



IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una revista en formato digital que publica artículos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje, a través de Internet y bajo la licencia Creative Commons.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una publicación seriada, gratuita y libre de ser impresa que cada seis meses divulga artículos científicos, propuestas didácticas y artículos de opinión sobre cuestiones relativas al mundo de la didáctica.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, asume como objetivo principal la difusión del conocimiento pedagógico y de metodologías didácticas que favorezca la expansión de prácticas de educativas efectivas.

IKASTORRATZA, e-Revista de Didáctica, es una revista bilingüe, abierta a propuestas de autores y autoras que deseen publicar trabajos inéditos tanto en euskara como en castellano.

IKASTORRATZA. Didaktikarako e-aldizkaria

IKASTORRATZA. e-journal on Didactics

IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica

ISSN: 1988-5911 (Online) Journal homepage: <http://www.ehu.es/ikastorratza/>

El conocimiento del ciclo del agua en el segundo ciclo de Educación Primaria

María Guerrero Valle

maria.guerrero.valle@gmail.com

To cite this article:

Guerrero, M. (2017). El conocimiento del ciclo del agua en el segundo ciclo de Educación Primaria. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 17, 20-44. Retrieved from http://www.ehu.es/ikastorratza/18_alea/2.pdf

To link to this article:

http://www.ehu.es/ikastorratza/18_alea/2.pdf

Published online: 20 Jun 2017.

El conocimiento del ciclo del agua en el segundo ciclo de Educación Primaria

María Guerrero Valle

maria.guerrero.valle@gmail.com

Resumen

El agua tiene una gran importancia e influencia en nuestras vidas y en nuestro planeta. En este trabajo se presenta una investigación sobre el conocimiento sobre el ciclo del agua en el segundo ciclo de la Educación Primaria. Para el estudio, se ha realizado en dos centros de Primaria un cuestionario sobre lluvia que recoge los conceptos claves para una comprensión básica del mecanismo de la lluvia como del ciclo del agua, junto con un dibujo sobre la lluvia. La investigación pone de manifiesto que el grado de conocimiento sobre el ciclo del agua de los estudiantes es alto, pero se trata de un conocimiento incompleto y, en algunas ocasiones, erróneo. Después de reflexionar sobre los resultados obtenidos, se propone la implicación educativa necesaria para mejorar dichos resultados.

Educación científica, grado de conocimiento, diferencias, ciclo del agua, Educación Primaria

Laburpena

Urak gure bizitzan eta planetan oso garrantzi handia du. Lan honetan, ikerketa bat egin da Lehen Hezkuntzako bigarren zikloan, umeen ura zikloaren ezagutzaren inguruan. Ikerketarako, Lehen Hezkuntzako bi ikastetxetan mekanismoa eta ura zikloaren oinarriko ezagutzak biltzen dituen galdetegia eta euriari buruzko marrazki bat egin da. Ikerketak umeen gai honetan duten ezagutza maila islatzen du. Ezagutza honek gabeziak ditu eta, batzuetan, ez da zuzena. Emateei buruz gogoeta egin eta gero, emaitzak hobetzeko behar den heziketa-inplikazioa proposatzen da.

Heziketa- zientifikoa, ezagutza maila, aldeak, uraren zikloa, Lehen Hezkuntza

Abstract

The importance and influence of water on our lives and planet is significant. This project holds an investigation related to the knowledge on the topic of the water cycle in the secondary cycle of Primary Education. The study was carried out by a questionnaire about rainfall in two primary schools, which covers all the basic and fundamental concepts of rainfall and the water cycle, helped with pictures that facilitate the comprehension. After collecting all the data, it can be said that the knowledge in the subject is high, but incomplete, and sometimes, incorrect. Accordingly, this study suggests that an educational effort is necessary to improve the results in this field.

Education, knowledge, natural phenomena, cycle of water, early education

Introducción

El ciclo del agua es un tema de vital importancia a trabajar en el aula. Se trata de un proceso que tiene gran importancia e influencia en nuestro planeta. La Tierra es un sistema que está en continuo cambio, formada por un conjunto de subsistemas (hidrosfera, atmósfera, geosfera y biosfera) en el que en todos ellos está presente el agua y, además, se trata de una de las razones de los cambios que se producen en ella. Por ello, se debe conocer y comprender dicho ciclo para poder, así, entender mejor el lugar dónde vivimos, la Tierra, y los sucesos que ocurren en ella. El ciclo del agua, aparte de tener una gran influencia en el planeta, también posee importancia en nuestras vidas ya que la existencia de agua líquida hizo posible la aparición de la vida. Por consiguiente, es conveniente conocer el ciclo del agua. Desde el punto de vista del currículum, este contenido tiene un gran poder transversal ya que es un concepto con el que se puede establecer numerosas conexiones con otros temas de importancia en nuestra sociedad, tales como la problemática que hoy en día nos atañe sobre la escasez de su existencia y la desigualdad en su repartición entre los países. Por lo tanto, es necesario contar con una formación completa sobre el agua para luego poder desarrollar, por un lado, una actitud crítica ante el binomio sociedad y agua y, por otro lado, proponer posibles soluciones.

En conclusión, el ciclo del agua es el pilar fundamental para desarrollar otros conocimientos relativos al agua. Así lo defiende también Reyero, Calvo, Vidal, García y Morcillo (2007) quienes afirman que son muchos los contenidos que hay que saber sobre el agua y el ciclo del agua es la base de todos ellos.

En el siguiente trabajo se detalla la investigación llevada a cabo en el segundo ciclo de la Educación Primaria para medir y determinar las posibles diferencias entre el alumnado de diferente curso escolar y entre sexos en el conocimiento científico sobre el ciclo del agua.

En el trabajo se presenta el proceso llevado a cabo para realizar la investigación. En primer lugar, se define el marco conceptual en el que se centra o fundamenta la investigación. En segundo lugar, aparecen los objetivos generales y específicos del estudio. En tercer lugar, la metodología utilizada.

En este apartado se expresarán el tamaño de la muestra y sus características, el procedimiento llevado a cabo para obtener los permisos de realización de la investigación en los centros escolares, para la construcción y realización de las entrevistas y para el análisis de los datos. En tercer lugar, se detallan los resultados obtenidos organizados en función de las variables del estudio. En cuarto lugar, y por último, se desarrollan las conclusiones del trabajo.

