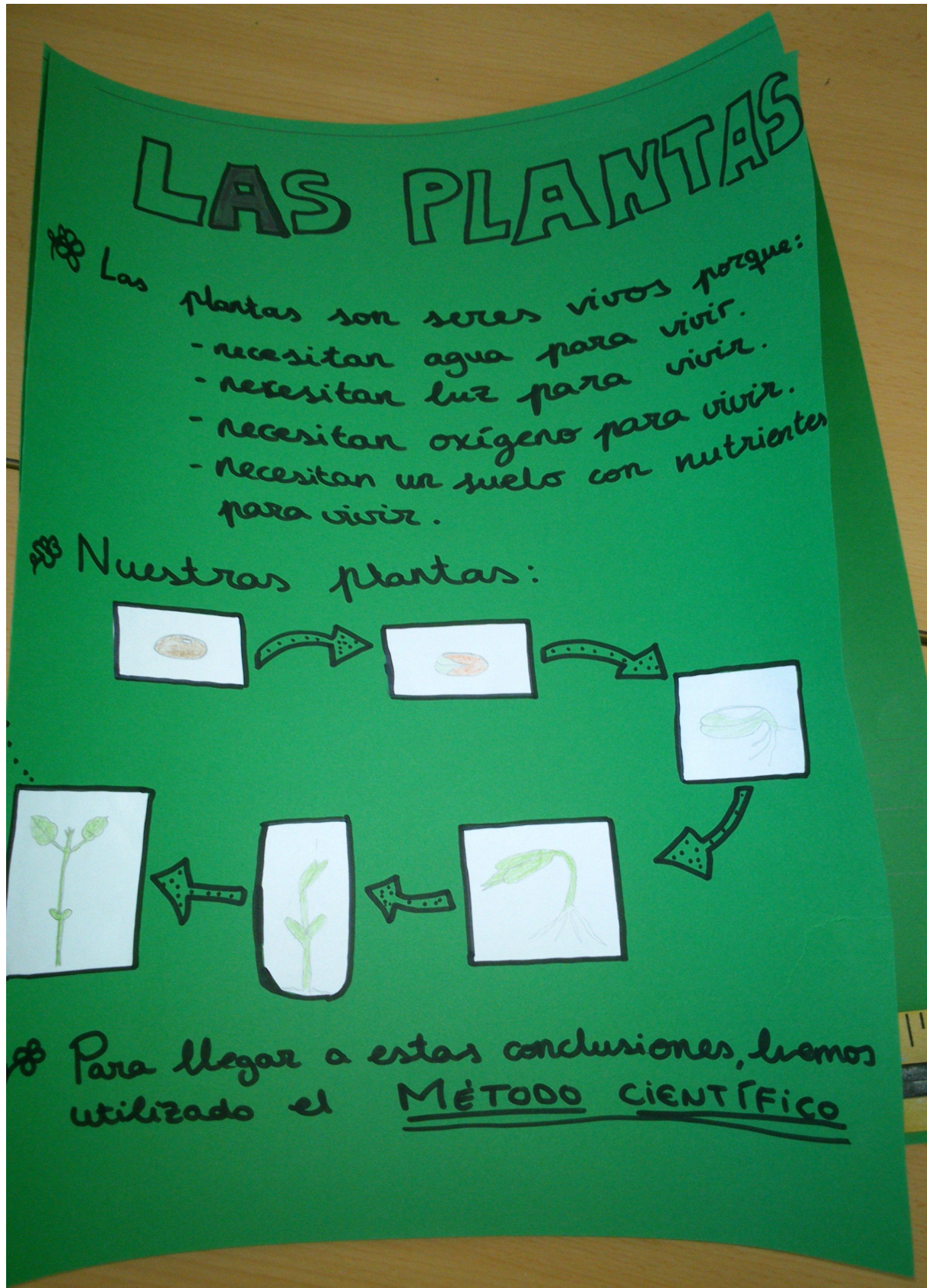
Son **h**eridas y **o**tan de color

verde, la de Sergio **o**esta **o**de color

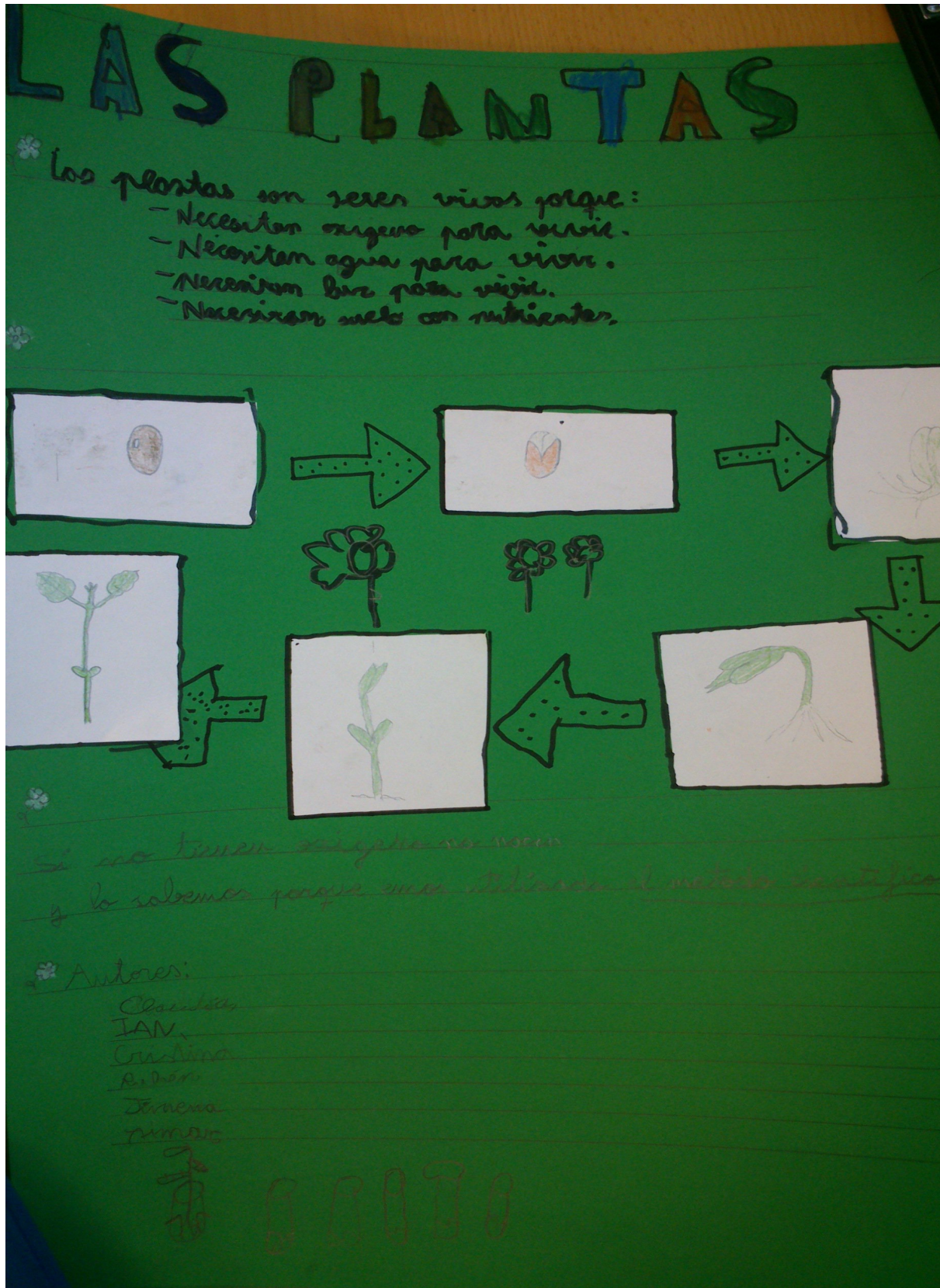
blanca y **o**tan de **o**color **o**verde

mateo





ANEXO 7. EJEMPLO DE PÓSTER DE UNO DE LOS GRUPOS A MODO DE INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.



ANEXO 8. TRANSCRIPCIÓN DE LA GRABACIÓN DE LA PRESENTACIÓN DE UNO DE LOS GRUPOS DE SU INFORME FINAL.

Cada grupo fue presentado como un grupo de científicos y se les hizo una serie de preguntas para guiarles en la presentación. A continuación, se muestra la transcripción de una de las presentaciones, concretamente la del grupo Luz.

- *“Puede usted presentar a su grupo y como se llaman los miembros del equipo luz?”*
- *“S.V., D.M., S.M., M.M., y yo”. (S.P.)*
- *“¿Nos puede explicar que es lo primero que han escrito en el póster? ¿Qué necesitan las plantas? en qué consiste el primer apartado del póster?”*
- *“Necesitan luz para vivir, necesitan agua para vivir, necesitan oxígeno para vivir y nutrientes para vivir.” (M.M.)*
- *“¿Científico X, en qué consiste el segundo apartado del póster, qué son esos dibujos que tenéis ahí puestos?”*
- *“Son las plantas que cuando nacen, a poco a poco van creciendo.” (S.M.)*
- *“Muy bien y, después ¿qué habéis escrito?”*
- *“Que para llegar, debemos utilizar el método científico.” (SV)*
- *“¿Os ha gustado hacer el póster?”*
- *“Sí, mucho.” (Todos)*
- *“¿Habéis trabajado en equipo?”*
- *“Sí”*
- *“¿Os habéis comunicado?”*
- *“Sí.” (Todos)*
- *“¿Habéis discutido?”*
- *“No... bueno... un poquito.” (Todos)*
- *“Un poquito... pero por cosas para la organización, ¿verdad?” (Asienten con la cabeza)*
- *“¿Os ha gustado la experiencia? ¿Repetiríais?”*
- *“¡Sí!” (Todos)*