



Universidad de Valladolid

Facultad de Educación y Trabajo Social

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Educación Primaria

**ITINERARIOS EN LA SALA DE
MATEMÁTICAS DEL MUSEO DE
LA CIENCIA. ACTIVIDADES PARA
PRIMARIA**

Autor:

D. Marta Carazo Lores

Tutor:

D. M^a Carmen Martín Yáguez

Resumen: Utilizando como pretexto la sala de matemáticas del Museo de la Ciencia de Valladolid se analiza la importancia de las actividades complementarias para las matemáticas. Se estudian las competencias y se investiga como la manipulación, el juego y la motivación influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La última parte del trabajo gira en torno a la realización de dos itinerarios dentro del contexto de los módulos propuestos por el museo. El primero se centra en la presentación del contenido y en el descubrimiento de nuevos aspectos de las matemáticas por parte del alumnado. El segundo presenta actividades para que sean los propios profesores los que organicen su visita según los contenidos académicos que se quieren trabajar.

Palabras claves: educación matemática, museos de la ciencia, actividades complementarias, actividades manipulativas, actividades lúdicas, itinerarios en museo.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.2 OBJETIVOS	5
2. LA EDUCACIÓN FUERA DEL AULA	6
2.1. EDUCACIÓN FORMAL, NO FORMAL E INFORMAL. LOS ESPACIOS NO FORMALES	6
2.2. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN EL ÁMBITO CIENTÍFICO	8
2.3. COMPETENCIAS QUE SE DESARROLLAN DURANTE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	12
3. LOS MUSEOS DE LA CIENCIA COMO RECURSO EDUCATIVO	16
3.1. ¿CÓMO LA MOTIVACIÓN CONDICIONA EL APRENDIZAJE?	18
3.2. ¿POR QUÉ ES NECESARIA LA MANIPULACIÓN?	19
3.3. EL JUEGO Y LAS MATEMÁTICAS	22
4. EL MUSEO DE LA CIENCIA DE VALLADOLID. ACTIVIDADES EN EL MUSEO	24
4.1. EL MUSEO	24
4.2. LA SALA “MALDITAS MATEMÁTICAS...¿O NO?”	26
4.3. ITINERARIOS EN LA SALA	29
4.3.1 Itinerario Organizado	29
4.3.1.1 Objetivos Generales de la actividad	29
4.3.1.2 Objetivos Didácticos de la actividad	30
4.3.1.3 Público al que está dirigido	30
4.3.1.4 Desarrollo de la Actividad	30
4.3.2 Itinerario Abierto	37
4.3.2.1 Objetivo General de la Actividad	37
4.3.2.2 Objetivos Didácticos de la actividad	37
4.3.2.3 Desarrollo de la Actividad	37
4.4. EVALUACIÓN DE LOS ITINERARIOS	50
5. CONCLUSIONES	54
6. BIBLIOGRAFÍA	58
7. ANEXOS	62

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad en la que vivimos está siempre en continua evolución y, como dice la LOMCE en su preámbulo, «la educación es la clave de esta transformación mediante la formación de personas activas con autoconfianza, curiosas, emprendedoras e innovadoras, deseosas de participar en la sociedad a la que pertenecen...». Esta transformación no depende solo de lo que se trabaja dentro del aula: la educación tiene que salir de ella, pues estamos creando ciudadanos que serán parte de esa sociedad cambiante. Desde pequeños, estos futuros ciudadanos deben empezar a valorar los museos y las actividades culturales que la ciudad o la provincia donde viven les ofrece. Siguiendo este principio, el siguiente trabajo fin de grado estudiará y analizará cómo una actividad complementaria desarrollada en el Museo de la Ciencia de Valladolid puede contribuir a este cambio.

El trabajo se divide en cuatro partes claramente diferenciadas. La primera analiza los distintos contextos educativos y los diferentes tipos de educación. Partiendo de estos conceptos analizamos a cuál de estos tipos pertenecen las actividades complementarias y las extraescolares, y estudiamos las diferencias que existen entre ellas. Centrándonos en las actividades complementarias que se pueden realizar en el ámbito científico-técnico, clasificamos los distintos tipos de estas tareas que existen según la finalidad o los agentes implicados en ellas. Para terminar esta parte, estudiamos como se pueden trabajar las distintas competencias claves recogidas en la LOMCE.

La segunda parte se centra en los museos como recursos educativos. El objetivo de esta parte es definir el papel de los museos, y particularmente los dedicados a la ciencia, en la educación y cómo la realización de actividades en ellos puede influir en el aprendizaje de nuestros alumnos. Entre los motivos que hacen interesante implementar estas acciones dentro de la materia de las matemáticas estudiamos tres concretos: la motivación, la manipulación y el juego.

En la siguiente parte nos centramos en el caso concreto del Museo de la Ciencia de Valladolid. Aprovechamos el espacio que tiene dedicado a las matemáticas para desarrollar dos itinerarios distintos. Uno de ellos es una actividad organizada que tiene como objetivo presentar los elementos que hay en la sala y mostrar a los alumnos aspectos y elementos de las matemáticas que no se suelen enseñar. El otro es un conjunto de actividades desarrolladas según el nivel de los alumnos y centradas en los distintos módulos que existen en la sala. El objetivo de este recorrido es presentar un material que el profesor pueda

utilizar para que sus alumnos realicen una visita a la sala del museo dentro de los objetivos curriculares que el docente quiera trabajar. Después de desarrollar estos dos itinerarios, evaluamos escuetamente cada uno de ellos. Esta valoración no ha podido hacerse de manera más estricta al originarse una situación de estado de alarma sanitaria a consecuencia del COVID-19.

La última parte del trabajo recoge las conclusiones a la que se ha llegado al realizar este estudio.

1.2 OBJETIVOS

Siguiendo el principio de transformación de la sociedad a partir de la formación en la escuela de personas activas y críticas, el objetivo general de este Trabajo Fin de Grado es mostrar que los contenidos de matemáticas de primaria se pueden trabajar a través de las actividades que oferta la sala de Matemáticas del Museo de la Ciencia de Valladolid y para ello se presentarán dos itinerarios de trabajo. Una vez presentados se analizará uno de estos itinerarios, se estudiará si cumple los objetivos definidos y si se adaptan a los alumnos a las que están destinadas. Hay que tener en cuenta la situación de crisis sanitaria que se ha vivido durante este curso 2019-2020, pues no ha permitido realizar un análisis más exhaustivo.

A continuación enunciamos los objetivos que queremos alcanzar con este trabajo:

- Analizar el papel de los museos en la educación formal. Los museos son parte de la cultura y por este motivo deben entrar en la escuela de una manera activa.
- Mostrar la riqueza de algunas actividades complementarias y extraescolares como vía para trabajar la competencia matemática y el resto de las competencias clave.
 - Analizar los contenidos de matemáticas de primaria que se pueden trabajar con los materiales de la sala de Matemáticas del Museo de la Ciencia de Valladolid. Dando mayor importancia a los contenidos transversales que se trabajan en el bloque 1 “Procesos, Métodos y Actitudes Matemáticas” que en ocasiones pierden relevancia frente a los elementos del resto de bloques de contenido y así crear tareas ricas y completas.
 - Diseñar distintos itinerarios por la sala de Matemáticas del Museo de la Ciencia de Valladolid con actividades para todos los niveles de primaria.
 - Analizar las aportaciones de los itinerarios a la formación del alumnado.

2. LA EDUCACIÓN FUERA DEL AULA

2.1. EDUCACIÓN FORMAL, NO FORMAL E INFORMAL. LOS ESPACIOS NO FORMALES

La sociedad actual está encaminada a formar individuos completos, donde su base cultural no solo se quede en conocer los hechos históricos relevantes o los autores más importantes de, por ejemplo, la literatura universal, sino que se busca que también tengan conocimientos científicos, tanto de conceptos básicos como de datos relativos a su ámbito histórico. Todos conocemos la vertiente filosófica de personalidades como René Descartes, Gottfried Leibniz o Bertrand Russell, pero pocos conocen su lado científico y más concretamente matemático. Un ejemplo de ello sería conocer que las coordenadas cartesianas deben su nombre a Descartes.

Pero la sociedad está cambiando y en esta época donde el *big data*, redes sociales y los *influencers* marcan el ritmo de la historia; la cultura científica se está haciendo un hueco. Incluso las matemáticas se han puesto de moda y empieza a ser normal encontrar secciones de matemáticas en los medios de comunicación, y no faltan los *youtubers* que explican conceptos científicos de forma amena y didáctica.

Dentro del contexto educativo los museos de las ciencias y sus talleres educativos nos ayudan a complementar las actividades que podemos desarrollar dentro del aula y se pueden convertir en excelentes lugares para realizar actividades complementarias y divulgar la vertiente no académica de las matemáticas. Claudi Alsina propone entender la divulgación como un acto de reconocimiento de amor desde dentro de un área de trabajo educativo”, llegando incluso a decir que «entender la divulgación como un acto de reconocimiento de amor desde dentro de un área de trabajo educativo», llegando incluso a decir que «hacer que los niños no amen las matemáticas es sencillo; hay muchas técnicas para lograrlo: reducir las matemáticas en algoritmos numéricos, plantear problemas sin interés, hacer abstracciones no apropiadas, etc., etc., etc.».

Todos estos recursos nos ofrecen la posibilidad de llevar la educación fuera del ámbito escolar y acercarlo a una educación no solo de contenidos y realizada en entornos educativos distintos del aula. A partir de esta idea, tenemos que pensar en el significado de los siguientes conceptos: Educación Formal, Educación No Formal y Educación Informal y en el de Espacio no Formal.

John Dewey ya se cuestionó en su libro de 1919 *Democracia y Educación* las interrelaciones entre sociedad y educación, y Émile Durkheim también trató el mismo tema cuando dijo que «la educación es la acción que ejercen las generaciones adultas sobre las que no están maduras para la vida social. Tiene por objeto suscitar y desarrollar en el niño un cierto número de estados físicos intelectuales y morales, que exigen de él la sociedad política en su conjunto y el medio especial, al que está particularmente destinado».

A partir de estas ideas en los años 60 se acuñaron los términos anteriormente expuestos y que definimos a continuación:

La educación formal la podemos asimilar con la educación institucionalizada, establecida por los Estados y que otorgan a los estudiantes titulaciones oficiales. Está organizada desde la etapa infantil hasta el grado de doctorado de la fase universitaria.

La educación no formal se refiere a las actividades formativas organizadas de manera sistemática fuera del ámbito oficial para facilitar determinados aprendizajes. Tiene en cuenta todas las etapas de la vida.

Por último, la educación informal se refiere al proceso educativo que dura toda la vida de la persona y en la que adquieren distintos conocimientos, actitudes y procedimientos a partir de la experiencia y su relación con el medio ambiente y la sociedad.

Esta división se hizo tomando en cuenta los parámetros de duración, universalidad, institución y estructuración referidos por Gonzalo Vázquez. El mismo autor define en el siguiente cuadro estos conceptos bajo los parámetros anteriores:

	Educación formal	Educación no formal	Educación Informal
Duración	Limitada a etapas educativas	Limitada	Ilimitada
Universalidad	Según sea su obligatoriedad.	Cualquier persona o grupo.	Universal, todas las personas están en continuo aprendizaje
Institución	Escuelas, Institutos, Universidades	Instituciones, académicas, organizaciones,...	Algunas instituciones, la familia, el contexto social,...
Estructuración	Muy estructurada	Muy estructurada	Muy poco estructurada

La educación formal y la no formal tienen en común que sus procesos formativos son intencionados y que utilizan una metodología sistematizada; mientras que en la educación informal sus procesos educativos son no intencionados y no sistematizados.

Estas definiciones, aunque son comprensibles, no dejan claro los límites que existen entre un tipo de educación y otra. Veamos varios ejemplos: los talleres de robótica, métodos de estudio, etc., forman parte de la educación no formal y según el organismo que los oferte estarán o no institucionalizadas. Las actividades escolares programadas dentro de los colegios y cuya finalidad está dentro del currículum académico pertenecen a la educación formal, mientras que las actividades extraescolares (cursos de idiomas en academias) las consideraríamos educación no formal y, en algunos casos, también informal (campamentos, actividades deportivas, etc.).

Todas estas actividades se desarrollan en espacios que se enclavan dentro de la definición de espacios no formales, que se pueden definir como aquellos espacios ajenos al centro educativo que son representativos, generan experiencias educativas, posibilitan relaciones interpersonales y ayudan al proceso de enseñanza y aprendizaje desde experiencias distintas a las vividas en el aula. Es decir, aquellas esferas que, como docentes, podemos sacar provecho para llevar a cabo nuestra acción educativa. Aunque las actividades que realicemos en estos espacios pertenezcan al ámbito de la educación formal o no formal al ser estas acciones intencionadas, es importante tener en cuenta que están totalmente interconectadas con la enseñanza informal al ofrecer a los alumnos experiencias que no podemos controlar totalmente como pedagogos, ya que tenemos que tener presente que estos espacios van a cuestionar nuestro papel como maestros (al salir de un ambiente que tenemos totalmente controlado), buscando dinamizar la participación de nuestros alumnos en la actividad y convirtiéndose en espacios educativos por la intencionalidad que damos al lugar.

2.2. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN EL ÁMBITO CIENTÍFICO

En este punto vamos a definir como pueden ser las actividades que podemos realizar con nuestros alumnos dentro del ámbito científico donde están enclavadas las matemáticas.

Definimos actividad como el conjunto de acciones y técnicas que utilizamos para adquirir un conocimiento y alcanzar unos objetivos. Dentro del ámbito educativo tenemos dos

tipos principales de actividades, las actividades complementarias y extraescolares. Según el Decreto 7/2017, de 1 de junio, del BOCYL se definen de la siguiente manera:

Actividades complementarias:

“Son actividades escolares complementarias aquellas que se realizan por los centros como complemento de la actividad escolar dentro del horario de obligada permanencia de los alumnos en el mismo. Excepcionalmente una determinada actividad se podrá extender más allá del horario de obligada permanencia en el centro.”