1. Marco teórico y conceptual

El agua tiene una gran importancia en nuestro planeta y en nuestras vidas. De esta manera, constituye la hidrosfera, está presente en todos los demás subsistemas de la Tierra (atmósfera, geosfera y biosfera) teniendo en ellos una gran influencia, es el componente mayoritario de los seres vivos, es un gran disolvente, es un medio para el transporte de sustancias, cumple un papel significativo en la geología ya que es el principal agente externo en los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación, etc. La importancia del agua en la Tierra es tan evidente que se reconoce la necesidad de estudiarlo a lo largo de la Educación Obligatoria (Pedrinaci, 2014).

De esta forma, por un lado, dentro del Decreto 97/2010, de 30 de marzo, por el que se modifica el Decreto que establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco el tema del agua se trata a lo largo de todos los cursos de la Educación Obligatoria a través del área Conocimiento del medio natural, social y cultural. Está integrado en el bloque 1 de contenidos: El entorno y su conservación y se articula a través del siguiente subcontenido: El ciclo del agua. Observación y comprobación de los estados físicos del agua. Valoración del agua como un bien escaso y uso racional de la misma.

Por otro lado, en lo que atañe al Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco, el tema del agua no aparece de forma explícita, pero se le otorga un tratamiento transversal ya que está presente en varios bloques de contenidos tales como el Bloque 3: los seres vivos y el Bloque 4: materia y energía. El Bloque 3 se centra en el conocimiento y

características de los seres vivos, ecosistemas y sus relaciones, que promuevan actitudes de respeto y cuidado del entorno. El Bloque 4, por el contrario, incluye los contenidos relacionados con los fenómenos físicos, las sustancias, los cambios físicos y químicos, las fuentes de energía y el uso racional y sostenible de los recursos.

Por lo tanto, el ciclo del agua constituye uno de los contenidos esenciales en cualquier currículo de ciencias debido a ser calificado como uno de los ciclos más importantes en la naturaleza. La importancia de su estudio se debe a que, por un lado, se puede llegar a comprender numerosos aspectos de nuestro planeta, es decir, alcanzar un conocimiento significativo en las ciencias de la Tierra y, por otro lado, la influencia del agua en la vida convierte la comprensión del ciclo en un pilar fundamental para entender, razonar y tomar decisiones ante cualquier cuestión relacionada con la sociedad y el agua (Reyero et al., 2007).

Esta importancia ha sido sustentada por numerosas entidades científicas tales como American Geophysical Union, National Science Foundation, la American Assosiation for the Advancement of Sciencie, National Oceanic and Atmospheric Administration (Alambique, 2011). Todos ellos proponen que un conocimiento adecuado en ciencias de la Tierra se debe basar en la compresión del planeta como un sistema integrado por múltiples componentes y procesos. Esta idea se traduce en comprender los conceptos y procesos fundamentales de la Tierra, saber buscar y valorar información sobre ella, comunicar sobre ciencias de la Tierra de forma significativa y ser capaz de tomar decisiones fundamentadas y responsables sobre la Tierra y sus recursos. Dentro de los conceptos y procesos fundamentales que se deben conocer, con relación al el NSF (2009) propone nueve grandes ideas:

1. La comunidad científica que se encarga del estudio de la Tierra usan observaciones repetibles e ideas verificables para comprender y explicar nuestro planeta.

2. La Tierra tiene 4.6000 millones de años.

3. La Tierra es un sistema complejo de interacción entre las rocas, el agua, el aire y la vida.
4. La Tierra está cambiando continuamente.
5. La Tierra es el planeta del agua.
6. La vida evoluciona en una Tierra dinámica y continuamente la modifica.
7. La humanidad depende de los recursos de la Tierra.
8. Los riesgos naturales suponen peligros para los seres humanos.
9. La humanidad altera considerablemente la Tierra.

Entre estas ideas, la gran idea 3 y 5 aluden al concepto del agua. La idea 3 sustenta que los subsistemas que conforman la Tierra son la geosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera y que todos los procesos de la Tierra son el resultado de flujos de energía y ciclos (como por ejemplo el ciclo del agua). Estos flujos y ciclos producen cambios químicos y físicos en la Tierra y en los organismos (Pedrinaci, 2011). La gran idea 5, por el contrario, resalta la relevancia del agua en nuestro planeta y se sustenta en las siguientes subideas: la importancia que tiene para la vida y su intervención tanto en los procesos geológicos externos como en los procesos internos..

A la vista de los contenidos del currículum (BOPV 2015 y 2010) se puede afirmar que el alumnado es competente en la dinámica y la problemática del agua. Sin embargo, se tiene conocimiento de que al trabajar el ciclo del agua en el aula se hace de manera incompleta y, en muchos casos, incorrecta (Arnedo Hernández, 2014). Numerosos estudios realizados demuestran que la población tiene una gran cantidad de errores conceptuales e ideas alternativas sobre el ciclo del agua. Por lo tanto y partiendo de esta base, se alcanza la edad adulta sin un conocimiento ni claro ni completo ni correcto sobre el agua y las transformaciones que el ser humano produce en el ciclo del agua (Arnedo Hernández, 2014).

El tema del agua es particularmente complejo ya que se trata de un contexto en el que se relacionan numerosos factores naturales, culturales, económicos,

históricos y emocionales. Por consiguiente, a la hora de estudiar el ciclo del agua hay numerosas limitaciones, entre las que destacan la complejidad de los contenidos, cuyo estudio exige un gran nivel de abstracción y las dificultades de comprensión de los diferentes procesos implicados. Asimismo, el alumnado, en general, cuenta con numerosos obstáculos a la hora de imaginar y reflexionar sobre los procesos no visibles del ciclo, así como a la hora de comprender que se trata de un modelo dinámico, el cual es necesario conocer para llegar a entender la Tierra como sistema (Arnedo Hernández, 2014; Reyero et al., 2007).