Tenemos que tener en cuenta que estas actividades aparecerán en las distintas programaciones didácticas y se organizarán siguiendo las directrices del consejo escolar.

Características principales de estas actividades:

- a) Son obligatorias para el alumnado y forman parte del currículo; por tanto, son evaluables y están dentro del horario lectivo.
- b) Carecen de carácter lucrativo. Muchas veces no son gratuitas y poseen una responsabilidad civil intrínseca porque se desarrollan fuera del ámbito escolar; por consiguiente, aunque obligatorias, los padres o tutores legales puede negarse a que las realice su hijo/a. En este caso, el alumno/a deberá ser atendido en el centro de manera que tenga las mismas posibilidades de adquisición del currículo que aquellos compañeros que sí las están realizando.
- c) Son de obligado cumplimiento para el profesorado, según la LOE.
- d) Habrán tenido que ser previamente aprobadas por el Consejo Escolar del centro, reflejadas en las Programaciones de Aula y en la Programación General Anual

Actividades extraescolares:

“Son actividades extraescolares las establecidas por el centro, dirigidas a su alumnado, que se desarrollan en el intervalo de tiempo comprendido entre la sesión de mañana y de tarde del horario de obligada permanencia del alumnado en el centro, así como las que se realicen antes o después de dicho horario.”

Este tipo no está incluido en las programaciones docentes, por lo que estas tareas no están vinculadas con los contenidos curriculares de las materias y no podrán ser evaluadas con efectos académicos.

Algunas de sus características:

- a) La mayoría tienen un coste económico y están fuera del ámbito académico.
- b) Se pueden realizar en el intervalo de tiempo comprendido entre la última sesión de mañana y la primera de la tarde del horario de permanencia de los alumnos en el

centro educativo, y antes o después del horario escolar docente, pero no durante el lectivo.

- c) No deben contener enseñanzas incluidas en la programación docente de cada curso, ni podrán ser evaluadas a efectos académicos.
- d) No tienen carácter lucrativo.
- e) No son realizadas por el equipo docente del centro.
- f) Necesitan de la aprobación del Consejo Escolar del centro y están recogidas en la PGA y, aunque no necesitan de la autorización de los Servicios Territoriales correspondientes, sí que deben ser comunicadas.
- g) Tienen finalidad educativa.
- h) Son voluntarias.
- i) No han de suponer discriminación.

A continuación nos vamos a centrar en las actividades que se realizan dentro de las materias del ámbito científico-técnico. Podemos clasificar las actividades según su finalidad o los agentes implicados.

Por su finalidad podemos desarrollar actividades que:

- Mejoren destrezas intelectuales y manuales: dentro de estas podemos trabajar la realización de maquetas o modelos.
- Tengan una finalidad investigadora: trabajando la capacidad de experimentar y de encontrar conclusiones distintas cuando variamos las condiciones iniciales.
- Trabajen aspectos actitudinales: generando debates o dilemas que les lleve a reflexionar sobre las decisiones tomadas, que desarrollen y cultiven sus actitudes personales, y motivándoles superar sus bloqueos e inseguridades..
- Estimulen a través de sus gustos: actividades relacionadas con las aficiones de los alumnos que les lleven a realizar un aprendizaje significativo y cercano a su zona de confort.
- Trabajen la síntesis: utilizando dibujos y mapas conceptuales que les ayuden a concretar aprendizajes y a organizar el conocimiento diferenciando ideas principales y secundarias.
- Afiancen ideas: actividades como el diseño juegos de pregunta y respuestas que les ayuden a concretar contenidos.
- Expresen conceptos y opiniones: exponiendo su trabajo tanto oralmente como a través de trabajos escritos o plásticos.

Según el componente de los agentes implicados (el profesor y los alumnos), estas actividades pueden ser:

- Expositivas-receptivas: donde los alumnos reciben la información elaborada a través de lecciones magistrales, vídeos documentales, etc.
- Exploración: donde el alumno tiene cierta capacidad de interacción, pero no puede modificar el contexto. Acercándose al aprendizaje por descubrimiento, fomentando la observación, algunos ejemplos son los reconocer elementos , clasificar elementos, reconocer elementos utilizando los sentidos,...
- Experimentales: donde los alumnos aprenden cambiando algunas de las variables del contenido que se trabaje. Si es el profesor el que realiza la actividad con la interacción de los alumnos tenemos las demostraciones experimentales. Si la actividad se desarrolla conociendo su final serían de comprobación. Y de investigación si se modifican las variables sin conocer el final del experimento.
- Autónomas: donde los alumnos trabajan a partir de unas directrices dadas, como los trabajos prácticos, la resolución de problemas, los huertos escolares,...
- Externas al centro docente: las actividades se desarrollan fuera del ámbito escolar y se pueden llegar a practicar fuera del horario lectivo, fundamentalmente por la complejidad de su desarrollo. Según cómo se realicen tenemos:
 - Salida Tradicional: donde un guía/profesor explica el contenido del lugar que se visita y donde el alumno tiene poca participación.
 - Salida Cicerone: a partir de una explicación, el alumno realiza unas cuestiones cerradas sobre el ámbito visitado.
 - Salida Autónoma dirigida: igual que el anterior, pero el alumno realiza esta vez unas cuestiones abiertas.
 - Salida Autónoma por descubrimiento: donde los alumnos tienen que realizar un trabajo sin información previa.

La realización de actividades complementarias tienen que llevar a la homogeneización del alumnado, es decir, ofrecer a todos los estudiantes las mismas posibilidades de aprendizaje. Tenemos que plantearnos entonces que cuando realicemos una actividad complementaria todos nuestros alumnos puedan realizarla; si existe alguna razón por la que uno o varios alumnos no la puedan llevar a cabo, tenemos que plantear como este puede alcanzar los objetivos que se van a desarrollar en ella. Todas estas ideas se ven recogidas en la LOMCE dentro de los principios fundamentales que rigen esta ley: la calidad, la equidad, la

participación y el esfuerzo de toda la comunidad educativa (principio de esfuerzo compartido).

2.3. COMPETENCIAS QUE SE DESARROLLAN DURANTE LAS ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Cuando, como docentes, nos planteamos desarrollar actividades complementaria no solo pensamos en la educación y la formación de nuestros alumnos. En la educación, dando respuestas a los porqués y las cuestiones relacionadas con los contenidos, la vida y la sociedad donde vive; en la formación, preparando individuos capaces de adquirir las competencias necesarias para su desarrollo educativo y profesional, es decir, respondiendo al cómo.

En 1996 en el Informe Delors se dice: “no basta con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites. Sobre todo, debe estar en condiciones de aprovechar y utilizar durante toda la vida cada oportunidad que se le presente de actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber y de adaptarse a un mundo en permanente cambio” (Delors, 1996). Para ello el informe se basa en cuatro pilares que deben ser el fundamento de nuestros principios como docente: aprender a conocer; aprender a hacer; aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás y aprender a ser.

- Aprender a conocer: la adquisición de conocimientos debe ser un medio para comprender el mundo que nos rodea. No todos podemos poseer todo el saber, pero sí tener una cultura que nos ayude a disfrutar del placer de entender e interpretar.
- Aprender a hacer: nos tiene que llevar a responder la pregunta de nuestros alumnos de cómo poner en práctica los conocimientos adquiridos y adaptar estos al mercado de trabajo al que, en un futuro, se van a enfrentar.
- Aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás: la sociedad global en la que vivimos nos lleva a enseñar a los alumnos la no-violencia y a trabajar una competitividad no despiadada. Para ello tenemos que enseñar a nuestros alumnos el valor que tienen los otros y a trabajar junto a ellos hacia objetivos comunes.
- Aprender a ser: debemos trabajar para que nuestros alumnos estén en condiciones de tener un pensamiento autónomo y crítico, y elaborar un juicio propio. Para ello, debemos ofrecerles oportunidades para el descubrimiento y la experimentación —

artística, científica, cultural— que valore a las generaciones pasadas y contemporáneas.

Basados en estos pilares tenemos las competencias claves, las cuales podemos trabajar ampliamente cuando realizamos actividades complementarias. La LOMCE define competencia como «la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada». La competencia «supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz». (BOE, 2015). Analicemos la relación de las competencias claves con las actividades complementarias en el ámbito científico-técnico..

- Comunicación lingüística: como dice la LOMCE, esta competencia es el resultado de la acción comunicativa dentro de las prácticas sociales, pues es la vía de conocimiento y contacto con la diversidad cultural. Esta aptitud está en constante cambio y tiene un aprendizaje permanente a lo largo de toda la vida, que será satisfactorio si se promueve el uso de un lenguaje rico y variado y la utilización de distintos interlocutores y textos. En las actividades científicas, los textos orales y escritos que utilizarán nuestros alumnos complementarán su formación lingüística y ampliarán el lenguaje científico de nuestros alumnos. Tenemos que tener presente siempre que este tipo de enunciados tiene que ser comprensible a nuestros alumnos y no debe perder su rigurosidad.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: esta habilidad implica, en matemáticas, la capacidad de razonamiento matemático y la utilización de herramientas necesarias para descubrir, interpretar y predecir fenómenos en su contexto, además de reconocer el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo; en ciencia y tecnología, capacitan a nuestros alumnos para que se conviertan en ciudadanos responsables y respetuosos, que desarrollen juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos. Dado que las actividades se desarrollan en este ámbito, estas ideas tienen que ser sus objetivos principales, y para desarrollarlas debemos trabajar, sobre todo, razonamientos matemáticos y destrezas lógicas.

- Competencia digital: implica la alfabetización y el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación, desarrollando destrezas relacionadas con el acceso a la información, su procesamiento y uso. Si planteamos estas actividades dentro del ámbito de los museos de la ciencia, la mayoría de estos

tienen algunas de sus actividades en formato digital, lo que ayudará a los alumnos a utilizar los conocimientos que poseen sobre la utilización de los recursos tecnológicos.

- Aprender a aprender: la LOMCE dice que «la competencia de aprender a aprender es fundamental para el aprendizaje permanente que se produce a lo largo de la vida y que tiene lugar en distintos contextos formales, no formales e informales» (LOMCE, 2015). Esta aptitud se caracteriza por el desarrollo de la curiosidad y la motivación por aprender, y de la organización y la gestión de los aprendizajes para que estos sean más eficaces y autónomos. Como hemos dicho anteriormente, las actividades complementarias se suelen desarrollar en espacios no formales, y el aprendizaje que realizan los alumnos no se ciñe al que nosotros, como docentes, programamos, pues la experiencia que conlleva su realización implica un aprendizaje añadido.

- Competencia social y cívica: según la LOMCE, implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, tomar decisiones y resolver conflictos, e interactuar con otras personas y grupos conforme a normas basadas en el respeto mutuo y en convicciones democráticas. En las actividades que se desarrollan fuera del centro escolar, nuestros alumnos deben conocer que las normas de convivencia sufren cambios y modificaciones según el lugar donde se realicen, pero que las básicas de respeto a sus compañeros no varían. Para ello, debemos desarrollar en nuestros alumnos destrezas para comunicarse en distintos entornos sociales y culturales, enseñarles a ser tolerantes y comprender puntos de vista diferentes, confiando y empatizando con el otro. Muchas de estas actividades se proponen desde ámbitos e instituciones públicas así que debemos enseñar disfrutar de estos recursos de manera cívica.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: esta competencia implica la capacidad de transformar ideas en actos, y elegir, planificar y gestionar sus conocimientos, destrezas y habilidades para alcanzar sus objetivos. Esta aptitud es importante para la formación de ciudadanos emprendedores, con la capacidad de instruir de forma creativa, gestionando los riesgos. Las actividades complementarias externas al centro docente y que conlleven la realización de tareas de gestión de sus conocimientos y del tiempo son un buen elemento para desarrollar estas capacidades. Las tareas, aunque sean guiadas, necesitan que los alumnos diseñen e implementen ideas propias para su realización, y necesitarán gestionar su tiempo,

actuar de manera creativa y recurrir a su iniciativa para llegar a la resolución de la misma.

- Conciencia y expresiones culturales: «La competencia en conciencia y expresión cultural implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos» (LOMCE, 2015). Como ya hemos dicho antes, muchas de estas actividades se organizan desde asociaciones e instituciones públicas y privadas. Debemos mostrar a nuestros alumnos el agradecimiento y el reconocimiento de la labor que estos organismos realizan para presentar contenidos distintos a los que se trabajan en clase y que, en ocasiones, desde los centros no se pueden realizar. Además, presentaremos de este modo el patrimonio cultural —en este caso, el científico— que se les oferta desde estos ámbitos.

3. LOS MUSEOS DE LA CIENCIA COMO RECURSO EDUCATIVO

Si nos fijamos en la sociedad de conocimiento actual tenemos que reconocer los museos como un espacio social de aprendizaje. Al mirar con perspectiva la historia de los museos, vemos que estos han pasado de ser un contenedor de elementos a ser un difusor de culturas, acercando estas a la sociedad. Debemos preparar a nuestros alumnos para que sean ciudadanos activos y críticos, implicados con la sociedad. Además, tenemos que enseñarles a adaptarse y comprender los elementos que les rodean, y mostrarles que deben contribuir, de alguna manera, al desarrollo y mejora de la sociedad en la que viven. Todas estas ideas nos llevan a ver las actividades y visitas a los museos como actividades complementarias que mejoren nuestra programación docente. Desde el ámbito científico-técnico, los museos de la ciencia son los protagonistas de estas actividades. Estos lugares de divulgación científica son importantes en los tres tipos de educación —formal, no formal e informal, además de ser un espacio no formal al ser ajeno al centro educativo—. Es decir, tenemos que ver los museos como puntos de unión de las escuelas con la sociedad y su cultura, y como transformadores sociales, pues acercan la cultura a la sociedad.

El concepto de museo hace referencia al lugar donde se guardan colecciones de objetos, y también a la institución que adquiere, conserva y expone objetos que muestran las actividades del hombre. Si hablamos de museos de ciencias, estos objetos están relacionados con sus distintas ramas. Existen diferentes tipos y tendencias de museos: el museo contenedor —cuyas actividades son albergar, custodiar, exponer y cuidar objetos—, el museo comunicador —que ve a sus visitantes como una masa consumidora de información—, el museo emisor —que busca la comunicación, facilitando su conocimiento—, y el museo dialogante —donde se busca un *feedback* con el visitante—.

El más importante para nosotros son el museo educador, donde los recursos del museo se dedican a la función educativa, existiendo distintos tipos, como los instructores —dando al visitante un rol pasivo—, los activos —fomentando una actitud activa en el visitante y ayudándole a descubrir el conocimiento por sí solo—, los constructivistas —que fomentan el diálogo y diseñan para aprender a través de los objetos y el crítico, donde el museo es un generador de conocimiento y que integra distintos tipos de profesionales en su trabajo—, el museo didáctico —que se plantea como enseñar y plantea visitas, talleres, itinerarios, etc.—

y el museo educativo —donde, además de su planteamiento educador, la institución también tiene presente su faceta de investigación educativa, siendo un museo comprometido con la educación de sus visitantes a corto, medio y largo plazo—, sin olvidarnos de los museos socializadores, los dinamizadores o los integradores.

Este cambio de tipo de museo y el paso de museo contenedor a un museo integral, donde la educación toma un puesto importante dentro del museo, se ve en las múltiples actividades que en la actualidad los museos ofertan a los centros educativos y a las familias. Además muchos museo han incorporado departamentos educativos donde docentes y especialistas trabajan para desarrollar todas estas actividades.

Los museos de la ciencia son un híbrido de varios de estos tipos y la educación es uno de sus grandes principios, puesto que uno de sus objetivos es que la divulgación científica sea atractiva y sugerente, presentando escenarios que lleven a un aprendizaje informal, rico y motivador.

Centrémonos ahora en la función educativa de los museos: para el público general, un museo estaría dentro de la educación informal, mientras que para nuestros alumnos —cuando realizamos actividades complementarias en ellos— pasan a formar parte de su educación formal. En una serie de trabajos e investigaciones realizados por el Grupo de Investigación sobre la Educación y los Museos (GREM) de la Universidad de Montreal, se propone que el modelo del museo y las actividades realizadas en él partan desde las perspectivas de interrogación, observación y apropiación, y que estos aspectos se realicen en tres etapas consecutivas: preparación —antes—, realización —durante— y prolongación —después—. También estudian las relaciones que existen en el triángulo pedagógico de Legendre, compuesto por el profesor, el alumno y el contenido. El estudio cambia los vértices del triángulo por los siguientes: el alumno es el visitante, el contenido pasa a ser la materia del museo, y el profesor pasa a ser el educador —en las visitas guiadas— o él mismo —si es quien organiza el itinerario.

Cuando consideramos el museo como lugar de aprendizaje, tenemos que tener presente dos objetivos: el primero, que la visita no sea simplemente para adquirir conocimientos, sino que con ella debemos desarrollar todas las habilidades posibles del alumno, acercándonos a ellos desde un plano afectivo e imaginativo, haciendo así que sea un aprendizaje pleno para el estudiante; y el segundo, que la visita al museo o la realización de una actividad en él sea una experiencia distinta a la del aula, teniendo que tener presente cómo va a ser el acercamiento del alumno al contenido. La interacción del colegial con la

materia va a ser libre, favoreciendo los cuestionamientos y ayudándoles a buscar respuestas al analizar los resultados obtenidos

Cuando decidimos introducir una actividad como esta en nuestras programaciones, tenemos que tener en cuenta que estas complementan el curriculum escolar ofreciendo distintas posibilidades y recursos que nos ayudaran a aumentar la capacidad de conocer y comprender nuevos conceptos, y aumentan la motivación y el interés de los alumnos, estimulando su capacidad de observación y su curiosidad.

Una premisa importante de los museos de la ciencia es que el aprendizaje no solo es auditivo o visual, sino que también es *kinestésico*. Esto quiere decir que, para poder entender determinados principios científicos y así poder reflexionar sobre ellos, es necesario la manipulación. Es importante tener presente que muchos de los museos de la ciencia son interactivos, y esta capacidad nos puede ayudar a trabajar con los alumnos el proceso de aprendizaje basado en el ensayo y la relación acierto-error. Así trabajaremos las competencias relacionadas con el aprender a hacer y la experimentación.

Los motivos por los que es interesante para nuestros alumnos realizar actividades en un museo de la ciencia son la motivación, la manipulación y el juego. A continuación analizaremos estos, centrándonos exclusivamente en el ámbito de las matemáticas.

3.1. ¿CÓMO LA MOTIVACIÓN CONDICIONA EL APRENDIZAJE?

Algunas preguntas que nos debemos hacer cuando enseñamos las matemáticas son: ¿les gusta esta materia a los niños?, ¿cuáles son los motivos por los que les gustan estos contenidos? Cuando realizamos estas preguntas, nos encontramos distintas respuestas según la edad de los niños. A edades tempranas, suele ser que es una de sus materias favoritas: el porqué de esta respuesta tiene que ver con que les resultan útiles, les parecen divertidas, porque descubren cosas o por las actividades divertidas que desarrollan. A partir de los diez u once años, estas opiniones empiezan a cambiar, y las matemáticas ya no gustan porque suelen ser difíciles y les cuesta como materia educativa, pues le parecen pesadas y monótonas, no entienden su utilidad o los problemas son complicados. Pero, sobre todo, se aburren y no entienden las explicaciones.

Este es un gran problema al que nos enfrentamos los profesores: el que se entienda nuestra explicación se subsana conociendo bien la materia con la que trabajamos y conociendo las metodologías que podemos utilizar para cada uno de los contenidos que trabajamos. Pero,

¿cómo nos enfrentamos a ese aburrimiento? En otras palabras, ¿cómo podemos motivar a nuestros alumnos?

Si analizamos cuáles pueden ser las causas de esa desmotivación, una de ellas puede ser que no se valora el potencial de los alumnos, pues se prefiere trabajar problemas de cálculo antes que problemas que permitan un pensamiento divergente y que desarrollen estrategias y soluciones diversas. Este tipo de problemas y actividades nos ayudan a atender a la diversidad, pues no solo primamos la capacidad de cálculo, sino que ponemos en valor otras capacidades y competencias.

Esta idea nos lleva a lo importante, que es trabajar el autoconcepto matemático del niño. La vivencia del alumno respecto a sus experiencias matemáticas genera en él una imagen positiva —buenas calificaciones, le resultan fáciles las matemáticas, etc.— o negativa —no consigue resolver problemas, no entiende las explicaciones, etc.—. Cuando los niños tienen un autoconcepto positivo, su manera de enfrentarse a actividades matemáticas suele ser fácil, mientras que si es negativo su predisposición suele ser la de no realizar la actividad, pues no le ve sentido enfrentarse a algo que no va a poder resolver. Por eso es importante, cuando trabajemos con nuestros alumnos, felicitarles por un trabajo realizado, no solo porque esté bien o mal ejecutado, sino porque se haya intentado aunque se falle, pues en el error también se encuentra parte del aprendizaje.

Otra de las causas de ese aburrimiento es la repetición de actividades. Utilizar distintas metodologías y herramientas de trabajo aportan un punto de sorpresa e innovación a los alumnos. Participar en actividades donde se valoran aptitudes y actitudes diferentes a las estrictamente académicas hará que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más efectivo, y los niños se enfrenten a ellas con una actitud positiva. La manipulación de objetos puede ser una de estas actividades.

3.2. ¿POR QUÉ ES NECESARIA LA MANIPULACIÓN?

Los materiales manipulativos pueden ser un recurso para trabajar de manera distinta con los alumnos. Cuando, como docentes, nos planteemos utilizar un material o juego en concreto, debemos tener presente la situación didáctica a la que se van a enfrentar nuestros alumnos: en ella practicarán, surgirán técnicas y aparecerán estructuras matemáticas. Es decir, que nuestros alumnos se enfrentará a problemas y situaciones que tienen relación con sus propios conocimientos matemáticos, que les predispondrán a futuros aprendizajes. Como dice Juan García Moreno manipular «tiene dos acepciones principales: manejar una

cosa o trabajar sobre ella con las manos o con algún instrumento, y hacer cambios o alteraciones en una cosa interesadamente para conseguir un fin determinado. Ambas acepciones tienen sentido en la aplicación anterior, en la que se manipulan conceptos (magnitudes) relacionándolos entre ellos mediante los signos de las operaciones para expresar la estrategia de resolución del problema» (García, 2017). Nosotros diremos que manipular no solo es tocar, sino que es pensar con las manos o con los instrumentos necesarios.

Godino (2003) define dos tipos de materiales manipulativos:

- Manipulativos tangibles: donde la percepción táctil es importante y los objetos desempeñan funciones simbólicas. Ejemplos: las regletas o los ábacos, etc.
- Manipulativos gráfico-textuales-verbales: tienen en cuenta la percepción visual y/o auditiva, como gráficas, símbolos o tablas y sirven como medio de expresión de técnicas y conceptos, y como instrumentos de trabajo.

Entre las funciones de los materiales manipulativos están la relación entre el lenguaje y el pensamiento, el análisis de los conceptos y de su eficacia y, sobre todo, el enlace entre la realidad y los objetos matemáticos para una mejor comprensión.

Hay que tener en cuenta que los conceptos matemáticos y sus operaciones son abstractos y están escritos utilizando un lenguaje formal que no es cercano a nuestros alumnos. La utilización de símbolos y relaciones formales no es sencillo si no se tiene un nivel de abstracción elevado. Los alumnos de primaria no tienen este nivel, además de que el desarrollo de este está en distintas etapas o estadios. El matemático alemán Zoltan Dienes sostiene que existen distintas etapas por las que los niños acceden a organizar su aprendizaje de las matemáticas. Estas etapas son:

- Juego Libre: utilización de un material concreto manipulado, explorando libremente para que los niños creen un juego propio.
- Juego Estructurado: en esta fase, los niños utilizan el material de la etapa anterior, aplicando unas reglas de juego marcadas por el docente, pero sin explicar claramente lo que se quiere conseguir.
- Isomorfismo: consiste en presentar un juego diferente, pero con estructura similar al anterior, y encontrar las semejanzas y diferencias entre ellos. Hay que reconocer sus estructuras y eliminar los elementos carentes de interés.
- Representación gráfica: como su nombre indica, se basa en representar o esquematizar las actividades realizadas.

- Verbalización: es la parte lingüística del proceso, en la que los niños describen las representaciones gráficas, utilizando un lenguaje inventado por ellos.
- Juego de la Demostración: donde los alumnos pasarán de describir a definir teorías, basándose en sus experiencias en las etapas anteriores.

Los juegos o materiales presentados en un museo tienen que tener presentes estas etapas para dar respuesta al amplio público que acude a ellos. Esta idea nos va a ayudar a visualizar los conceptos abstractos, empezando primero por los concretos, y así, los alumnos o personas que realicen las actividades propuestas, puedan construir sus propias ideas matemáticas. Esto no quiere decir que los materiales manipulativos sean un fin, sino que más bien deben ser considerados como un medio.

Cuando trabajamos con materiales divulgativos hay que tener en cuenta los problemas o dificultades siguientes::

- El profesor: su formación y su concepción sobre las matemáticas y su aprendizaje. Si su objetivo es provocar experiencias e interrogantes a los alumnos, entonces necesitará utilizar este material.
- El alumno: su interés, disciplina, motivación o nivel de aprendizaje son factores que influirán tanto en la decisión de qué material utilizar como el momento en el que utilizarlo —un lunes o un viernes, a primera o última hora, etc. También es importante saber dosificar su utilización, pues la motivación por la novedad de un material distinto a las clases formales puede desaparecer.
- Cuestiones metodológicas sobre el concepto matemático a explicar: esto nos lleva a hacernos preguntas sobre qué tipo de material utilizar o qué se puede trabajar con un material y, sobre todo, cuál será la comprensión del concepto que adquieren nuestros alumnos utilizando estos materiales.
- El material: hay que considerar siempre el nivel, las características del grupo, la duración y su distribución en el tiempo, etc.

En una conversación de M^a Antonia Canals con Purificación Biniés Lanceta (2008), esta gran didacta recuerda lo que decía María Montessori —«el niño tiene la inteligencia en la mano»— y propone un decálogo para utilizar materiales manipulativos:

1. Presentar una propuesta de trabajo, a poder ser en forma de una pequeña investigación.
2. Invitar a la acción, dejando bien claro qué es lo que vamos a hacer.
3. Observar a niños y niñas, sus reacciones, sus intereses, y acoger las posibles ideas o iniciativas.

4. Estar dispuesto a cambiar el camino previsto para seguir las, aceptando lo imprevisto.
5. Pedir la estimación de resultados en las medidas y cálculos —base del cálculo mental— y la anticipación de fenómenos geométricos en el espacio.
6. Provocar y acompañar el descubrimiento de alguna cosa nueva. Cuando lo han hecho, maravillarse y felicitarles calurosamente.
7. Potenciar el diálogo, invitando a los alumnos a que expresen aquello que han hecho y visto. Pedirles una explicación oral coherente.
8. Resumir aquello que se ha hecho, se ha dicho y, sobre todo, aquello que se ha aprendido. Ayudar a formular conclusiones.
9. Relacionar los conceptos que se han trabajado con anterioridad y, en ocasiones, con otras actividades —calculadora, estadística, etc.
10. De manera opcional, pasar alguna cosa al lenguaje escrito, primero coloquial y después matemático —con cifras y signos.

Además, define los objetivos fundamentales que, como docentes, nos tenemos que plantear cuando enseñamos matemáticas, proponiendo actividades: el primer objetivo debería ser interesar y hacer disfrutar a los alumnos de los secretos de esta disciplina; y el segundo, ayudarles a descubrir las relaciones que existen entre las matemáticas y el mundo que nos rodea, y aprender a aplicarlas. Pero, sobre todo, hacer pensar a los alumnos a través de la investigación y la búsqueda de respuestas.