Además, las ideas previas del alumnado acerca del ciclo hidrológico no favorecen un aprendizaje correcto de las fases o etapas que lo definen. Los estudiantes, entienden el ciclo del agua como un proceso lineal y unidireccional en el que no hay subciclos. Igualmente, conciben, por un lado, la evaporación como un proceso que sólo ocurre en las zonas oceánicas y, por otro lado, conciben la precipitación como un fenómeno que solo se da en las zonas continentales. Entre otras de las muchas ideas previas del alumnado destacan: creen que las nubes están formadas de vapor de agua, no hacen referencia a el papel de los seres vivos en el ciclo del agua, las relaciones entre los elementos, y procesos del ciclo son escasas, hay una ausencia importante en relación a las fases y procesos no visibles. La fase subterránea no se contempla y en caso de que aparezca se trata de aguas aisladas del ciclo, las cuales no tienen ninguna relación con alguna fase del dicho ciclo (Reyero et al., 2007).

Estas ideas que los alumnos y alumnas tienen es debido, en gran parte al tipo de recurso didáctico utilizado en el aula a la hora de trabajar el ciclo el agua: el libro de texto y las ilustraciones que les acompañan. Muchos estudios, como el realizado por Reyero et al. (2007), han demostrado que en los primeros niveles de enseñanza las ilustraciones que aparecen en estos libros de texto son erróneas u obvian numerosos conceptos, los cuales tienen una importancia relevante, es decir, aparecen errores conceptuales, simplificaciones, y omisiones de numerosos aspectos del ciclo.

Las ilustraciones que acompañan al texto escrito pueden cumplir una relevante función en diferentes aspectos: ayudan en la formación de modelos mentales, facilitando la comprensión de diversos contenidos; integran una gran cantidad de conceptos y crean por sí mismas situaciones de aprendizaje. Por lo tanto, es de gran relevancia cuidar las fotografías a utilizar en el aula (Reyero et al. 2007).

Además, para superar este tratamiento del ciclo del agua incompleto es necesario que todo docente conozca y comprenda, en primer lugar, la idea de ciclo, en segundo lugar, qué es el ciclo del agua y, en tercer lugar, las fases o etapas que lo conforman.

En definitiva, y como manifiesta el Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco, el área de Ciencias Naturales incluye conceptos, procedimientos y actitudes que favorecerán en el alumnado el conocimiento y una alfabetización científica que le ayudará a comprender e interpretar el mundo que le rodea, le capacitará para analizar, predecir, explicar los sucesos, fenómenos e informaciones y, de esta forma, podrá tomar decisiones fundamentales y responsables respecto a temas de interés personal y social como el medio ambiente, la salud o el uso adecuado de las tecnologías, entre otros.

2. Objetivos

El objetivo general de esta investigación se centra en determinar el conocimiento que posee una muestra de alumnado del 2º ciclo de Educación Primaria sobre el ciclo del agua.

Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

Analizar los elementos pictóricos de los dibujos realizados sobre el ciclo del agua por los participantes.

Estudiar el conocimiento sobre el ciclo del agua a través de un cuestionario semi-abierto.

Examinar las posibles diferencias sobre el conocimiento del ciclo del agua, por un lado, entre el alumnado de diferente curso escolar y, por otro lado, entre los niños y niñas.

El propósito final de este trabajo es aportar evidencias que puedan resultar útiles para entender cómo el alumnado de Educación Primaria comprende los fenómenos atmosféricos y su relación con otros conceptos de los ámbitos de la física y la química.

3. Metodología

3.1 Muestra

La muestra analizada está formada por 97 participantes (55 chicos y 42 chicas) todos ellos pertenecientes al segundo ciclo de Educación Primaria. Las edades del ciclo están comprendidas entre 8 y los 10 años. El 51% ($N=49$) se encuentran en el primer curso del segundo ciclo (8-9 años) y el 49% ($N=48$) en el curso final del segundo ciclo (9-10 años).

Esta muestra ha sido obtenida de dos centros de Primaria, localizados en la Comunidad Autónoma del País Vasco, en Meatzaldea- Zona Minera de Vizcaya.

3.2 Procedimiento

3.2.1 Fase previa: obtención de permisos

A continuación se detalla el procedimiento utilizado para presentar el proyecto de investigación a los centros escolares y recabar los correspondientes permisos.

En primer lugar, se les proporcionó a los directores de cada uno de los centros una carta de presentación del trabajo. En segundo lugar, se concretó una cita con el equipo directivo de cada centro para explicar el proyecto y acordar los días, las horas y el lugar de ejecución de las entrevistas. En tercer lugar, se solicitó las autorizaciones para realizar las entrevistas. En uno de los centros, el permiso fue gestionado por el equipo directivo. En el segundo centro, el

permiso fue solicitado directamente a los padres y madres por la autora de este trabajo.

3.2.2 Fase de desarrollo: Entrevistas

En este punto se concreta diversos aspectos procedimentales del estudio, en concreto: el proceso llevado a cabo para realizar las entrevistas, la duración y contenido de las mismas, y, por último, la fecha y lugar de realización de las entrevistas.

El procedimiento llevado a cabo para realizar el estudio se ha centrado en entrevistas individuales con los participantes de la muestra de unos 10-15 minutos de duración. Antes de las mismas, se acudió a cada clase para explicar y poner en contacto a los niños y niñas con la tarea que deberían de realizar en los próximos días.

Para seleccionar el protocolo utilizado al desarrollar los encuentros se han tomado como punto de referencia dos estudios sobre el mismo tema llevados a cabo por Villarroel (2012) y Villarroel y Ros (2013), en los que se involucra a niños y niñas de pequeña edad en comprender conceptos científicos. A partir de estos trabajos se diseñó el siguiente protocolo de trabajo:

La primera parte del encuentro consistió en una fase de motivación en la que se le recordó al alumnado el objetivo de la actividad. Asimismo, la metodología utilizada en la entrevista para aumentar la cooperación de los participantes se focalizó en contar al alumnado que se necesitaba su ayuda. Esta ayuda se basa en utilizar sus conocimientos para que otros niños y niñas, quienes no entienden el concepto de lluvia, logren llegar a entender qué es, el proceso de formación, etc. En consecuencia, se resaltó la necesidad de realizar tanto las preguntas como el dibujo con interés.