3.3. EL JUEGO Y LAS MATEMÁTICAS

Desde sus inicios, las actividades matemáticas siempre han tenido una relación con los juegos o con la componente lúdica de estos. Además, «analizar un juego y buscar su solución es una actividad que se asemeja mucho a la manera en que trabajan los matemáticos» (Gairín, 1990).

Martin Gardner intentó definir de manera precisa lo que es un juego, puesto que la idea conlleva muchos significados y esto se refleja en las distintas acepciones que esta palabra tiene en el Diccionario de la Lengua. La que más se acerca a la idea que nosotros vamos a trabajar es el «ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde». Miguel de Guzman (1989) recoge las características de los juegos: han de ser libres, con una función en el desarrollo del hombre, debe producir placer, tiene que estar separados de la vida cotidiana, debe producir tensión, crea lazos entre los participantes y

establece normas y un nuevo orden. Existen dos tipos de juegos dentro de nuestra práctica docente: juegos donde se utilicen conceptos o algoritmos incluidos en los currículos educativos y juegos donde se pone en práctica los razonamientos, habilidades y destrezas que proceden de las matemáticas, como los juegos de estrategia.

Los juegos son elementos de alto valor educativo porque permiten a los alumnos experimentar, investigar, descubrir, resolver problemas y reflexionar. Además, el juego tiene una implicación emocional — su carácter lúdico ayuda en el desbloqueo, nos desinhibe y nos motiva— y social —favorece en la adquisición de habilidades y destrezas personales y sociales, y desarrolla la empatía, la cooperación, y la aceptación y el seguimiento de normas.

Muñoz, Alonso y Rodríguez (2014) reúnen las siguientes razones para utilizar los juegos:

- Son actividades atractivas y novedosas que desarrollan su espíritu competitivo. La motivación debe ser una de las primeras razones por las que utilizar este tipo de actividades.
- Existe un paralelismo entre los juegos de estrategia y la resolución de problemas. Los juegos desarrollan tácticas, ayudan a buscar patrones, trabajan el ensayo- error, y ayudan a proponer y probar hipótesis y a realizar deducciones.
- Ayudan a trabajar la diversidad en el aula. Además, los estudiantes de bajo rendimiento académico comúnmente mejoran su desempeño a causa de un mayor interés.

Todas las características de los juegos y de los materiales manipulativos nos permiten trabajar de manera completa varias de las competencias claves.

Como conclusión de este apartado, podemos decir que la manipulación y el juego introducen lo que M^a Antonia Canals define como “el interrogante”: esas preguntas que se realiza el niño y por las que siente necesidad de encontrar una respuesta. En sus propias palabras: «Si no hay interrogante, no hay evidencia del problema con el que nos encontramos y, por lo tanto, no se produce descubrimiento alguno. El verdadero aprendizaje es el propio descubrimiento, ya lo decía Feinet» (Bienés, 2008).

4. EL MUSEO DE LA CIENCIA DE VALLADOLID. ACTIVIDADES EN EL MUSEO

4.1. EL MUSEO

En la sociedad actual, la ciencia y las matemáticas están ocupando un lugar preferente, y los museos dedicados a estas materias son templos a visitar. Si hacemos una revisión rápida sobre museos centrados en las matemáticas, podemos nombrar los siguientes: el Momath National Museum of Mathematics de New York (EE.UU.), el Giardino di Archimede de Florencia, (Italia), el Mathematikum —primer museo interactivo en el mundo dedicado a las matemáticas— de Gießen (Alemania) o el Atractor de Oporto (Portugal). En España también tenemos entidades centradas exclusivamente en esta materia, como son el Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA) —que primeramente fue una exposición itinerante, para más tarde convertirse en un museo con sede propia y exposición permanente— y el Museo de Matemáticas de Casbas, inaugurado en 2019 en un monasterio cisterciense e impulsado por el Instituto Universitario de Matemáticas y Aplicaciones (IUMA) de la Universidad de Zaragoza y la Sociedad Aragonesa ‘Pedro Sánchez Ciruelo’ de Profesores de Matemáticas (ANEM).

En nuestra ciudad no tenemos un museo exclusivo de matemáticas pero sí un museo de la ciencia con una sala totalmente dedicada a ellas.

El Museo de la Ciencia de Valladolid es el único de este género en Castilla y León. Se inauguró el 29 de abril de 2003, su titularidad es municipal y a su patronato se reparte entre cuatro instituciones públicas: Ayuntamiento, Diputación, Universidad de Valladolid y Junta de Castilla y León. Su ubicación es una antigua fábrica de harinas conocida como ‘El Palero’, a las orillas del río Pisuerga. Los arquitectos responsables de la remodelación del edificio fueron Rafael Moneo y Enrique de Teresa. En 2007 fue ampliado con la llamada ‘Casa del Río’, situada en la margen opuesta del río.

El vestíbulo que recibe a los visitantes tiene acceso desde las plazas norte y sur. En él ya encontramos elementos que nos remiten tanto a la ciudad donde está ubicado el museo — un Renault 4x4 número 1 y un monoplaça de Fórmula1 Williams-Renault 1994, ambos

símbolo de la unión del consorcio FASA-Renault con Valladolid— como a la ciencia a la que se dedica la totalidad del contenido del museo —un péndulo de Foucault, un Cienciometro y diversos módulos educativos—. Desde él se tiene acceso a la Sala de los Niños —lugar donde se realizan talleres para escolares de 3 a 7 años—, la sala Ingenio de Castilla y León, el superordenador Crazy 1-S/2000, el espacio dedicado a Pasteur y la entrada al edificio de la exposición permanente, que consta de cuatro plantas, ocupando casi 1700 m². El contenido al que se dedica es muy variado:

- Planta -1: encontramos las salas de la energía y del agua, y varios espacios llamados, respectivamente, ‘Islas de aguas en tierras de sed’ y ‘La química en escena’. La sala del agua ofrece al visitante experiencias como el Tornillo de Arquímedes, conocer el funcionamiento de las esclusas o poder construir un puente. ‘La química en escena’ consta una gran tabla periódica que nos muestra los elementos químicos de manera interactiva.
- Plantas 0 y 1: acogen a la neurona y la sala ‘Pío del Río Hortega’, dedicada al sistema nervioso y los sentidos, y un observatorio de las islas de El Palero. En estas plantas podemos conocer los secretos del sistema nervioso y el cerebro de forma interactiva, y desde el observatorio estudiar las plantas y animales que viven en los islotes del Pisuerga.
- Planta 2: en ella se encuentra la sala llamada ‘Malditas Matemáticas... ¿o no?’. Se inauguró en septiembre de 2018 y es fruto de la colaboración del museo con la Sociedad Castellano y Leonesa de Profesores de Matemáticas Miguel de Guzmán (SOCYLEM). El Museo de la Ciencia de Valladolid es uno de los pocos museos españoles que dedica todo un espacio a esta materia. Esta última planta es en la que vamos a centrar nuestro trabajo y actividad.

Un elemento importante del museo es el Planetario Digital: una cúpula semiesférica de once metros de diámetro donde se proyectan espectáculos para diferentes edades, como ‘El cielo del día’ —sesión astronómica en directo— o ‘La niña que sabía caminar al revés’.

‘La Casa del Río’ está dedicada a los ecosistemas fluviales, centrándose en las especies que habitan el Pisuerga en sus tramos alto, medio y bajo.

Además, el museo dispone de dos salas más en las que alberga exposiciones temporales. En el momento de la realización de este trabajo de fin de grado se exponen ‘Memoria’ —muestra interactiva desarrollada por el Museo de las Ciencia Príncipe Felipe de Valencia y que examina los procesos del recuerdo desde los puntos de vista personal, cultural, biológico y psicológico— y ‘Dicen que tienes veneno...’ —exposición desarrollada por el

grupo Arroz y que recoge dieciséis terrarios y dos *acuaterrios*, donde nos explican la importancia de los animales venenosos en las cadenas tróficas y sus ecosistemas.

También tiene una amplia oferta educativa —‘Doctor ADN’, ‘El sol vive en casa’, ‘Jugando a espías’, etc.— y actividades dirigidas a todos los públicos —el concurso para escolares ‘Desafiando a la Ciencia’, certámenes de relatos breves con diversas temáticas relativas a la ciencia, o un ciclo de conferencias con el título ‘Increíble pero falso’—, además de participar en las iniciativas de ‘La noche de los científicos’ o efemérides importantes de la ciudad.

4.2. LA SALA “MALDITAS MATEMÁTICAS...¿O NO?”

El título de la sala de matemáticas del museo juega con el título del libro *Malditas Matemáticas. Alicia en el País de los Números*, de Carlo Frabetti, y parece que con los puntos suspensivos y ese ‘¿o no?’ pregunta al visitante si la concepción negativa que se suele tener de las matemáticas puede ser errónea.

La entrada a la sala se realiza a través de una puerta donde el número π (pi) nos da la bienvenida y nos ayudará a recorrer la distintas secciones y módulos que hay en ella. Durante el recorrido por este número tan significativo para las matemáticas nos vamos a encontrar curiosidades, como el ‘punto de Feynman’ —seis nueves seguidos— o algunos números de teléfono de la provincia de Valladolid.

Cada sección tiene una temática distinta asociada a un color característico, lo que ayuda a delimitar visualmente las distintas áreas que componen la muestra. Las secciones en las que se divide la sala son las siguientes:



Figura 1: Vista general de la sala de matemáticas

- Universo Numérico: se presentan los distintos tipos de números con los que trabajamos a través de juegos numéricos, y muestra cómo utilizamos esas cifras en nuestra vida cotidiana.
- Perplejidad: cómo nuestros sentidos perciben ciertos elementos y cómo las matemáticas nos ayudan de entender estas impresiones.
- Matematizarte: a partir de vídeos e imágenes descubrimos la relación de las matemáticas con la naturaleza o disciplinas como el arte, la arquitectura, etc.
- Descubriendo Figuras: esta sección es la más grande de la sala, pues la geometría está presente en gran parte de los elementos que nos rodean. En ella podemos jugar con poliedros, demostrar con agua el teorema de Pitágoras, realizar nuestros propios mosaicos o entender por qué las tapas de alcantarilla son redondas (figura 2). Pero la estrella de este apartado, y seguramente el mayor atractivo de toda la sala, es una bicicleta con ruedas cuadradas que se mueve a través de una superficie formada por catenarias invertidas que le permiten su avance.



Figura 2: Vista de la zona Descubriendo Figuras

- Emboscadas de la Lógica: este tema se trabaja de manera implícita en las aulas, pero es una parte muy importante de las matemáticas, ya que nos ayuda a enfrentarnos a retos y problemas como los que están presentes en esta sección (figura 3)



Figura 3: Vista de la zona Emboscadas de la Lógica

- Azar y Estadística: uno de los bloques más denostados en las programaciones de aula son los contenidos que se trabajan en esta parte. En ella se nos enseña cómo hacer un muestreo para que una encuesta, se nos presentan gráficos mentirosos con los que se nos puede engañar si no sabemos matemáticas, o nos descubren a qué puerta o caballo debemos apostar si queremos tener mayor probabilidades de ganar en una apuesta o carrera (figura 4).



Figura 4: Vista de la zona Azar y Estadística

- En busca de una solución: aquí se nos presentan algunos de los problemas del milenio cuya resolución se premia con un millón de dólares, como la 'conjetura de Golbach'. También nos presenta cuestiones curiosas, como el 'teorema de los cuatro colores' —que nos ayuda, por ejemplo, a colorear mandalas— o la 'paradoja de los puentes de Königsberg' —que nos pregunta si podemos encontrar un

recorrido para recorrer toda la ciudad cruzando por cada puente solo una vez y regresar al punto de partida—, trasladada a nuestro entorno del Pisuegra.

La enumeración de los módulos que pertenecen a cada sección se desarrollará en la actividad no guiada.

Repartidas por el suelo de la sala hay baldosas con información sobre fórmulas importantes —la ecuación de Euler, el Teorema de Pitágoras, el Teorema fundamental del cálculo, la regla de Laplace y la ecuación de segundo grado— y matemáticos eminentes —Pitágoras, Hipatia, Fibonacci, Euler, Sophie Germain, Gauss, Ada Byron, Sofia Kovalievskaya, Miguel de Guzmán y Maryam Mirzajani—. Como vemos, el factor femenino ha tomado en esta instalación un papel relevante, haciendo de esta sala un espacio digno de nuestra modernidad.

4.3. ITINERARIOS EN LA SALA

Cuando nos planteemos realizar una visita a la sala, lo primero que tenemos que hacer es preguntarnos sobre los objetivos que queremos conseguir con ella. Como hemos explicado en el apartado de actividades complementarias y extraescolares, estos propósitos nos llevarán a realizar un tipo de visita u otra, condicionando asimismo la realización de actividades antes, durante y después de la salida. Si nuestro objetivo es que los alumnos conozcan la existencia de la sala de las matemáticas, el itinerario organizado puede ser una actividad interesante para realizar. Si, en cambio, lo que se desea es que los alumnos realicen actividades en la sala relacionadas con el contenido de la programación de matemáticas y que estén al nivel de los alumnos con los que se va a realizar la visita, el itinerario libre será la opción más idónea.

Pasamos a describir cada una de estos itinerarios.

4.3.1 Itinerario Organizado

La siguiente actividad se desarrollará dentro de la sala de matemáticas del Museo de la Ciencia de Valladolid, y servirá de presentación de las actividades que recoge la sala.

4.3.1.1 Objetivos Generales de la actividad

- Conocer las actividades y juegos que hay en la sala, tomar conciencia de las distintas partes en las que está dividida la sala y, en consecuencia, las distintas disciplinas que se trabajan en las matemáticas.
- Dar una visión diferente de las matemáticas trabajadas en el aula.

- Presentar a distintos personajes matemáticos que han sido importantes en el desarrollo de la materia.

4.3.1.2 Objetivos Didácticos de la actividad

En esta actividad no vamos a desarrollar los elementos curriculares que se trabajan en los bloques del 2 al 5 del currículo de matemáticas, sino que nos centraremos en los contenidos del Bloque 1: Procesos, Métodos y Actitudes Matemáticas. Más en concreto en los siguientes puntos:

- Planificación del proceso de resolución de problemas.
- Acercamiento al método de trabajo científico con el planteamiento de pequeñas investigaciones en contextos numéricos, geométricos y funcionales.
- Utilización de los procedimientos matemáticos estudiados para resolver problemas en situaciones reales.
- Disposición para desarrollar aprendizajes autónomos y confianza en sus propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo científico.
- Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas.
- Participación y colaboración activa en el trabajo en equipo y el aprendizaje organizado a partir de la investigación sobre situaciones reales. Respeto por el trabajo de los demás.








4.3.1.3 Público al que está dirigido

Esta actividad al ser de presentación de los elementos que componen la sala no está dirigida a ningún curso escolar concreto.





4.3.1.4 Desarrollo de la Actividad







Los alumnos participantes se repartirán en cinco grupos, a cada uno de los cuales se les asignará una misión distinta. Cada una de las misiones lleva el nombre de un matemático relevante: Pitágoras, Hipatia de Alejandría, Karl F. Gauss, Sofía Kovalevskaya y Ada Lovelace. Si queremos que nuestros alumnos se sientan vinculados con el matemático o matemática que les ha tocado, los grupos se realizarían unos días antes de efectuar la visita. Además, como actividad inicial, se puede hacer una presentación o una investigación sobre cada uno de ellos para que los alumnos conozcan a los personajes con los que van a trabajar.





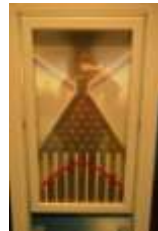

Para iniciar la actividad, cada grupo se reunirá en la baldosa de su matemático o matemática para organizarse e iniciar la resolución de la misión.

	Universo numérico	Perplejidad	Descubriendo figuras	MateMatizArte	Emboscadas de la Lógica	Estadística y Azar	En busca de una solución
Misión Hipatia	 1. Solitario danés- <i>Empieza por ...</i> La ciudad en la que se encuentra el famoso cuadrado que también busca la misma suma es _____	 7. Banda de Moebius- <i>Única Vocal</i> La quinta palabra del cuento infinito escrito en una de las bandas de Moebius es _____	 3. Panel cónicas- <i>Última consonante</i> La cónica que forman los chorros de agua de una fuente es una _____	 4. Palencia Ursi- <i>Acaba en...</i> La figura que forma es una _____	 2. Laberinto- <i>Segunda vocal de ,,</i> Si empezamos hacia arriba, el número de la casilla de llegada del segundo movimiento es _____	 6. Para muestra un botón - <i>Letra tercera</i> Los _____ votan al partido perdedor	 5. Curvas descenso rápido- <i>Acaba en ...</i> La curva de descenso más rápido es la _____
PALABRAS	(<i>barcelona</i>) b	(<i>acabar</i>) a	(<i>parábola</i>) l	(<i>espiral</i>) l	(<i>tres</i>) e	(<i>buzos</i>) z	(<i>cicloide</i>) e
FRASE	Las matemáticas tienen <u>belleza</u> y enamoran.						

<p>Misión Gauss</p>	 <p>1. Baile números- Última consonante de la respuesta</p> <p>Solo _____ puedo formar un círculo porque soy un número _____</p>	 <p>2. Anamorfofis- Tercera vocal de la respuesta</p> <p>La anamorfofis que depende del ángulo desde el que se observe se llama _____ anamorfofis _____</p>	 <p>3. Alcantarillas- Primera consonante de la respuesta:</p> <p>Las alcantarillas que no se cuelan tienen _____ constante _____</p>	 <p>4. Pentágonos. Acaba en _____</p> <p>La ciudad donde se encuentra la pasarela pentagonal es _____</p>	 <p>5. Corazón Acaba en _____</p> <p>El color que está representado en menor proporción es _____</p>	 <p>6. Triángulo de Pascal El número mayor empieza por _____</p> <p>En el triángulo de Pascal el número quince es la suma de _____ y _____</p>	 <p>7. Puentes Empieza por _____</p> <p>El apellido del matemático que resolvió este problema por primera vez es _____</p>
<p>PALABRAS</p>	<p>(<i>primo</i>) m</p>	<p>(<i>oblicua</i>) u</p>	<p>(<i>anchura</i>) n</p>	<p>(<i>Valladolid</i>) d</p>	<p>(<i>amarillo</i>) o</p>	<p>(<i>diez</i>) d</p>	<p>(<i>Euler</i>) e</p>
<p>FRASE</p>	<p>El <u>mundo de</u> las matemáticas no es _____</p>						

<p>Misión Pitágoras</p>	 <p>1.Panel conjuntos números- <i>La segunda vocal de la respuesta</i></p> <p>La familia de números a la que pertenece la diagonal de la televisión es el de los números _____</p>	 <p>2.Botella de Klein- <i>Empieza por</i> _____ Klein diseño una extraña _____</p>	 <p>6.Morenaments <i>Empieza por</i> _____ ¿Cuántos grupos de simetría distintos hay en el plano? _____</p>	<p>4. Catedral Burgos- <i>Consonantes de la última sílaba</i></p> <p>Hay una estrella pentagonal en el _____ de la catedral de Burgos.</p>	<p>3.Salto Caballo <i>Primera vocal de la respuesta</i></p> <p>Euler construyó un juego de salto de caballo que a la vez era un _____ semimágico</p>	<p>5.Monty-Hall <i>Vocal de la respuesta</i></p> <p>En el juego de Monty_Hall, ¿cambiarías de puerta para tener más probabilidad de ganar? ____</p>	 <p>7.Problema viajante <i>Acaba en ...</i></p> <p>Para cinco ciudades hay _____ caminos cerrados posibles</p>
<p>PALABRAS</p>	<p>(Reales) a</p>	<p>(botella) b</p>	<p>(diecisiete) d</p>	<p>(cimborrio) rr</p>	<p>(cuadrado) u</p>	<p>(si) i</p>	<p>(veinticuatro) o</p>
<p>FRASE</p>	<p>un lugar <u>aburrido</u> en el que estar.</p>						

<p>Misión Kovalevskaya</p>	 <p>1.Puzzle racionales- <i>Las dos primeras letras de la respuesta.</i></p> <p>En las piezas hay distintas representaciones o _____ de un número racional.</p>	 <p>2.Escalera Escher- <i>Primera, segunda y cuarta letra de la respuesta.</i></p> <p>Esta curiosa escalera se inspira en la escalera y el _____ de Penrose</p>	 <p>3.Teorema Pitágoras- Las dos letras que siguen a la G en la respuesta</p> <p>El teorema más famoso es el del matemático _____</p>	<p>5.Cine y matemáticas- <i>En la última sílaba de la tercera palabra, quita la última letra</i></p> <p>La película sobre una niña con un gran talento para las matemáticas se titula _____</p>	 <p>4.Torres Hanoi- <i>Las dos primeras letras de la respuesta:</i></p> <p>La escalera de Cantor ayuda a resolver el rompecabezas de Hanoi pues cada peldaño indica el color del _____ que hay que mover.</p>	 <p>7.Gráficos mentirosos <i>Segunda letra de la respuesta.</i></p> <p>No lo parece pero el transporte más usado es el _____</p>	 <p>6.Panel problemas- <i>Segunda y tercera letra de la respuesta</i></p> <p>La conjetura de Goldbach dice que todo número par mayor que 2 es suma de dos números _____</p>
<p>PALABRAS</p>	<p>(expresiones) ex</p>	<p>triángulo (tra)</p>	<p>(Pitágoras) or</p>	<p>Un don excepcional (na)</p>	<p>disco (di)</p>	<p>coche (o)</p>	<p>primos (ri)</p>
<p>FRASE</p>	<p>Es un lugar <u>extraordinario</u>; merece la pena</p>						

Misión Lovelace	 <p>1. Número PI- <i>Segunda y séptima letras</i> Pi es un número irracional con infinitas cifras _____</p>	 <p>2. Cubo Yosimoto- <i>Tercera letra de la respuesta.</i> Dentro del cubo de Yosimoto vive un rombododecaedro _____.</p>	 <p>3. Secciones- <i>Quinta letra de la solución</i> Lo que se ve al pasar por debajo del arco de luz los distintos cuerpos geométricos es una figura plana llamada _____</p>	<p>4. Música- <i>Empieza por ____</i> La partitura simétrica corresponde al dueto del _____</p>	 <p>5. Ordena los Lápices- <i>Primera consonante de la respuesta</i> El lápiz más largo es de color _____</p>	 <p>6. Aparato de Galton- <i>Cuarta letra de la respuesta.</i> La forma de distribuirse las bolitas se ajusta a una curva llamada _____ de Gauss</p>	 <p>7. Teorema de los cuatro colores- <i>Acaba en ____</i> Para pintar la comunidad de Castilla y León necesitarás, como mínimo, _____ colores distintos.</p>
PALABRAS	(decimales) el	(estrellado) t	(sección) i	(espejo) e	(amarillo) m	(campana) p	(cuatro) o
FRASE	pasar <u>el tiempo</u> allí. Marcus du Sautoy						

4.3.2 Itinerario Abierto

Para la realización de esta actividad se proporciona al docente una lista detallada de los módulos que componen la sala para que pueda preparar un itinerario para sus alumnos, adecuado al nivel educativo de estos y adaptado al temario que el profesor quiera trabajar con ellos.

4.3.2.1 Objetivo General de la Actividad

Acercar a los alumnos distintos aspectos de las matemáticas a través del juego y de la manipulación, estimulando a los alumnos a investigar y a trabajar en grupo.

4.3.2.2 Objetivos Didácticos de la actividad

Son los señalados por el profesor que realice la actividad y que se derivarán del nivel educativo de los alumnos participantes.

Además de estos, también trabajaremos los del bloque 1 del currículum de matemáticas detallados en la actividad organizada.

En la tabla donde se desglosan todas las actividades está también indicado el contenido que se trabaja con cada una de ellas.

4.3.2.3 Desarrollo de la Actividad

Como idea básica de la actividad, se propone que el docente elija una tarea o varias de cada una de las secciones en la que está dividida la sala, con las que se generará un cuaderno de trabajo para los alumnos. A la hora de elegir las actividades, los docentes tienen que tener en cuenta:

- El aprendizaje que van a realizar sus alumnos.
- Los intereses de los alumnos.
- El nivel de competencias de los integrantes de los grupos.



Para la realización de las actividades, se plantea que los alumnos sean repartidos en tantos grupos como secciones, y que roten de unas a otras dando un tiempo determinado para su realización. De esta manera los alumnos no se agolparán en una zona concreta de la sala.

Se deja a elección del profesor otorgarle un carácter competitivo a la actividad.




En la siguiente tabla se especifican las distintas secciones y las actividades que se pueden realizar en cada una de ellas, según el nivel de los alumnos. Se utilizan los módulos que más relación tienen con el alumnado de Primaria.


Se recomienda al profesor que, previamente a la realización de la actividad, visite la sala y compruebe que las pruebas elegidas corresponden al nivel y al gusto de sus alumnos.


Para que la práctica sea completa, también se propone que se realicen dos actividades: una inicial, para preparar la visita, y otra final, que complemente lo trabajado en el museo. La preliminar debe ser de presentación del museo y de las actividades que se van a realizar en él, y debe animar a los niños a realizar la visita al museo, además debe presentar a los alumnos los objetivos que queremos conseguir con ella. Una presentación de la sala y la realización conjunta de algunas de las actividades descartadas puede ser una opción. La conclusiva debe tener un carácter de cierre. Una idea sencilla sería escribir una reseña de la visita del museo, y algo más complicado sería generar una actividad matemática para el aula basada en una de las tareas realizadas en el museo, o hacer, por ejemplo, una exposición de fotografía matemática, buscando las matemáticas que les rodean.