La segunda parte de la sesión, consistió en un diálogo semi-estructurado formado por una serie de preguntas expuestas en la tabla 1. Para realizar el cuestionario semi-abierto se han tomado como punto de partida otros estudios realizados sobre el mismo tema: la comprensión o conocimiento de los niños y niñas sobre el fenómeno de la precipitación (Villarroel, 2012; Villarroel & Ros, 2013). Las preguntas recogen los aspectos más relevantes sobre una

compresión básica tanto del mecanismo de la lluvia como del ciclo del agua. Estas preguntas se han dividido en dos tipos: preguntas de introducción y preguntas informativas. Las preguntas de introducción tienen la finalidad de dar comienzo al cuestionario; por lo tanto, no se han utilizado para extraer datos. Las preguntas informativas, por el contrario, son cuestiones utilizadas para registrar los conocimientos de los participantes muestran sobre el tema a tratar.

Tabla 1. Descripción de las preguntas utilizadas durante la entrevista sobre la lluvia, de acuerdo con los trabajos de Villarroel (2012) y Villarroel y Ros (2013).

Pregunta	Objetivo de la pregunta
¿Alguna vez has visto la lluvia?	Introducción
¿De qué está formada la lluvia?	Informativa
¿De dónde viene la lluvia?	Informativa
¿A dónde va la lluvia después de caer?	Informativa
A veces, después de llover se forman charcos; pero cuando pasa un tiempo desaparecen. ¿Por qué desaparecen?	Informativa
¿Alguna vez has visto las nubes?	Introducción
¿De qué están formadas las nubes?	Informativa

Saçkes, Flevarosa y Trundle (2010) sostienen que “las preguntas planteadas están relacionadas con conceptos clave de los fenómenos vinculados a la lluvia: la relación entre lluvia y las nubes, el proceso que lleva a cabo la lluvia cuando cae en la superficie terrestre, las causas de la lluvia y, por último, la apreciación individual de la naturaleza.”

Una vez realizado el diálogo con las cuestiones correspondientes, se llevó a cabo la parte final de la entrevista, la cual se basó en realizar un dibujo de la lluvia. Para ello, se les ofreció a los participantes un papel y un lápiz y se les animó a que dibujarían todo aquello que saben relacionado con la lluvia. Para que la entrevista no fuera demasiado larga, no se les proporcionó lápices de colores para colorear los dibujos. Después de que los niños y niñas indicaran

que su dibujo estaba terminado, la realizadora del trabajo y el alumnado revisaron los elementos del dibujo, tomando notas de su significado.

Las entrevistas fueron realizadas durante el mes de noviembre y enero del curso 2015-2016; éstas se llevaron a cabo en la misma escuela (en un aula acomodada para ello) y dentro del horario escolar. El idioma empleado fue el euskera debido al perfil lingüístico de los centros. Los diálogos con los participantes no fueron grabados.

3.3 Análisis de los datos

En el siguiente apartado se especifica, por un lado, las variables del estudio y, por otro lado, el procedimiento utilizado, en primer lugar, para clasificar las respuestas conseguidas en la entrevista y, en segundo lugar, para recoger y analizar los resultados obtenidos tanto del cuestionario como de los dibujos.

El objeto de la investigación es medir las diferencias, por un parte, entre niños y niñas y, por otra parte, entre el alumnado de diferente curso en el conocimiento sobre el ciclo del agua. Por lo tanto, las variables independientes aluden al sexo y la edad, mientras que la variable dependiente concierne al método utilizado para recoger los conocimientos de los participantes sobre el ciclo del agua: el cuestionario y los dibujos.

Las respuestas del alumnado a las preguntas planteadas durante la entrevista y los elementos pictóricos dibujados por los participantes durante esta misma fueron clasificadas tomando como referencia dos investigaciones de Villarroel (2012) y Villarroel y Ros (2013). Las descripciones así como los ejemplos de esta clasificación se describen en las tablas 2 y 3.

En la tabla 2 se presenta la división o categorización por ítems de cada pregunta del cuestionario para la recogida de información así como los ejemplos de cada categoría. Esta categorización se basa en la subdivisión de los tipos de respuesta posibles ante las preguntas del cuestionario sobre la lluvia.

Tabla 2. Categorías de las respuestas encontradas en cada una de las preguntas del cuestionario sobre la lluvia conforme con los estudios de Villarroel (2012) y Villarroel y Ros (2013).

Pregunta	Categorías	Ejemplos de las respuestas dadas por los participantes
¿De qué está formada la lluvia?	Agua	“La lluvia está formada de agua.”
	Otras sustancias	“La lluvia está formada de gas.” “La lluvia está formada de vapor.”
	No sabe	“No sé de que está hecha la lluvia.”
¿De dónde viene la lluvia?	Nubes	“La lluvia viene de las nubes porque cae de ahí.” “La lluvia viene del cielo.”
	Cielo	“La lluvia viene del cielo.”
	Otros	“La lluvia viene de los angelitos que hacen pis”
	No sabe	“No sé de donde viene la lluvia.”
¿A dónde va la lluvia después de caer?	Medio natural (Río, plantas, mar, suelo, subsuelo...)	“Cuando cae la lluvia va a los ríos.” “Cuando llueve el agua va a las plantas.”
	Medio físico (Charco, debajo del suelo...)	“Al llover, la lluvia cae en los charcos.”
	Medio urbano (Tubería, alcantarilla, casa, suelo, ciudad...)	“Cuando llueve, la lluvia se va por las alcantarillas y de ahí va al mar.” “La lluvia después de caer va a los tejados de las casas.”
	No sabe	“No sé a dónde va la lluvia cuando cae.”
¿Por qué desaparecen los charcos?	Nombra el sol y el proceso que se lleva a cabo	“Cuando sale el sol, les da calor y se secan.” “El sol les calienta y el agua se evapora para subir al cielo.” “El charco se convierte en gas por el calor que le da el sol.”
	Solo nombra el proceso sin hacer referencia al sol	“Se secan.” “Se derriten.” “Se evapora.” “Se convierte en gas.”
	Desaparecen, los pisamos	“Desaparecen porque los chupa la tierra.” “Desaparecen porque los pisamos.”
	No sabe	“No sé porque desaparecen los charcos.”
	¿De qué están formadas las nubes?	Sustancias (Algodón, azúcar...)
Agua		“Están formadas de agua, por eso la lluvia está formada de agua también.”
Vapor		“Están formadas de vapor.”
No sabe		“No sé de qué están formadas.”