Secciones	Actividades	Niveles		
	Contenido Curricular	1°-2° Primaria	3°-4° Primaria	5°-6° Primaria
Universo numérico	 <p>Panel de familias de números - Números naturales, enteros, decimales y fracciones.</p>	<p>Localizar los números que cuentan: <i>Sol: En la cocina y donde montan muebles</i></p>	<p>Localizar los números naturales. <i>Sol: En la cocina y donde montan muebles (N)</i></p>	<p>Localizar los números naturales, y enteros. <i>Sol: En la cocina y donde montan muebles (N) y en el termómetro (Z)</i></p>
	 <p>Solitario danés – Buscando la misma suma - Operaciones con números naturales: adición, sustracción, multiplicación y división.</p>	<p>Con las fichas colocadas comprobar que la suma sea la misma <i>Sol: 20</i></p>	<p>Con todas las fichas colocadas menos las tres de arriba, colocarlas para que la suma sea la misma <i>Sol: 20</i></p>	<p>Con todas las fichas colocadas menos las tres de arriba, colocarlas para que la suma sea la misma <i>Sol: 20</i></p>



	 <p>Animación “Bailad primos, bailad” - Divisibilidad: múltiplos, divisores, números primos y números compuestos. Criterios de divisibilidad.</p>			<p>Observar la animación y las distintas formas de factorizar. Dibujar como se organizan los números 11,15 y 20 Sol: 11 Círculo 15 Pentágono de Triángulos Pentágono de cuadrados</p>
	 <p>Puzzle factores- cada número con sus factores - Operaciones con números naturales: adición, sustracción, multiplicación y división.</p>		<p>Unir algún triángulo</p>	<p>Formar alguna de las estrellas</p>

	 <p>Puzle Racionales- Varios trajes para un mismo número</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relación entre fracción y número decimal, aplicación a la ordenación de fracciones. - Correspondencia entre fracciones sencillas, decimales y porcentajes. 		Unir fracción y gráfica aunque no se forme el puzle	Unir fracciones, gráficas y/o decimales aunque no se forme el puzle
Perplejidad	 <p>Yoshimoto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poliedros. Elementos básicos: vértices, caras y aristas. Tipos de poliedros. 	<p>¿Cómo son las caras del cubo contorsionista?</p> <p><i>Sol: Cuadrados</i></p>	<p>¿Cómo son las caras del cubo contorsionista?</p> <p><i>Sol: Cuadrados</i></p>	<p>¿Cuántos cubos más pequeños forman el cubo de Yoshimoto?</p> <p><i>Sol: 8 cubos</i></p>
	 <p>Anamorfosis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera. 	<p>Descubrir que objeto se esconde en una de las imágenes</p>	<p>Descubrir que objeto se esconde en una de las imágenes</p>	<p>¿Qué figura tiene el espejo que necesito para ver la figura...?</p>

	 <p>Ames</p> <p>- Sistema de coordenadas cartesianas. Descripción de posiciones y movimientos por medio de coordenadas de distancias, ángulos, giros...</p>	<p>¿Dónde se te tienes que colocar para ser lo más grande posible en la imagen?</p>	<p>¿Dónde se te tienes que colocar para ser lo más grande posible en la imagen?</p>	<p>¿Dónde se te tienes que colocar para ser lo más grande posible en la imagen y donde para ser lo más pequeño?</p>
--	---	---	---	---



	 <p>Cinta de Moebius</p> <p>- Formas planas y espaciales.</p>	<p>¿Cómo es la cinta del cuento de la cinta?</p> <p><i>Sol: De nunca acabar</i></p>	<p>¿Qué cuento se puede leer en la cinta?</p> <p><i>Sol: La cinta de nunca acabar no tiene principio no tiene final. Y tiene derecho, mas no tiene revés ¿quieres que te lo cuente otra vez?</i></p>	<p>¿Qué cuento se puede leer en la cinta?</p> <p><i>Sol: La cinta de nunca acabar no tiene principio no tiene final. Y tiene derecho, mas no tiene revés ¿quieres que te lo cuente otra vez?</i></p> <p>¿Qué parte de la cinta recorre el coche dando una vuelta a la cinta y llegando al mismo lugar?</p> <p><i>Sol: Toda la cinta</i></p>
<p>Matematizarte</p>	<p>Vídeo Nature by Number¹</p> <p>- Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas</p>	<p>¿Qué animales tienen mucha relación con los números del vídeo?</p> <p><i>Sol: Caracola y Libélula (insecto)</i></p>	<p>¿Qué figura se forma con los números iniciales del vídeo?</p> <p><i>Sol: Espiral</i></p>	<p>¿Qué número seguirá:</p> <p>0 1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 144 ...</p> <p><i>Sol: 233</i></p>


¹ <https://vimeo.com/9953368>



	<p style="text-align: center;">Vídeo Ars Cúbica²</p> <p>- Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas.</p>	<p>¿De qué figura parten todos los elementos que se ven en el vídeo?</p> <p><i>Sol: De un cuadrado o cubo</i></p>	<p>¿De qué figura parten todos los elementos que se ven en el vídeo?</p> <p><i>Sol: De un cuadrado o cubo</i></p>	<p>¿De qué figura parten todos los elementos que se ven en el vídeo?</p> <p><i>Sol: De un cuadrado o cubo</i></p>
	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;">Fotografías</p> <p>- Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas .</p>	<p>¿Qué figura se forma con los números y las fórmulas matemáticas?</p> <p><i>Sol: Una cabeza</i></p>	<p>En qué ciudad puedo encontrar un pentágono muy grande</p> <p><i>Sol: Valladolid</i></p>	<p>Por qué la partitura de Mozart se puede leer igual de arriba a abajo y al revés</p> <p><i>Sol: Simetría</i></p>
<p>Descubriendo Figuras</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;">Pitágoras</p> <p>- Medida de magnitudes: Longitud, capacidad, masa, superficie y volumen.</p>	<p>¿El agua que contiene el cuadrado grande puede llenar los dos cuadrados pequeños?</p> <p><i>Sol: Si</i></p>	<p>¿El agua que contiene el cuadrado grande puede llenar los dos cuadrados pequeños?</p> <p><i>Sol: Si</i></p>	<p>¿El agua que contiene el cuadrado grande puede llenar los dos cuadrados pequeños?</p> <p><i>Sol: Si</i></p>



² <https://youtu.be/oUb8BvdbpYU>

	 <p>Secciones de Prismas</p> <p>- Formas planas y espaciales: figuras planas poligonales y cuerpos geométricos.</p>		<p>Encuentra dentro del cubo un cuadrado y un triángulo</p>	<p>Encuentra dentro del cuadrado un cuadrado, un triángulo y un hexágono</p>
	 <p>Figuras de Revolución</p> <p>- Cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera.</p>	<p>¿Qué dulce aparece si hago girar el círculo?</p> <p><i>Sol: Un donut</i></p>	<p>¿Qué dulce aparece si hago girar el círculo?</p> <p><i>Sol: Un donut</i></p>	<p>Busca en otro juego de la sala como se llama la figura que aparece cuando giro el alambre con forma de arco.</p> <p><i>Sol: Hiperboloide (en las superficies regladas)</i></p>

	 <p style="text-align: center;">Alcantarillas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Figuras planas poligonales: elementos, relaciones y clasificación. - Identificación y denominación de polígonos atendiendo al número de lados. - La circunferencia y el círculo. Elementos básicos. 	<p>¿Qué alcantarilla no se cae por su agujero, el cuadrado, el triángulo o el círculo?</p> <p><i>Sol: El Círculo, el hexágono curvado y el triángulo de Relaux</i></p>	<p>¿Cómo es el contorno de las alcantarillas que no se caen por su agujero?</p> <p><i>Sol: Una curva</i></p>	<p>¿Cómo se llama el triángulo circular que si gira forma un cuadrado?</p> <p><i>Sol: Triángulo de Relaux</i></p>
<p>Emboscadas de la Lógica</p>	 <p style="text-align: center;">Corazón Partido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepto de fracción como relación entre las partes y el todo. - Fracciones propias e impropias. Número mixto. Representación gráfica. 	<p>Cuántos triángulos amarillos tiene mi corazón</p> <p><i>Sol: cuatro</i></p>	<p>Mi corazón tiene varios colores, ¿tiene la misma porción de rojo y de amarillo?</p> <p><i>Sol: No</i></p>	<p>¿A qué número corresponde cada corazón para que la fracción sea correcta?</p> <p><i>Sol: Rojo 9, Verde 3, Amarillo 5</i></p>

	<div style="text-align: center;">  <p>Laberinto</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> - Orden numérico. Utilización de los números ordinales. Comparación de números. - La situación en el plano y en el espacio. 	<p>Si me muevo hacia arriba el número de veces que aparece en la casilla de salida caigo en una casilla cuyo número es el ...</p> <p><i>Sol: Cuatro</i></p>	<p>Para recorrer este laberinto solo te puedes mover en horizontal o vertical tantos lugares como indica la casilla en la que estas. Si empiezas en la salida y el primer movimiento lo haces hacia arriba llegas al número...</p> <p><i>Sol: Tres</i></p>	<p>Dibuja el camino que realizas al resolver el laberinto para salir por la Salida 1</p> <p><i>Sol: 3 ↑ 4 → 3 ↑ 3 →</i></p>
<p>Azar y Estadística</p>	<p style="text-align: center;">Carrera de Caballos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carácter aleatorio de algunas experiencias. - Iniciación intuitiva al cálculo de la probabilidad de un suceso. 	<p>Juega con los caballos, ¿qué caballo no se mueve nunca?</p> <p><i>Sol: El número 1</i></p>	<p>¿A qué caballo apostarías para tener más posibilidades de ganar?</p> <p><i>Sol: Al caballo número 7</i></p>	<p>¿A qué caballo apostarías para tener más posibilidades de ganar?</p> <p><i>Sol: Al caballo número 7</i></p>

	 <p>Gráficos Mentiroso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gráficos y parámetros estadísticos - Realización e interpretación de gráficos sencillos: diagramas de barras, poligonales y sectoriales. - Análisis crítico de las informaciones que se presentan mediante gráficos estadísticos. 		<p>En el gráfico de café que nos engaña, ¿cuántas veces es más grande la taza de Café Xagerao que la de Café Tontolino</p> <p><i>Sol: 9 veces más</i></p>	<p>En el gráfico de café que nos engaña, ¿cuántas veces es más grande la taza de Café Xagerao que la de Café Tontolino</p> <p><i>Sol: 9 veces más</i></p>
	 <p>Mapa 4 colores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regularidades y simetrías 	<p>Resuelve un mandala de dificultad fácil.</p>	<p>Resuelve un mandala de dificultad fácil</p>	<p>Resuelve un mandala de dificultad fácil</p>

<p>En busca de una solución</p>	 <p>Problema del Viajero</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operaciones con números naturales. - Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas. 	<p>Comprueba con la cuerda que ciudad es la que está más cerca de Valladolid</p> <p><i>Sol: Palencia</i></p>	<p>¿Cuántos kilómetros recorro si viajo de Valladolid a Soria pasando por Palencia y Burgos?</p> <p><i>Sol: 272 Km</i></p>	<p>¿Cuántos kilómetros recorro de más si viajo de Valladolid a Soria pero paso por Palencia y Burgos?</p> <p><i>Sol: 272 – 212 = 60 km</i></p>
	 <p>Curva más rápida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interés y curiosidad por el aprendizaje y utilización de las Matemáticas. - Comparación y ordenación de medidas de una misma magnitud. 	<p>¿Por qué curva llega antes la pelota?</p> <p><i>Sol: Por la primera (la más larga)</i></p>	<p>¿Por qué curva llega antes la pelota?</p> <p><i>Sol: Por la primera (la más larga)</i></p>	<p>¿Cómo se llama la curva por la que llega antes la pelota?</p> <p><i>Sol: Cicloide (La primera, la más larga)</i></p>

4.4. EVALUACIÓN DE LOS ITINERARIOS

La evaluación *in situ* de las actividades no se ha podido realizar, pues, como se ha comentado en la introducción este Trabajo Fin de Grado, se impuso un estado de alarma sanitaria y no se pudo testear con alumnos de Primaria.

Desde que el COVID-19 fue detectado en nuestro país, nuestra comunidad ha ido tomando distintas normas. La primera instrucción que se presentó fue la Orden SAN/295/2020, de 11 de marzo, donde se toman medidas preventivas para toda la población y territorio de Castilla y León. En lo referente a los centros educativos las medidas adoptadas fueron las siguientes:

- Suspender las excursiones y viajes de estudio que supongan desplazamientos de los alumnos y profesores fuera del recinto escolar.
- Suspender, en el ámbito educativo, los festivales, galas, obras de teatro y eventos de todo tipo, universitarios y no universitarios que conlleven la reunión de personas en espacios cerrados o abiertos.

Estas medidas, suspendieron todas las actividades complementarias que se realizasen fuera del centro educativo, con lo que se anularon todas las visitas a los museos.

La Orden EDU/303/2020, de 13 de marzo, suspende toda la actividad docente presencial y actividades complementarias, por lo que se tuvo que pasar a la educación telemática.

Aunque la evaluación no ha sido posible, se ha generado el material con el que esta se efectuaría para la actividad organizada.

Siempre que se realiza una actividad, una unidad didáctica o una programación, hay que tener presente su evaluación, que tiene que ser poliédrica y recoger aspectos de realización, de material o de objetivos. Una vez realizada la valoración, nos tendremos que plantear la realización de alguna modificación, reducción o mejora para próximas visitas. La evaluación de estas actividades tiene que tener en cuenta el punto de vista de los alumnos que participan en ella y el punto de vista de los docentes que la implementan.

Para la evaluación con los alumnos nos interesa conocer el grado de motivación, si las actividades propuestas les han gustado o no y por qué, qué les ha parecido la sala y si la visita ha cambiado su idea de las matemáticas. Para recoger esta información se ha desarrollado el cuestionario desarrollado en el anexo II.

Respecto a la información recabada de los profesores, nos interesa que, como observadores, valoren el material y las actividades propuestas y el trabajo realizado por los alumnos. Toda esta información se recogería utilizando el cuestionario del anexo III.

A partir de esta información podríamos desarrollar nuestras conclusiones.

Aunque esta actividad no se ha podido testar con alumnado de Educación Primaria, durante el proceso de realización de este Trabajo Fin de Grado tuve la oportunidad de que un profesor de secundaria ensayara la actividad organizada con un grupo muy reducido de alumnos de 1º de la ESO, quien revisó las explicaciones y la redacción de la actividad. A todos ellos se les pasó los cuestionarios anteriores y, aunque no se pueden extrapolar los resultados para toda primaria —pues son alumnos que ya no están en este nivel educativo y el número de elementos de la muestra es muy pequeño—, sí que es interesante analizar los resultados.

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
La actividad me ha parecido muy interesante			1 (8,3%)	7 (58,3%)	4 (33,3%)
Me he divertido realizando la actividad		1 (8,3%)	3 (25%)	3 (25%)	5 (41,7%)
Las explicaciones sobre la actividad eran claras		2 (16,7%)	2 (16,7%)	6 (50%)	2 (16,7%)
El material sobre la actividad te parece adecuado y atractivo			2 (16,7%)	3 (25%)	7 (58,3%)

De estos datos podemos concluir que la mayoría de los alumnos han disfrutado de la actividad y han entendido las instrucciones para su realización. Respecto a qué actividades les han gustado más o menos y por qué, aquí las respuestas han sido muy variadas. Para algunos, la facilidad o dificultad de las pruebas les ha gustado, pero a otros no. Las respuestas sobre por qué les gusta una actividad tenían en común las palabras ‘interesante’, ‘entretenida’ o ‘curiosa’. Esto me hace pensar que plantear los contenidos dentro de un contexto, tanto de juego o situación cotidiana, hace que nuestros alumnos vean las matemáticas con otros ojos. Muchas de las respuestas sobre por qué no les ha gustado llevaban la palabra ‘difícil’, un problema que siempre desanima a nuestros alumnos. Aunque no se puede decir que exista una prueba difícil, pues las respuestas sobre qué actividad no ha gustado han sido distintas. La facilidad o dificultad al realizar una prueba ha venido

motivada por la lectura del texto que acompañaba a la actividad, lo que me lleva a la conclusión de que la lectura comprensiva puede ser el problema de las pruebas.