En la tabla 3 se desglosan las categorías en las que se han agrupado los elementos pictóricos sobre la lluvia realizados por los estudiantes, así como los elementos incluidos en cada una de ellas. Dichos elementos se han agrupado en función a dos categorías: elementos que se relacionan con el ciclo del agua y elementos que no se relacionan.

Tabla 3. Categorías consideradas para la clasificación de los elementos pictóricos sobre la lluvia realizados por los niños y niñas de la muestra analizada en relación a los estudios de Villarroel (2012) y Villarroel y Ros (2013).

Categoría	Elementos pictóricos
Se relacionan con el Ciclo del Agua	Nubes, sol, río, mar, lago, vapor, humo, lluvia, nieve, granizo, viento, tormenta, charcos, árboles, flores, hierba
No se relacionan con el Ciclo del Agua	Trueno, arcoíris, animales, personas, paraguas

Los datos recogidos en la investigación han sido tratados mediante una hoja de cálculo.

El estudio de las posibles diferencias que los niños y niñas expresan con relación tanto a sus respuestas al cuestionario utilizado como a los elementos pictóricos dibujados, fue llevado a cabo mediante la prueba Chi-cuadrado. Este mismo procedimiento se ha utilizado para analizar las diferencias que con relación a las mismas variables dependientes muestran el alumnado diferentes niveles educativos. Esta prueba se ha empleado para analizar hasta qué punto las diferencias encontradas entre niños y niñas con relación a las frecuencias de tipo de respuesta a las preguntas sobre la lluvia, coinciden o no con una distribución al azar (Muijs, 2010). De igual manera las diferencias entre participantes de diferente nivel educativo se analizaron mediante esta misma prueba. Para los cálculos de esta prueba se ha utilizado la aplicación ofrecida por [quantpsy.org](http://www.quantpsy.org/chisq/chisq.htm) (<http://www.quantpsy.org/chisq/chisq.htm>).

4. Resultados

En este apartado aparecen, por un lado, los resultados obtenidos en las entrevistas. En primer lugar, se presentan los relacionados con las preguntas semi-abiertas y en segundo lugar, los referentes a los dibujos. En ambos casos, se presentarán tablas compuestas por las respectivas frecuencias relativas (%). Por otro lado, se incluye el análisis de las posibles diferencias existentes sobre el conocimiento del ciclo del agua entre cursos y sexo con relación a los resultados obtenidos tanto en el cuestionario como en los dibujos.

4.1 Resultado para el conjunto de las variables independientes

4.1.1 Con relación al cuestionario

En la tabla 4 se recogen los patrones de respuestas con sus respectivas frecuencias relativas (%) obtenidas en la realización de los cuestionarios, todas ellas divididas en sexos y curso escolar.

Tabla 4. Frecuencias relativas (%) desglosadas por curso y sexo para las categorías de respuesta consideradas en las preguntas del cuestionario sobre la lluvia (N=97)

Pregunta	Categorías	Curso de Primaria		Sexo	
		3º (N=49)	4º (N=48)	Niños (N= 55)	Niñas (N=42)
¿De qué está formada la lluvia?	Agua	89,8	89,6	89,1	90,4
	Otras sustancias	8,2	8,3	10,9	4,8
	No sabe	2	2,1		4,8
¿De dónde viene la lluvia?	Nubes	83,7	89,6	87,2	85,7
	Cielo	16,3	2,1	5,5	14,3
	Otros		6,2	5,5	
	No sabe		2,1	1,8	
¿A dónde va la lluvia después de caer?	Medio Natural	77,6	77,1	74,5	80,9
	Medio físico	4,1	4,2	5,5	2,4
	Medio urbano	12,2	16,6	16,4	11,9
	No sabe	6,1	2,1	3,6	4,8
¿Por qué desaparecen los charcos?	Nombra el sol y el proceso que se lleva a cabo	57,2	66,7	63,7	59,5
	Solo nombra el proceso sin hacer referencia al sol	10,2	16,7	12,7	14,3
	Desaparecen, los pisamos	12,2	6,2	10,9	7,1
	No sabe	20,4	10,4	12,7	19,1
¿De qué están formadas las nubes?	Sustancias	16,4	4,2	12,7	7,1
	Agua	30,6	33,3	29,1	35,7
	Vapor	30,6	29,2	29,1	31
	No sabe	22,4	33,3	29,1	26,2

4.1.2 Con relación a los dibujos

En la tabla 5 se muestra las frecuencias relativas (%) tanto del curso escolar como del sexo en relación a los elementos pictóricos que se relacionan y que no se relacionan con el ciclo del agua.

Tabla 5. Frecuencia relativa (%) de las variables independientes respecto a los elementos pictóricos que se relacionan y que no se relacionan con el ciclo del agua. (N=97)

Categoría	Curso de Primaria		Sexo	
	3º (N= 49)	4º (N= 48)	Niños (N= 55)	Niñas (N= 42)
Se relaciona con el Ciclo del Agua	83,7	83,3	82	85,5
No se relaciona con el Ciclo del Agua	16,3	16,7	18	14,5

4.2 Estudio de las diferencias entre niños y niñas

4.2.1 Con relación a las respuestas al cuestionario sobre la lluvia

Las frecuencias absolutas obtenidas en las preguntas al cuestionario han sido analizadas mediante la prueba Chi-Cuadrado para encontrar posibles diferencias entre sexos. Tras el análisis, se ha llegado a la determinación de que no existen diferencias entre dichas variables.

4.2.2 Con relación a los dibujos

A la hora de determinar si hay diferencias entre sexos con relación a los elementos pictóricos de los dibujos, también se ha utilizado la prueba de Chi-Cuadrado. Con dicho objetivo, las frecuencias absolutas de cada categoría se han analizado en función de la variable independiente.

4.3 Estudio de las diferencias encontradas entre el alumnado de diferente nivel académico

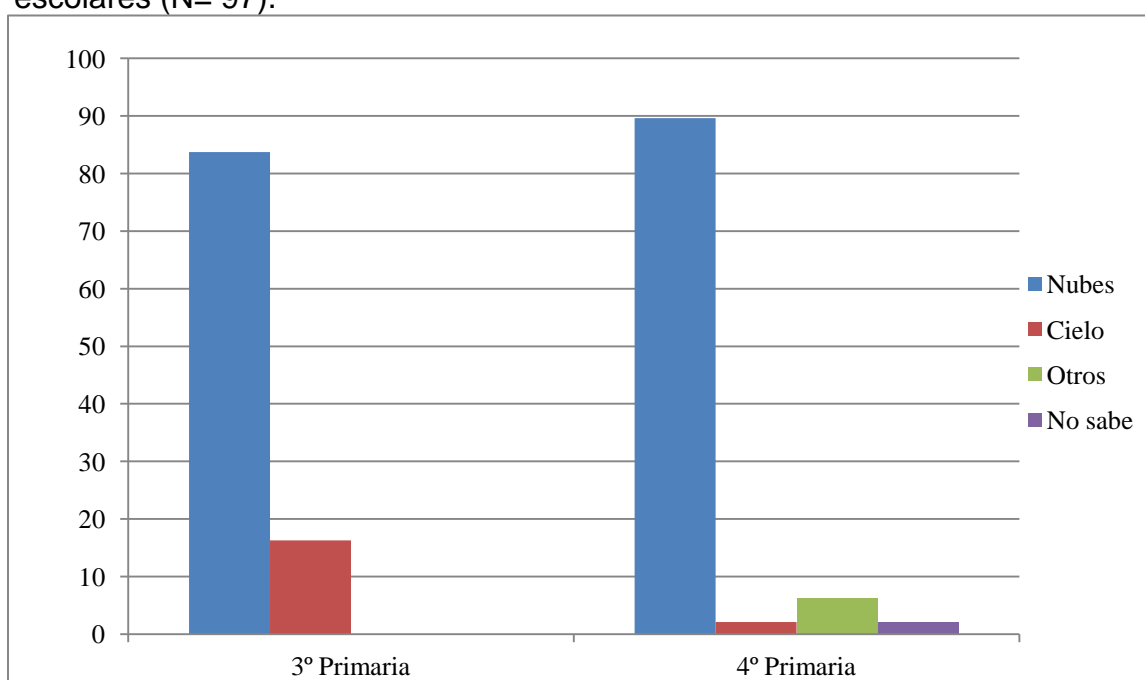
4.3.1 Con relación al cuestionario

En el estudio de las posibles diferencias entre el alumnado de diferente curso académico con respecto al conocimiento demostrado en las respuestas a las

preguntas del cuestionario, se ha llegado a la conclusión de que no hay diferencias excepto en los conceptos que atañen a la pregunta número 2 *¿De dónde viene la lluvia?* (Chi-cuadrado = 9.48 [3]; $p < 0.02$). En ambos cursos la respuesta con mayor frecuencia absoluta es la que hace referencia a las nubes. En la categoría: la lluvia viene del cielo, se distingue que en tercero de primaria hay un mayor número de niños y niñas que dan esta respuesta. Sólo en cuarto de primaria en tres ocasiones han respondido que la lluvia viene de otro lugar que no sean las nubes y el cielo ("*La lluvia viene de los montes.*", "*La lluvia viene del mar.*") y una ocasión en la que no han conocido la respuesta.

En el siguiente diagrama de barras se muestran las frecuencias relativas con respecto a cada categoría de respuesta de la pregunta *¿De dónde viene la lluvia?* respondidas por los diferentes niveles educativos.

Figura 2. Frecuencias relativas (%) de las categorías de respuesta respecto a la cuestión *¿De dónde viene la lluvia?* Dadas por los diferentes cursos escolares (N= 97).



4.3.2 Con relación a los dibujos

Tras estudiar y analizar las frecuencias absolutas alcanzadas en los dibujos, se ha llegado a la conclusión de que no hay diferencias entre el curso académico y los elementos pictóricos.

En síntesis, después de recoger los datos y analizarlos mediante la prueba de Chi-Cuadrado para encontrar posibles diferencias entre sexos y curso escolar con relación a las pruebas realizadas (el cuestionario y el dibujo), se ha llegado a la conclusión de que los conocimientos sobre el ciclo del agua no difieren ni entre los niveles educativos estudiados (tercero y cuarto de Primaria) ni entre el sexo de los participantes, excepto en una de las preguntas del cuestionario. La excepción atañe a la pregunta número 2 *¿De dónde viene la lluvia?* en la que sólo hay diferencias en lo que concierne al curso escolar, siendo la respuesta de mayor frecuencia la que hace referencia a las nubes.

5. Conclusiones

Este estudio proporciona información acerca de las posibles diferencias sobre lo que conocen del ciclo del agua entre el alumnado de 3º y 4º curso de Primaria y de las diferencias entre sexos. En función de los datos obtenidos mediante la investigación, se ha llegado a la siguiente conclusión: no existen diferencias en el grado de conocimiento de ninguna cuestión relacionada con el ciclo del agua, excepto en el contenido de la procedencia de la lluvia. En este contenido, ha habido cuatro tipos de respuestas: aquellas que sitúan el origen de la lluvia en las nubes, en el cielo, otros o no saben. La gran mayoría de los estudiantes de la muestra, tanto de tercero y de cuarto curso, han respondido que proviene de las nubes. Aún así, entre los alumnos y alumnas que han respondido que viene del cielo, es mayor la frecuencia de respuesta en 3º de Primaria. Asimismo, sólo en cuarto de Primaria creen que viene de otro lugar ("La lluvia viene del mar", "La lluvia viene de los montes") y en este mismo curso, solo en una ocasión no han conocido la respuesta. En conclusión, lo que conocen los estudiantes de la muestra de estas edades sobre el ciclo hidrológico no difiere, excepto en la procedencia de la lluvia. En lo que alude al sexo, no hay ninguna diferencia entre lo que saben los chicos y las chicas de la muestra.

A pesar de no encontrar grandes diferencias, a partir de los datos obtenidos, tanto del cuestionario como de los dibujos, se pueden llegar a diversas conclusiones sobre el tipo de conocimiento que poseen los niños y niñas de la muestra de las diferentes edades. Como muestran los dibujos del Anexo 1, los

estudiantes de la muestra conciben el ciclo como un proceso lineal, con una única dirección ya que en numerosas ocasiones han dibujado flechas que indican esta unidireccionalidad. Igualmente, a la hora de explicar el dibujo dan muestra de esta idea. Por todo ello, este pensamiento se traduce en que no conocen la multidireccionalidad del ciclo, no saben que el ciclo no tiene una única dirección. Además, todo el alumnado que ha participado en la investigación, a la hora de responder a la pregunta sobre el lugar a dónde va la lluvia después de caer, ha hecho referencia a sólo un lugar, es decir, han respondido que va solo a un sitio determinado, siendo el de mayor índice de respuesta al medio natural (río, plantas, mar, suelo...). Con ello, olvidan que cuando llueve las gotas de lluvia precipitan tanto en el medio natural como en el medio físico (charcos, debajo del suelo...), como en el medio urbano (tubería, casa, suelo, a la ciudad...), etc.