Sobre la sala del museo:

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
Los materiales me resultan atractivos y me invitan a jugar		1 (8,3%)		4 (33,3%)	7 (58,3%)
El orden de la sala me ayuda a entender los juegos		1 (8,3%)	2 (16,7%)	4 (33,3%)	5 (41,7%)
Las explicaciones de las actividades son sencillas		2 (16,7%)	3 (25%)	4 (33,3%)	3 (25%)
Las matemáticas que hay en la sala se parecen a las trabajadas en el colegio	5 (41,7%)	3 (25%)	2 (16,7%)	2 (16,7%)	

De estos resultados podemos deducir que la sala les ha parecido atractiva a los alumnos, que no todo está adaptado a su nivel —pues hay respuesta muy distintas respecto a las explicaciones—, que el orden de la sala les ayuda a entender las actividades y que les ha mostrado una parte de las matemáticas con las que no están habituados a trabajar

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
He descubierto cosas nuevas sobre las matemáticas			2 (16,7%)	5 (41,7%)	5 (41,7%)
Ha mejorado mi manera de pensar sobre las matemáticas		2 (16,7%)	3 (25%)	4 (33,3%)	3 (25%)

Las respuestas a estas preguntas me suscitan más preguntas que análisis: ¿trabajamos unas matemáticas contextualizadas en el aula?, ¿utilizar tantos algoritmos de cálculo y problemas tipo ayudan a nuestros alumnos a comprender las matemáticas?, ¿reconocen las matemáticas que hay a su alrededor?, y por último, ¿resolver tantas cuentas utilizando los mismos algoritmos hace que los alumnos cambien su opinión sobre las matemáticas cuando crecen?

A la mayoría de los alumnos les ha gustado la experiencia y todos volverían a visitar la sala junto con sus amigos, lo que me hace pensar que este tipo de actividades nos ayudan a que los alumnos se impliquen un poco más con las matemáticas.

Centrándonos ahora en la encuesta realizada por el profesor, este da por válida la actividad y corrobora la participación activa de los alumnos en ella, manifestando que la manipulación de objetos les implicaba más en ella y les generaba mayor interés. Como comentario final explicita que:

«El tiempo dedicado, aproximadamente una hora, resultó adecuado, pero podría complementarse la visita con una actividad libre pautada: por ejemplo, 15 o 20 minutos más para realizar la/s actividad/es que elijan y pedirles algún tipo de informe/trabajo/desarrollo sobre la misma de forma pautada.»

Esta idea remite a la itinerario abierto, donde se recomienda una actividad inicial de presentación y otra final de cierre para complementar la salida. Algo que también comentábamos cuando analizábamos como debían ser las visitas a museos.

A partir de este análisis se puede deducir que, si los datos se repiten en un grupo mayor de alumnos, se tendrían que revisar las pruebas que les resultan más complicadas o que menos les han gustado para que la implicación sea mayor. Eso sí, sin eliminar todas, pues tenemos que atender a la diversidad de todos y cada uno de los alumnos.

Sobre el itinerario abierto no se ha realizado ningún estudio. Para evaluar este itinerario, deberíamos testear la actividad utilizando alumnos de distintos niveles educativos para así poder analizar si las actividades son adecuadas. Aunque el punto importante de esta evaluación estaría en las opiniones que nos darían los docentes que probasen la actividad. Nos interesa saber si las actividades responden a contenidos curriculares que los docentes quieran trabajar, si faltan contenidos por elaborar y si las instrucciones para desarrollar la actividad son claras.

5. CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo —mostrar que los contenidos de matemáticas de primaria se pueden trabajar a través de las actividades que oferta el museo— ha quedado desarrollado en el tercer punto. En él, se presentan dos itinerarios basados en los propósitos que el docente quiera desarrollar con la visita. Estos dependerán del nivel de los alumnos, de la implicación del docente en la actividad y del tiempo que se disponga para realizar la misma. La base para realizar estas actividades en el triángulo pedagógico de Legendre —teniendo presente al alumno-visitante, profesor-educador y contenido-visita— del que hablamos en el segundo punto del trabajo. Como nexo común de ambos itinerarios tenemos los objetivos del bloque 1 ‘Procesos, métodos y actitudes en matemáticas’ del currículum de matemáticas, que se desarrollan casi al completo y que se centran en los procesos básicos e imprescindibles del quehacer matemático. Además, estas salidas nos permiten desarrollar las competencias claves que, a veces, quedan olvidadas o son difíciles de abordar cuando se trabaja en el aula de una manera activa. Como hemos analizado en el punto 1.3, utilizamos la comunicación oral y escrita manejando vocabulario y textos relacionados con las matemáticas, creamos experiencias educativas, aprendemos normas de comportamiento y convivencias en espacios públicos, les incitamos a planificar y gestionar sus conocimientos para poder resolver los retos que se les plantean y aprendemos a valorar las manifestaciones culturales de nuestra ciudad. Todas estas acciones se encuentran recogidas en las competencias claves y contribuyen de manera muy importante en la formación de nuestros alumnos.

Las diferencias de los itinerarios son dos: los contenidos trabajados y el tipo de actividad que se desarrolla. Respecto a los contenidos, la divergencia se encuentra en los temas que se trabajan del resto de los bloques. El itinerario organizado los afronta de manera muy implícita, pues no son sus objetivos principales, mientras que el itinerario abierto —donde el docente elige los juegos que los alumnos van a realizar— los aborda de manera taxativa. Permite trabajar operaciones de números, fracciones, etc. —pertenecientes al Bloque 2 ‘Números’—, comparar medidas —contenido perteneciente al Bloque 3 ‘Medida’—, jugar con los distintos cuerpos geométricos y descubrir sus características —elementos del Bloque 4 ‘Geometría’— o descubrir cómo la estadística y la probabilidad nos pueden

ayudar a ganar en algunos juegos —en el bloque 5 ‘Estadística y Probabilidad’. Centrándonos en el tipo de actividad complementaria, la utilización de las tres etapas de la visita —inicial, realización y final— nos lleva definir una de ellas como una visita tradicional —itinerario organizado— y la otra como salida autónoma —itinerario abierto.

Para desarrollar los objetivos enunciados, hemos analizado los distintos tipos de educación y las actividades complementarias que se pueden desarrollar en el ámbito científico-técnico. Concluyendo que, como estos tipos de educación se solapan cuando vamos fuera del centro educativo, la propia experiencia de salir y la novedad de este tipo de actividades predisponen al alumno a realizar un aprendizaje distinto, además de motivarles al sacarles de la rutina del aula sea cual sea el tipo de visita realizada.

Respecto a la importancia e influencia de los museos en el aprendizaje escolar, podemos decir que realizar visitas a estos lugares durante esta etapa educativa les abrirá las puertas al mundo de la cultura, y en particular a la de su entorno. De esta manera conocerán, al menos, una institución cultural que hay cerca de ellos. Además, le abrirá las puertas para que, en el futuro, siga complementando su educación y disfrutando de las ofertas que este tipo de instituciones realicen, y así seguir con su proceso de educación informal que le durará toda la vida. Hay que dar importancia a la visión de los museos como nexos o puentes de la sociedad con la cultura, y conocer todos los recursos y posibilidades que nos ofertan para complementar el currículum académico.

Centrándonos ahora en el tipo de actividades que se van a realizar en la visita al museo, hemos encontrado que la manipulación y el juego son elementos muy importantes, ya que son unos principios importantes dentro de las distintas metodologías que puede utilizar un docente. Los niños con los que trabajamos en Educación Primaria no tienen desarrollada la capacidad de abstracción, y utilizar material les ayuda a comprender y aproximarse a los conceptos que están estudiando. Para elegir el material con el que se va a trabajar, tenemos que tener presente la etapa o estadio en la que está el niño: si están explorando, si saben estructurar y utilizar unas normas, si reconocen similitudes entre juegos, si utilizan representaciones o si saben verbalizar lo que están realizando, etc. Aunque conocer el nivel de nuestros alumnos no es lo más importante, sino que, tenemos que tener presentes los problemas que pueden surgir al utilizar materiales y juegos, y uno de ellos es nuestra capacidad como docente. Por eso, debemos tener en cuenta que tenemos que estar en continua formación de conocimientos, metodologías, innovación y tecnologías —algo que la situación de confinamiento debido a la crisis sanitaria derivada del COVID-19 nos ha

recordado de manera abrupta, fomentándose alternativas pedagógicas como la teleeducación.

Toda esa experimentación, investigación y reflexión a la que queremos llevar a nuestros alumnos tenemos que enfocarla hacia el descubrimiento del conocimiento. Debemos motivar a nuestros alumnos a que se pregunten y busquen esas respuestas, que es lo que les va a llevar en un futuro a convertirse en ciudadanos críticos y comprometidos con su sociedad.

Tenemos que tener en cuenta que existen niños que, por motivos de conciliación laboral o situación económica o social de sus familias, nunca han tenido la oportunidad de ir a un museo de la ciencia. Por lo tanto, que la escuela lo oferte como actividad complementaria, equipará a estos alumnos con el resto de sus compañeros. Este tipo de actividades complementarias es una buena manera de trabajar la atención a la diversidad, ya sea por intereses, nivel social o motivación. El estímulo que aparece cuando se realizan estas actividades tiene que utilizarse para que el alumno se implique no solo en estas tareas, sino también con la materia de las matemáticas.

Como conclusiones finales diría que:

- Las actividades complementarias son imprescindibles en las programaciones de aula, pues sin ellas nunca vamos a poder cumplir los pilares de la educación: aprender a conocer; aprender a hacer; aprender a vivir juntos, aprender a vivir con los demás y aprender a ser.
- La educación tiene que ayudar a responder a los cambios sociales que estamos experimentando.
- Tenemos que reconocer la importante labor que desempeñan los museos como espacios sociales formativos desde el punto de vista educativo y de entretenimiento: este reconocimiento nos va a llevar a que, en un futuro, nuestros alumnos añadan las visitas a museos o exposiciones dentro de sus opciones de ocio.
- Desde la perspectiva matemática, los museos de la ciencia ponen en contexto los contenidos curriculares de esta materia que, trabajados y presentados de una manera manipulativa y lúdica, debemos aprovechar para acercarlas a nuestros alumnos.
- Una vez convencidos para realizar una actividad complementaria desde el ámbito de las matemáticas, debemos utilizar la motivación generada a nuestros alumnos para trabajar en el aula e introducir las actividades realizadas para completar los contenidos curriculares.

- Siempre que nos planeemos realizar una actividad, tenemos que pensar en ella como una tarea completa y no solo una salida del aula; organizar una práctica inicial y motivacional, una actividad donde tanto el docente y el alumno se implique en su realización; y terminar con un trabajo final de los alumnos, donde recopilen su experiencia y su aprendizaje.

Las visitas a museos científicos y tecnológicos pueden contribuir a que nuestros alumnos encuentren una estimulación intelectual y aprendan la importancia de los avances de la tecnología y, de esta manera, aparezcan nuevas vocaciones matemáticas y científicas.

Como decía Miguel de Guzmán «la matemática es un grande y sofisticado juego que, además, resulta ser una obra de arte intelectual, portadora en innumerables ocasiones de una gran luz para explorar el universo y con repercusiones prácticas de gran alcance» (De Guzmán, 1989). Esta podría decirse que es la tesis de la que he partido: cómo se puede mostrar esa parte de juego y de experimentación que tienen las matemáticas utilizando las actividades complementarias, y cómo esa visión modifica las ideas preconcebidas de los estudiantes hacia esta ciencia. Ese cambio de mirada supone una evolución en la actitud de los alumnos y, en definitiva, convierte el estudio de las matemáticas en algo que va a tener un valor para el futuro.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, S. H., Sáez, A. M., & Picos, A. P. (2005). El perfil emocional matemático como predictor de rechazo escolar: relación con las destrezas y los conocimientos desde una perspectiva evolutiva. *Educación matemática*, 17(2), 89-116. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/405/40517205.pdf>.
- Arbués, E., & Naval, C. (2014). Los museos como espacios sociales de educación. *Estudios sobre educación*, 27, 133-151. Recuperado de <https://doi.org/10.15581/004.27.133-151>.
- Arteaga, B. (2016). *Una visita a los museos de las matemáticas*. Unir Revista. Recuperado de: <https://www.unir.net/educacion/revista/noticias/una-visita-a-los-museos-de-las-matematicas/549201568697/>.
- Cabalé Miranda, E., & Rodríguez Pérez de Agreda, G. M. (2017). Educación no formal: potencialidades y valor social. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36(1), 69-83. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142017000100007&lng=es&tlng=pt.
- Calvo, C. V., & Stengler, E. (2004). Los museos interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(1), 32-47. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Erik_Stengler2/publication/28092830_Los_Museos_interactivos_como_recurso_didactico_El_Museo_de_las_Ciencias_y_el_Cosmos/links/0fcfd50bc5d66ed977000000/Los-Museos-interactivos-como-recurso-didactico-El-Museo-de-las-Ciencias-y-el-Cosmos.pdf.
- Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León.
- Decreto 7/2017, de 1 de junio, por el que se regulan las actividades escolares complementarias, las actividades extraescolares y los servicios complementarios en los centros docentes concertados en la Comunidad de Castilla y León.
- De Guzmán, M. (1989). Juegos y Matemáticas. *Revista Suma nº 4* (pp. 61-64). Recuperado de: <https://revistasuma.es/IMG/pdf/4/061-064.pdf>.
- Delors, J. (1996): “Los cuatro pilares de la educación” en La educación encierra un tesoro. *Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*,

- Madrid, España: Santillana/UNESCO. pp. 91-103 Recuperado de:
https://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Vicenç, F. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada. Recuperado de:
https://ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf.
- González Peralta, A. G., Molina Zavaleta, J. G., & Sánchez Aguilar, M. (2014). La matemática nunca deja de ser un juego: investigaciones sobre los efectos del uso de juegos en la enseñanza de las matemáticas. *Educación matemática*, 26(3), 109-133.
Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-58262014000300109&lng=es&tlng=es.
- Homs, M. I. P. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educación no formal. *Revista española de pedagogía*, 525-544. Recuperado de
<https://www.jstor.org/stable/23765896>.
- Lanceta, P. B. (2008). *Conversaciones matemáticas con María Antonia Canals: O cómo hacer de las matemáticas un aprendizaje apasionante* (Vol. 247). Graó.
- Merillas, O. F. (2007). ¿ Se están generando nuevas identidades?: del museo contenedor al museo patrimonial. In *Museos de arte y educación: Construir patrimonios desde la diversidad* (pp. 27-52). Ediciones Trea.
- Mora, R. B., & Berrocal, O. G. (2002). Razonamiento lógico-matemático en las escuelas. *Revista Electrónica Educare*, (2), 129-132. Recuperado de :
<https://doi.org/10.15359/rec.2002-2.10>.
- Morentin Pascual, M., & Guisasola Aranzabal, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/10498/16589>.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., & Rodríguez-Muñiz, L. J. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: estudio de una experiencia innovadora. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 19-33. Recuperado de:
<http://www.fisem.org/www/union/revistas/2014/39/archivo6.pdf>.
- Museo de la Ciencia Valladolid – Sitio oficial museo de la Ciencia de Valladolid*.
Museocienciavalladolid.es. (2020). Recuperado de:
<http://www.museocienciavalladolid.es/>.