La gran mayoría de los estudiantes de la muestra entienden el proceso de evaporación, o así lo han demostrado tanto a la hora de responder a la pregunta sobre la desaparición de los charcos como a la hora de explicar los dibujos realizados (ver anexo 1). Comprenden que el agua llega a la atmósfera a partir de la evaporación y que para que se produzca dicho proceso debe de existir una fuente de energía externa (el sol) la cual calentará al agua para que se evapore. Aun así, a la hora de dar explicación a sus dibujos, el alumnado solo contempla la evaporación en los mares o ríos obviando que la evaporación sólo se produce en un único lugar, pero dicho proceso puede tener lugar en diferentes zonas tales como: durante la precipitación, al caer sobre las plantas, desde el suelo, desde todas las superficies líquidas, desde los animales, etc.

Asimismo, aunque conozcan que el agua para llegar a la atmósfera debe de evaporarse, no contemplan el proceso de condensación necesario para formar las nubes. El alumnado de la muestra piensa que cuando el agua se evapora directamente pasa a formar las nubes ya que las explicaciones dadas por los alumnos y alumnas sobre sus dibujos así lo han manifestado: “el agua se evapora y sube hasta la atmósfera para formar la nube”, “el agua evaporada va subiendo hacia el cielo y forma la nube”, etc. De esta forma, no conocen que el agua evaporada, bajo condiciones meteorológicas adecuadas, se condensa para formar las nubes.

Por último, en todos los dibujos que los participantes de la investigación han realizado, y como se puede observar en el anexo 1, no aparece en ningún momento una de las fases no visibles, las cuales también toman parte del ciclo hidrológico: la fase subterránea. Ningún participante ha dibujado ni ha aludido mediante sus explicaciones al concepto de infiltración y, por lo tanto, al concepto de aguas subterráneas. Por consiguiente, este contenido es uno de los ausentes en el conocimiento de los estudiantes respecto al ciclo del agua.

En conclusión, el alumnado de la muestra posee conocimiento significativo sobre el ciclo del agua, pero este conocimiento es incompleto ya que hay contenidos que el alumnado no nombra como ocurre con el agua subterránea y, en varias ocasiones, erróneo como por ejemplo que el agua evaporada forma las nubes.

En este punto, se debe dejar lugar a la reflexión para intentar encontrar las posibles razones sobre la situación descrita en los párrafos anteriores. Durante la Educación Primaria el ciclo del agua se trabaja a lo largo de todos los ciclos o así lo estipula el curriculum de Educación^{1, 2}, pero los datos obtenidos en la investigación ponen de manifiesto que la forma de trabajarlo no es la adecuada. Las posibles razones que justifiquen la idea anterior pueden ser varias como el tipo de aprendizaje, los aspectos cognitivos o el contexto de aprendizaje.

En lo que se refiere a los aspectos cognitivos, el estudio del ciclo del agua conlleva a comprender contenidos científicos muy complejos, en los que intervienen numerosos factores. Consecuentemente, el alumnado de edades tempranas suele tener dificultades a la hora de comprender el ciclo del agua.

Aludiendo al tipo de aprendizaje y al contexto de aprendizaje, a la hora de enseñar este contenido se recae en la utilización de programas tradicionales que se limitan a los contenidos teóricos, olvidando que la ciencia no es sólo un conjunto de conceptos si no que también la integran procedimientos utilizados para generar y validar esos contenidos (Pedrinaci, 2016). Estos programas

¹ Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

² Decreto 97/2010, de 30 de marzo, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

tradicionales utilizan como único recurso el libro de texto y las ilustraciones que se encuentran en ellos y como apuntan muchos estudios como el realizado por Reyero et al. (2007), se ha demostrado que las ilustraciones de los libros de texto no son totalmente correctas ya que suprimen numerosos conceptos relevantes del ciclo del agua y cuentan con errores conceptuales.

Por lo tanto, para poder mejorar el método empleado para trabajar el ciclo del agua y con ello, poder llegar a evitar los problemas citados en los párrafos anteriores, se sugiere elaborar una propuesta nueva de enseñanza de las ciencias de la Tierra. Con dicho objetivo, en primer lugar, se debe garantizar que el contenido seleccionado, en este caso el ciclo del agua, sea relevante trabajarlo en el aula. Para ello, Pedrinaci (2016, p.9) apunta que la OCDE (2006) ha propuesto unos criterios utilizados en los últimos años por los países occidentales para afrontar las reformas curriculares. Dichos criterios establecen las características de los contenidos curriculares, las cuales son: *potencialidad explicativa* que se refiere a los conocimientos que ayuden a entender el funcionamiento del planeta y de los procesos que ocurren en él; *potencialidad formativa*, la cual hace referencia a priorizar los conocimientos que tienen un carácter más instrumental; *utilidad futura* la cual se relaciona con la perspectiva personal y laboral que ofrece; *interés social y económico* que se refiere a las cuestiones que trata y las respuestas que ofrece.

En segundo lugar, es necesario que todo docente sea competente en el conocimiento tanto de la idea de ciclo como del ciclo hidrológico y de las fases y procesos que lo forman. Igualmente, es preciso que el docente adquiera una actitud crítica ante los materiales que utiliza para trabajar el tema en cuestión, es decir, debe de juzgar la validez de los recursos a emplear en el aula.

En tercer lugar, sería de gran ayuda renovar las prácticas educativas utilizadas para abordar el ciclo del agua. Normalmente, y como se ha apuntado anteriormente, el ciclo del agua se trabaja de forma descriptiva, sin realizar una observación directa de algunos de los fenómenos que lo conforman, dando lugar a una comprensión superficial con numerosos errores y supresiones conceptuales. Aun así, cabe destacar la complejidad del tema y la dificultad de trabajarlo mediante actividades prácticas ya que hay limitaciones a la hora de

simular los procesos que ocurren en el ciclo hidrológico, pero como apuntan Nebot y Bargalló (2014) en su artículo una forma de superarlo es mediante la construcción y utilización de una maqueta sobre el ciclo hidrológico y una serie de actividades prácticas complementarias. Estas dos autoras sostienen que utilizar este recurso en el aula puede ayudar en la construcción de dos tipos de miradas: una mirada macro y otra micro. La mirada micro se centra en el modelo cinético de la materia que facilita la interpretación de los fenómenos implicados en el ciclo del agua. La mirada macro, por el contrario, ayuda a establecer conexiones entre los procesos que tienen lugar en dicho ciclo así como a entender su dinamismo. Por otra parte, es necesario combinar la maqueta con actividades prácticas ya que, por un lado, son una estrategia para facilitar la construcción de modelos, es decir, capacitan al alumnado en la adquisición y construcción de explicaciones científicas del mundo natural, las cuales permiten hacer predicciones, describir y explicar fenómenos; y, por otro lado, favorecen la interiorización de lo estudiado a través de la reflexión.

En conclusión, se proponen varios aspectos a modificar para conseguir una enseñanza en ciencias significativa, convirtiéndose en una tarea ardua para todo docente, pero no hay mayor motivación que la de conseguir que los estudiantes se encuentren preparados para aquellos conocimientos que les va a exigir la propia vida.

Referencias bibliográficas

- Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco.* Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2016/01/1600141a.pdf>.
- Decreto 97/2010, de 30 de marzo, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco.* Recuperado el 26 de mayo de 2016 de <https://www.euskadi.eus/bopv2/datos/2010/04/1002109a.pdf>.
- Arnedo Hernández, M.J. (2014). ¿Qué debería conocer todo ciudadano sobre el agua?. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 77, 9-16.
- Muijs, D. (2010). *Doing quantitative research in education with SPSS*. Londres: Sage.
- Nebot, M.R; Bargalló Márquez, C. (2014). El ciclo del agua en el laboratorio. Una propuesta de modelización. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 77, 17-24.
- Pedrinaci, E. (2011). Ciencias de la Tierra: la revolución pendiente. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 7-9.
- Pedrinaci, E. (2011). El funcionamiento del planeta y la alfabetización en ciencias de la Tierra. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 10-19.
- Pedrinaci, E. (2014). El planeta agua. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 77, 5-8.
- Pedrinaci, E. (2016). Qué debe saber todo ciudadano acerca del planeta en el que habita. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 83, 8-12.
- Reyero, C., Calvo, M., Vidal, M.P., García, E., & Morcillo, J.G. (2007). Las ilustraciones del Ciclo del Agua en los textos de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 287-294.

- Sağkes, M., Flevarosa, L. M., &Trundle, K. C. (2010). Four- to six-year-old children's conceptions of the mechanism of rainfall. *Early Childhood Research Quarterly, 25*(4), 536-546.
- Villarroel, J.D. (2012). An early understanding of mechanism of rainfall: a study examining the differences between young minority immigrant and native-born children. *Problems of education in the 21th Century, 47*, 152-164.
- Villarroel, J.D., &Ros, I. (2013). Young Children`s Conceptions of Rainfall: A Study of Their Oral and Pictorial Explanations. *International Education Studies, 6*(8), 1-15.

ANEXOS

Anexo 1. Representaciones pictográficas sobre la lluvia del alumnado del segundo ciclo de Primaria.

Figura 3. Dibujo de una niña de tercero de Primaria representando la lluvia.

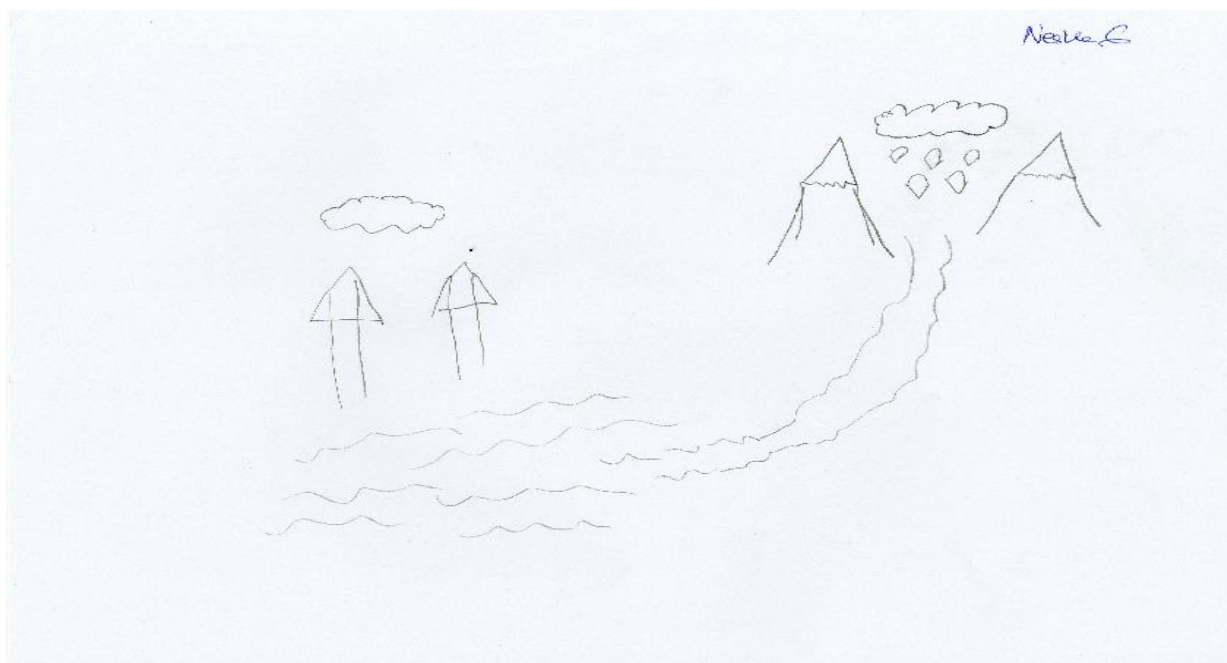


Figura 4. Dibujo de una niña de cuarto de Primaria representando la lluvia