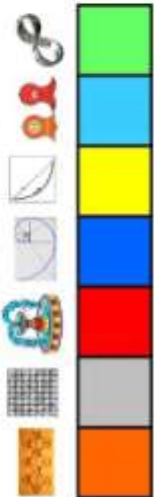

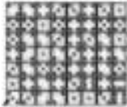
- Museo de Matemáticas Monasterio de Casbas*. Museodematematicas.unizar.es. (2020).
Recuperado de: <https://museodematematicas.unizar.es/>.
- Museu de Matemàtiques de Catalunya – Museu de Matemàtiques de Catalunya*. Mmaca.cat. (2020).
Recuperado de: <https://mmaca.cat/>.
- Navarro, Gisela Morales. Los servicios complementarios y las actividades complementarias y extraescolares: una necesidad educativo-formativa. *Avances en supervisión educativa*, 2014, no 22.
- National Museum of Mathematics*. Momath.org. (2020). Recuperado de: <https://momath.org/>.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Recuperado de: <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65>.
- Orden EDU/308/2020, de 13 marzo, por la que se concreta el funcionamiento de los centros docentes no universitarios de la Comunidad de Castilla y León, cuya actividad docente presencial y actividades extraescolares han sido suspendidas como consecuencia del coronavirus, COVID-19.
- Orden SAN/295/2020, de 11 de marzo, por la que se adoptan medidas preventivas y recomendaciones en relación con el COVID-19 para toda la población y el territorio de la Comunidad de Castilla y León.
- Pérez, C. A., & Moliní, A. M. V. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), 1-26. Recuperado de: https://pdfs.semanticscholar.org/dfb3/a72734dbff7156595283d8823fc61c612c30.pdf?_ga=2.200172398.1920075787.1591175712-1353091106.1591175712
- Rodríguez Hidalgo, I. (2018). Ciencia por fuera, ciencia por dentro, ciencia viva. El Museo de la Ciencia de Valladolid. In *La Ciencia en el Museo. Museos y Centros de Ciencia En España nº 13* (pp. 124-135). Revista del Comité Español de ICOM. Recuperado de: https://issuu.com/icom-ce_librovirtual/docs/icom-ce_digital_13
- Sallan, J. M. G. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas. *Educación*, (17), 105-118.
- Uicab, Genny (2009). *Materiales tangibles. Su influencia en el proceso enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. En Lestón, Patricia (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1007-1013). México DF, México: Comité Latinoamericano de





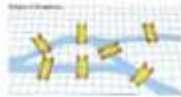




Matemática Educativa A. C.. Recuperado de:



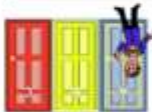





<http://funes.uniandes.edu.co/5119/1/UicabMaterialesAlme2009.pdf>




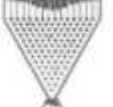
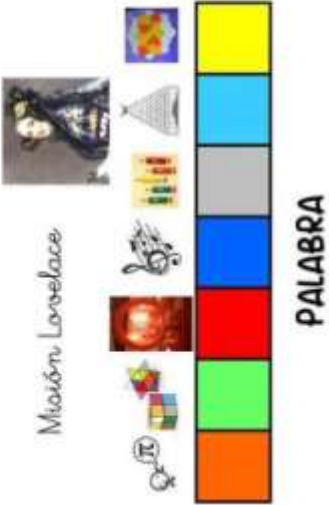


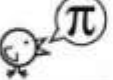
7. ANEXOS

Anexo I Fichas Actividades Visita Organizada

<p>Letra: _____</p>  <p>Las cosas que forman las clavijas de agua de una fuente se unen _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>La ciencia que forma las clavijas de agua de una fuente se unen _____</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>La ciencia que forma las clavijas de agua de una fuente se unen _____</p> <p>CONJUNTO FINITO</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>En la sucesión de Fibonacci, en la vida de LSC, la figura que forma se unen _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>En la sucesión de Fibonacci, en la vida de LSC, la figura que forma se unen _____</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>En la sucesión de Fibonacci, en la vida de LSC, la figura que forma se unen _____</p> <p>MATEMÁTICA</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>Los curvas de la ciencia más rápida se unen _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Los curvas de la ciencia más rápida se unen _____</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Los curvas de la ciencia más rápida se unen _____</p> <p>EN BUSCA DE UNA SOLUCIÓN</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>Los _____ valores de probabilidad se unen _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Los _____ valores de probabilidad se unen _____</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Los _____ valores de probabilidad se unen _____</p> <p>ESTADÍSTICA Y AZAR</p>
<p>PERPLEJIDAD</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>La quinta palabra del cuento infinito escrito en una de las bordas de Moebius es _____</p>  <p>Letra: _____</p>	<p>Misión Matemática</p>  <p>PALABRA</p>	<p>UNIVERSO NUMÉRICO</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Empieza por _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>La ciudad en la que se encuentra el famoso cuadrado que también busca la misma suma es _____</p>  <p>Letra: _____</p>	<p>EMBOSCADAS DE LA LÓGICA</p> <p>Ficha: _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>Si empezamos hacia arriba, el número de la casilla del segundo movimiento es _____</p>  <p>Letra: _____</p>

<p>Letra: _____</p>  <p>Las abombadas que no se pueden bajar... El primer consonante de ...</p> <p>ESQUEMA FONOLÓGICO</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>La ciudad donde se encuentra la primera pentágono es _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>MATEMÁTICA</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>El color que está representado en menos proporción es _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>EMBOSCADAS DE LA LÓGICA</p>	<p>Letra: _____</p>  <p>En el triángulo de Pascal el número que es la suma de _____ y _____</p> <p>Letra: _____</p> <p>ESTADÍSTICA Y AZAR</p>
<p>EN BUSCA DE UNA SOLUCIÓN</p> <p>Letra: _____</p> <p>Empieza por ...</p> <p>El apellido del matemático que resolvió este problema por primera vez es _____</p>  <p>Letra: _____</p>	<p>Misión Gauss</p>   <p>PALABRA</p>	<p>UNIVERSO NUMÉRICO</p> <p>Letra: _____</p> <p>Última consonante de ...</p> <p>Solo puedo formar un círculo porque soy un número _____</p>  <p>Letra: _____</p>	<p>PERPLEJIDAD</p> <p>Letra: _____</p> <p>Tercera vocal de ...</p> <p>La anamorfosis que depende del ángulo desde el que se observa se llama anamorfosis _____</p>  <p>Letra: _____</p>

<p>Letra...</p>  <p>¿Cuántos triángulos hay en esta imagen? ¿Cuántos triángulos hay en esta imagen? ¿Cuántos triángulos hay en esta imagen?</p> <p>Pista: Triángulo isosceles...</p> <p>EMBUCCADAS DE LA LÓGICA</p>	<p>Letra...</p>  <p>Hay una estrella pentagonal en el...</p> <p>Pista: Consonantes de la misma sílaba</p> <p>MATEMATIZANTE</p>	<p>Letra...</p>  <p>En el juego de la vida, ¿cuántas combinaciones de puertas para tener más probabilidades de ganar?</p> <p>Pista: Vocal de ...</p> <p>ESTADÍSTICA Y AZAR</p>	<p>Letra...</p>  <p>¿Cuántos triángulos hay en esta imagen? ¿Cuántos triángulos hay en esta imagen? ¿Cuántos triángulos hay en esta imagen?</p> <p>Pista: Empezar por ...</p> <p>DESCUBRIENDO FIGURAS</p>
<p>EN BUSCA DE UNA SOLUCIÓN</p> <p>Pista: Acaba en ...</p> <p>Para cinco ciudades hay caminos cerrados posibles.</p>  <p>Letra...</p>	<p>Misión Pitágoras</p>  <p>PALABRA</p>	<p>UNIVERSO NUMÉRICO</p> <p>Pista: La segunda vocal de...</p> <p>La familia de números a la que pertenece la diagonal de la televisión es la de los números...</p>  <p>Letra...</p>	<p>PERPLEJIDAD</p> <p>Pista: Empezar por ...</p> <p>Kevin diseñó una estructura...</p>  <p>Letra...</p>

<p>Letras:</p>	<p>Letras:</p>	<p>Letras:</p>	<p>Letras:</p>
 <p>La que se ve al pasar por debajo del arco de los árboles siempre aparece forma bariada.</p>	 <p>La palabra sencilla corresponde al doble del _____</p>	 <p>El triángulo más largo es de color _____</p>	 <p>La forma de distribución los bolitas se ajusta a una curva llamada _____ de Gauss</p>
<p>Para ¿cuánta letra de ...</p>	<p>Para Empieza por ...</p>	<p>Para Primeros sucesivos de ...</p>	<p>Para La cuarta letra de ...</p>
<p>DESCUBRIENDO FORMAS</p>	<p>MATEMÁTICAMENTE</p>	<p>EMBUSCADAS DE LA LÓGICA</p>	<p>ESTADÍSTICA Y AZAR</p>
<p>EN BUSCA DE UNA SOLUCIÓN</p>	 <p>Misión Lovelace</p> <p>PALABRA</p>		<p>PERPLEJIDAD</p>
<p>Para Acaba en ...</p>	<p>UNIVERSO NUMÉRICO</p>	<p>Para Tercera letra de ...</p>	
<p>Para pensar la comunidad de Castilla y León necesitaría, como mínimo, _____ árboles distintos.</p>	<p>Para Segunda y séptima letras</p>	<p>Dentro del cubo de Yamato vive un rombododecaedro _____</p>	
	<p>Pi es un número irracional con infinitas cifras _____</p>		
<p>Letras:</p>	 <p>Letras:</p>	<p>Letras:</p>	

Anexo II

Encuesta Actividad Guiada Museo de la Ciencia Valladolid para alumnos

Encuesta para la realización del TFG del Grado de Educación Primaria de la UVA de Marta Carazo
Lores

MISIÓN REALIZADA: _____

SOBRE LA ACTIVIDAD REALIZADA

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
La actividad me ha parecido muy interesante					
Me he divertido realizando la actividad					
Las explicaciones sobre la actividad eran claras					
El material sobre la actividad te parece adecuado y atractivo					

De las actividades propuestas,

¿Cuál te ha gustado más? ¿Por qué?

¿Cuál te ha gustado menos? ¿Por qué?

¿Cuál te ha parecido más fácil de resolver? ¿Por qué?

¿Cuál te ha parecido más difícil de resolver? ¿Por qué?

SOBRE LA SALA DE MATEMÁTICAS

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
Los materiales me resultan atractivos y me invitan a jugar					
El orden de la sala me ayuda a entender los juegos					
Las explicaciones de las actividades son sencillas					
Las matemáticas que hay en la sala se parecen a las trabajadas en el colegio					

13.- Qué actividad de las que hay en la sala te ha llamado más la atención ¿Por qué?

PARA FINALIZAR

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
He descubierto cosas nuevas sobre las matemáticas					
Ha mejorado mi manera de pensar sobre las matemáticas					

¿Volverías a visitar la sala de Matemáticas? Si No

¿Recomendarías a tus amigos ir a visitarla? Si No

Anexo III

Encuesta Actividad Guiada Museo de la Ciencia Valladolid para profesores

Encuesta para la realización del TFG del Grado de Educación Primaria de la UVa de Marta Carazo Lores

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
Grado de adecuación de los objetivos y contenidos de la docencia al nivel educativo de los alumnos.					
Valora la metodología utilizada en el desarrollo de la docencia					
Las explicaciones de la actividad son claras					
El tiempo estimado para la actividad es el correcto					
Las indicaciones para el profesor son pertinentes					
La actividad motiva el aprendizaje de los alumnos					
La actividad atiende a la diversidad					

VALORACIÓN DEL TRABAJO DE LOS ALUMNOS

1. Nada de acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
Los alumnos han cambiado su concepto de las matemáticas					
Los alumnos han participado activamente en las actividades					
Los alumnos han manifestado su agrado por la actividad					

OTRAS CUESTIONES

-. ¿Hay alumnos que han cambiado su actitud respecto a las clases diarias mientras realizaban la actividad?

-. ¿Las actividades manipulativas han motivado más a los alumnos?

-. ¿Algún alumno ha preguntado sobre las actividades desarrolladas después de la visita al museo?

Otros comentarios finales: