

2018

MATERIALES DIDÁCTICOS. CALCULADORA BINARIA



PABLO GONZÁLEZ MATEU

TUTOR: SERGIO MESEGUER COSTA

MASTER DE PROFESORADO EN

EDUCACIÓN SECUNDARIA, BACHILLERATO

Y FORMACIÓN PROFESIONAL Y

ENSEÑANZA DE IDIOMAS. ESPECIALIDAD

TECNOLOGÍA UNIVERSITAT JAUME I

5-7-2018

RESUMEN

El presente trabajo, incluido dentro de la modalidad de Materiales didácticos, consiste en la planificación de un proyecto de investigación multidisciplinar dirigido a alumnos de 4º de ESO para la construcción de una elemental ‘unidad aritmético-lógica’, que realice una suma binaria de dos números con tres dígitos.

Ya sabemos que una unidad aritmético-lógica realiza muchísimas más funciones que la de una simple suma y de sólo 3 dígitos, pero para simplificar hemos llamado a nuestro pequeño aparato, una ‘unidad aritmético-lógica’.

El trabajo parte de la introducción del sistema de representación binaria de los números enteros y del estudio del algoritmo de la suma. La utilización de una Hoja de Cálculo para la informatización del algoritmo de la suma en binario y la creación de un esquema eléctrico que simule la suma de diferentes casos de números de 1, 2, 3 y hasta 4 dígitos. Para terminar con una fase eléctrica de construcción con operadores lógicos de una pequeña ‘unidad aritmético-lógica’ que suma dos números binarios de tres cifras. De esta forma se planifica la interdisciplinariedad entre las asignaturas de Matemáticas, Informática y Tecnología a través de una metodología docente de Aprendizaje Basado en Proyectos que pretende desarrollar las capacidades en alfabetización digital del alumnado con un mismo hilo conductor, demostrar que la luz suma.

ABSTRACT

Current document, included within the modality of teaching materials, consists on a multidisciplinary investigation Project scheduling, aimed to students from 4th Secondary Year, with the purpose of building a simple “arithmetic-logic” unit. Target would be a binary addition of two numbers with three digits.

It is well-known that an “arithmetic-logic” unit could be used for other different purposes, normally with higher complexity. However, for naming simplification, our small device has been labelled as this way.

This study starts with the introduction of the binary representation of the whole numbers, together with the study of the addition algorithm. The usage of a spreadsheet for the computerization of the binary addition algorithm and the creation of a circuit diagram to simulate the addition of different situations whit numbers of 1,2,3 or even 4 digits.

The works is finished with an electrical building of logical operators for a simple arithmetic unit, which is able to do the addition of two binary numbers of three digits. This way, we would be able to plan the multidisciplinary nature among the different subjects (Mathematics, Computer Science and Technology) through a Project based learning, which aims to develop the digital literacy of the students with the same unifying thread, to demonstrate that the light is able to add.

ÍNDICE

| | | |
|-----|--|-------|
| 1. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. | MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1 | METODOLOGÍA ABP | 4 |
| 2.2 | Alfabetización digital..... | 9 |
| 3. | OBJETIVOS..... | 12 |
| 4. | PROYECTO DE LA CALCULADORA BINARIA | 13 |
| 4.1 | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 13 |
| 4.2 | PLANIFICACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN | 14 |
| 4.3 | CONCRECIÓN CURRICULAR..... | 20 |
| 4.4 | ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD..... | 24 |
| 5. | MATERIALES DIDÁCTICOS | 25 |
| 5.1 | MATEFLIP | 25 |
| 5.2 | EDUCAPLAY..... | 30 |
| 5.3 | HOJA DE CÁLCULO | 33 |
| 5.4 | CROCODILE CLIPS | 38 |
| 5.5 | APP CALCULADORA BINARIA..... | 41 |
| 5.6 | MONTAJE CALCULADORA | 44 |
| 6. | EVALUACIÓN..... | 46 |
| 7. | MEJORAS DEL PROYECTO..... | 47 |
| 8. | CONCLUSIONES | 48 |
| 9. | BIBLIOGRAFIA..... | 49 |
| | ANEXO 1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN..... | i |
| | ANEXO 1.1 RUBRICA DEL PROYECTO | i |
| | ANEXO 1.2. RÚBRICA AUTOEVALUACIÓN GRUPAL..... | iii |
| | ANEXO 2. APPS PARA MÓVIL..... | iv |
| | ANEXO 2.1 PROGRAMACIÓN APP MATEFLIP BINARIO | iv |
| | ANEXO 2.2 PROGRAMACIÓN APP CALCULADORA BINARIA | xvii |
| | ANEXO 2.3 ELEMENTOS GRÁFICOS PARA APP | xxiii |
| | ANEXO 2.4 ELEMENTOS GRÁFICOS APP CALCULADORA BINARIA | xxv |

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Descripción del proyecto interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O..... | 13 |
| Tabla 2. Planificación del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O..... | 17 |
| Tabla 3. Cronograma del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O..... | 19 |
| Tabla 4. Concreción Curricular del Proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O..... | 23 |
| Tabla 5. Plan de Atención a la Diversidad del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º de E.S.O | 24 |
| Tabla 6. Rúbrica de evaluación del proyecto de la Calculadora Binaria..... | ii |
| Tabla 7. Rúbrica de autoevaluación grupal del proyecto de la Calculadora Binaria..... | iii |
| | |
| Figura 1. Los 10 pasos del ABP. Recuperado de http://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/ | 7 |
| Figura 2. Pantalla principal de la Aplicación de móvil MateFlip Binario..... | 25 |
| Figura 3. Pantalla Inicial 1 jugador..... | 26 |
| Figura 4. Muestra de posible elección en la app..... | 26 |
| Figura 5. Elección correcta/Incorrecta | 26 |
| Figura 6. Emparejamiento en zona central tras acierto | 27 |
| Figura 7. Elección correcta de parejas | 27 |
| Figura 8. Bloqueo de las casillas acertadas | 27 |
| Figura 9. Puntuación final..... | 28 |
| Figura 10. Elección de la última pareja | 28 |
| Figura 11. Pantalla inicial 2 jugadores..... | 28 |
| Figura 12. Elección de parejas 2 jugadores | 28 |
| Figura 13. Puntuación final 2 jugadores | 29 |
| Figura 14. Elección pareja final 2 jugadores | 29 |
| Figura 15. Tipos de actividades en Educaplay | 30 |
| Figura 16. Actividad 1 de puertas lógicas en Educaplay- Pablo González..... | 31 |
| Figura 17. Actividad 2 de puertas lógicas en Educaplay – Pablo González | 31 |
| Figura 18. Pantalla final de puntuación Educaplay..... | 32 |
| Figura 19. Simulación de puertas lógicas AND y XOR con hoja de cálculo..... | 33 |
| Figura 20. Suma binaria en hoja de cálculo..... | 34 |
| Figura 21. Suma binaria de dos números con dos dígitos en hoja de cálculo..... | 34 |
| Figura 22. Inputs de la suma binaria | 35 |
| Figura 23. Primera fase del algoritmo de suma de dos dígitos | 35 |
| Figura 24. Outputs de la hoja de cálculo | 35 |
| Figura 25. Segunda fase del algoritmo de suma de dos dígitos..... | 35 |
| Figura 26. Suma binaria de 2 números de 3 dígitos en hoja de cálculo..... | 36 |
| Figura 27. Suma binaria de dos números de 4 dígitos en hoja de cálculo | 37 |
| Figura 28. Programa Crocodile Clips. Recuperado de http://www.tecnosjulio.com/1eso/2012/02/02/crocodile-clips/ | 38 |
| Figura 29. Esquema de suma binaria de 2 números de 1 dígito en Crocodile Clips..... | 39 |
| Figura 30. Esquema de suma binaria de 2 números de 2 dígitos em Crocodile Clips | 39 |
| Figura 31. Esquema de suma binaria de 2 números de 3 dígitos en Crocodile Clips | 40 |
| Figura 32. Pantalla principal app Calculadora Binaria | 41 |
| Figura 33. Pantalla de simulación de la app Calculadora Binaria..... | 41 |
| Figura 34. Inputs app Calculadora Binaria | 42 |
| Figura 35. Outputs app Calculadora Binaria..... | 42 |

| | |
|---|-------|
| Figura 36. Esquema interno de la app Calculadora Binaria | 43 |
| Figura 37. Botón Volver | 43 |
| Figura 38. Vista aérea de la calculadora | 45 |
| Figura 39. Calculadora binaria en funcionamiento | 45 |
| Figura 40. Tarjeta Pregunta 1 | xxiii |
| Figura 41. Tarjeta Respuesta 1 | xxiii |
| Figura 42. Tarjeta Pregunta 2 | xxiii |
| Figura 43. Tarjeta Respuesta 2 | xxiii |
| Figura 44. Tarjeta Pregunta 3 | xxiii |
| Figura 45. Tarjeta Respuesta 3 | xxiii |
| Figura 46. Tarjeta Pregunta 4 | xxiii |
| Figura 47. Tarjeta Respuesta 4 | xxiii |
| Figura 48. Tarjeta Pregunta 5 | xxiv |
| Figura 49. Tarjeta Respuesta 5 | xxiv |
| Figura 50. Tarjeta Pregunta 6 | xxiv |
| Figura 51. Tarjeta Respuesta 6 | xxiv |
| Figura 52. Tarjeta Pregunta 7 | xxiv |
| Figura 53. Tarjeta Respuesta 7 | xxiv |
| Figura 54. Tarjeta Pregunta 8 | xxiv |
| Figura 55. Tarjeta Respuesta 8 | xxiv |
| Figura 56. Puerta AND estado uno | xxv |
| Figura 57. Puerta AND estado cero | xxv |
| Figura 58. Puerta XOR estado uno | xxv |
| Figura 59. Puerta XOR estado cero | xxv |

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final de Master se engloba dentro de la modalidad de Materiales Didácticos, específicos, innovaciones educativas, recursos y herramientas tecnológicas de uso educativo, se pretende diseñar y construir una unidad aritmeticológica simple, a través de un proyecto multidisciplinar que englobará las asignaturas de Tecnología, Matemáticas e Informática. Para llevar a cabo este proyecto, se empleará la metodología de aprendizaje basado en proyectos, como forma de proporcionar al alumnado un aprendizaje significativo a través de un camino de crecimiento personal donde poder mejorar tanto sus habilidades sociales como desarrollar su pensamiento crítico y autonomía.

Durante la realización del proyecto nos centraremos en desarrollar el currículum de las tres asignaturas de 4º de Secundaria que engloban el proyecto, concretamente en los bloques 1 y 3 de Tecnología, el bloque 2 de Tecnología de la Información y Comunicación y el bloque 1 de Matemáticas Aplicadas de los criterios de evaluación que establece el Decreto 87/2015 de la Comunidad Valenciana. Por lo tanto, los materiales didácticos que se presentan a lo largo de este trabajo están enfocados en que el alumno logre alcanzar estos criterios de evaluación, que se recogen más adelante en el [apartado 4.3.](#)

En la actualidad, vivimos en una época de constantes revoluciones tecnológicas que suponen un cambio en el contexto de nuestra sociedad, y, por lo tanto, también entra en juego el ámbito educativo. El mundo está cambiando constantemente, nuestra forma de relacionarnos, de vivir y de trabajar se transforma continuamente, por eso la educación debe sumarse a estos cambios tecnológicos construyendo una nueva pedagogía, que involucre las TIC como herramientas activas para el aprendizaje del alumnado. Para que esto sea una realidad es necesaria la elaboración de nuevos materiales que fomenten la motivación y facilitar el aprendizaje del alumno. Por todo ello, se hace difícil entender una educación alejada de la alfabetización digital, la cual se exige ya no solo en el mundo laboral, sino también en nuestro día a día.

Con el proyecto de la construcción de una unidad aritmeticológica, consistente en el diseño y construcción de una calculadora que “sume” en binario, se pretende la introducción del alumnado en esta alfabetización a través de la propuesta de un problema en la que se plantee pasar de un modelo analógico a uno digital. Para ello, durante el transcurso del proyecto nos apoyaremos en el uso de TIC para reforzar este aprendizaje de una forma atractiva, que promueva la motivación y el interés del alumnado.

Por último, en este proyecto se pretende también fomentar el pensamiento crítico del alumnado, no solo como herramienta para mejorar su capacidad de resolución de problemas, sino como capacidad para entender de forma global el sistema de información y comunicación en el que estamos sumergidos y desarrollar una conciencia crítica del sistema para diferenciar los intereses que existen detrás.

2. MARCO TEÓRICO

El currículum de las asignaturas científico-técnicas hace hincapié en la necesidad de la aplicación de los conocimientos adquiridos en estas áreas para la resolución de problemas en la vida diaria. Si queremos que el alumnado alcance la suficiente autonomía para lograrlo con éxito, debemos impartir una metodología que apueste por un aprendizaje significativo donde el alumnado no se limite a la memorización de los conocimientos necesarios, sino que sea capaz de relacionar las ideas de forma sustancial y no arbitraria (Ausubel, Novak y Hanesian, 1976). Así pues, la memorización de los conceptos expuestos en el aula no es más que una etapa superficial en el recorrido en busca de un aprendizaje significativo y debemos de llegar a comprender dichos conceptos por nosotros mismos para poder ser capaces de aplicarlos (Bloom, 1956).

Por tanto, debemos dejar de lado las tradicionales metodologías docentes centradas en la transmisión de información por una en la que hagamos partícipe al alumnado, de modo que podamos desarrollar su pensamiento crítico y autonomía ante la resolución de problemas no triviales. Esta idea se sustenta en la teoría constructivista, que defiende un modelo de aprendizaje basado en la experiencia como forma de construcción del propio conocimiento (Piaget, 1978).

Dadas estas premisas, se puede proponer la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) como respuesta a estas necesidades, ya que es un modelo que propone como punto de partida la resolución de un problema real, el cual tiene la complejidad adecuada para que el alumnado recorra un camino en el que tendrá que afrontar los problemas, desarrollando sus capacidades, habilidades y valores. En este camino, el docente deberá actuar como guía en su aprendizaje autónomo, fomentando la motivación y el interés del alumnado.

Otra de las bases que sustenta la metodología ABP tiene sus raíces en el constructivismo social, el cual postula que hay aspectos que no podemos llegar a desarrollar por nosotros mismos, pero podemos llegar a ellos a través de la cooperación de nuestros compañeros o docentes (Vygotsky, 1978). Por tanto, con un modelo cooperativo podemos llegar a obtener mejor productividad y componente motivacional que con un modelo individual, al mismo tiempo que fomentamos valores indispensables como el trabajo en equipo, la

diversidad, la autoestima o la capacidad de enfrentamiento ante la adversidad (Johnson, Johnson y Holubec, 1999).

2.1 METODOLOGÍA ABP

Podemos entender el Aprendizaje basado en proyectos como un modelo que organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de proyectos. Proyectos complejos que suponen un desafío para el alumnado y los involucra en un proceso de diseño, toma de decisiones y actividades de investigación para dar con su solución, dándoles la oportunidad de trabajar con cierta autonomía y de realizar presentaciones o productos realistas (Mergendoller y Thomas, 2005).

Aunque pueda parecer una metodología innovadora, las primeras propuestas de este modelo surgen a principios del siglo XX. Dewey (1933) resaltaba la importancia de trabajar en proyectos multidisciplinarios de manera colaborativa como forma de trabajar diferentes áreas de conocimiento siguiendo un proceso de pensamiento reflexivo, en el cuál, debemos partir de un problema que entrañe cierta complejidad para poder construir nuestro propio conocimiento a través de la experiencia como fuente de crecimiento. Estos proyectos también deben presentar una problemática ajustada a la realidad, ya que, si tratamos temas ajenos a la experiencia del alumnado, no lograremos despertar su curiosidad activa, “de modo que los alumnos comienzan a utilizar para los temas escolares una escala de valores y de realidades que nada tiene que ver con la que emplean para las cuestiones que interesan de verdad. Tienden a volverse intelectualmente irresponsables; no se preguntan por el significado de lo que aprenden” (Dewey, 1933, p.20).

Si un conocimiento más profundo para la resolución de problemas complejos y reales requiere de una curiosidad activa, parece evidente que la labor del docente es asegurarse que el alumnado la mantenga durante su proceso de aprendizaje, ejerciendo de guía y mentor proporcionando los retos y materiales adecuados para, estimulando su pensamiento crítico y reflexivo, pueda llegar a alcanzar los conocimientos necesarios por sí mismo (Bruner, 1961).

Uno de los aspectos fundamentales que debemos tener en cuenta cuando se realicen proyectos, es que el ABP debe ir de la mano del trabajo cooperativo, ya que con ello se consigue desarrollar una doble responsabilidad en el alumnado. Por una parte, aprender lo que el profesor enseña y contribuir a que sus compañeros también logren realizar ese aprendizaje, es decir se logra una doble finalidad: Aprender a cooperar y cooperar para aprender (Pujolàs, 2008).

En la actualidad, la metodología ABP es un método contrastado que proporciona numerosas ventajas frente a metodologías tradicionales. Algunas de estas ventajas las recoge John. W. Thomas (2000) en su investigación sobre el aprendizaje basado en proyectos en 5 grandes bloques:

- **Logros académicos:** La metodología ABP mejora los resultados académicos, mejorando la motivación del alumnado y el clima del aula.
- **Resolución de Problemas:** Se mejora la capacidad de resolución de problemas a través del trabajo autónomo que permite adquirir habilidades de pensamiento crítico. Los estudiantes trabajan de forma autónoma para definir e investigar una posible solución recogiendo información y analizando datos.
- **Conocimiento de la materia:** Los alumnos que aprendieron con aprendizaje basados en proyectos demuestran una mejor consolidación de los conceptos que los alumnos que aprendieron con estrategias típicas tradicionales.
- **Mejor comprensión de las habilidades y estrategias del proyecto:** Los alumnos acostumbrados a trabajar por proyectos demostraron mayor permeabilidad ante la resolución de un nuevo problema, demostrando mayor capacidad de planificación y respuesta.
- **Trabajo en equipo:** Las investigaciones realizadas refuerzan que mediante la metodología ABP se mejoran los hábitos de trabajo cooperativo y pensamiento crítico, reforzando las actitudes positivas entre el alumnado, logrando una mejor productividad.

Recogidas las ventajas de la metodología ABP en las investigaciones llevadas a cabo por John. W. Thomas se puede concluir que esta se adapta tanto al proyecto multidisciplinar de la Calculadora Binaria que queremos llevar a cabo, como del currículum de las asignaturas de 4º de la E.S.O. que se desarrollaran en el mismo proyecto, dado que el principal objetivo del ABP es plantear una situación compleja y ajustada a la realidad de forma que el alumnado pueda construir su propio conocimiento afianzando los conceptos de una forma sólida y no arbitraria desde un pensamiento crítico y mejorando sus habilidades sociales al realizar un trabajo cooperativo con el resto de compañeros. Este proceso debe ser guiado en todo momento por el docente para asegurar la motivación del alumnado. Motivación, que debe ser el eje central del proyecto para que puedan desarrollar su curiosidad y sus ganas de aprender, ya que solo de esta forma podrán llegar a alcanzar un verdadero aprendizaje profundo y significativo.

Algo fundamental si queremos fomentar la motivación del alumnado desde el primer momento y empezar con buen pie un proyecto, es realizar una pregunta inicial que logre captar el interés del alumnado y que sea lo suficientemente abierta como para poder realizar un pequeño debate en el aula que dé pie a la reflexión. Thom Markham (2003) recoge una serie de pautas para elaborar una pregunta orientadora:

- **Deben ser provocadoras:** Han de despertar el interés del alumno y desafiarles a ir más allá de lo meramente superficial para poder llegar a un aprendizaje significativo.
- **Deben ser abiertas:** Han de inducir a un proceso de reflexión de modo que el alumnado no pueda llegar a la solución de una forma simple y directa, puesto que uno de los objetivos de utilizar esta metodología es desarrollar el pensamiento crítico.
- **Las preguntas van dirigidas al corazón del tema:** Deben ser realizadas de formas que las respuestas del alumnado vayan enfocadas al problema central y no generen distracciones.
- **Suponen un desafío:** Las preguntas deben suponer cierta complejidad de modo que el alumnado no pueda llegar a lo solución actuando de una forma que le resulte familiar.
- **Pueden surgir de problemas reales:** De esta forma se promueve la motivación del alumnado al encontrarle una utilidad a lo que está realizando.

- **Orientadas al currículum:** Las preguntas deben ir enfocadas a que el alumnado adquiera los conocimientos, habilidades y aptitudes que recoge el currículum de las asignaturas.

Esa pregunta orientadora es el primer paso a tener en cuenta para el diseño de un proyecto ABP. Durante este proceso deberemos tener ciertos aspectos en cuenta como docentes como:

- La creación de grupos heterogéneos con distintos perfiles de modo que se puedan reforzar los aspectos positivos de cada integrante y minimizar sus debilidades. Otro aspecto a destacar es hacerles conscientes que han de planificar sus roles y responsabilidades dentro del grupo para favorecer el desarrollo de sus habilidades sociales y su trabajo en equipo.



Figura 1. Los 10 pasos del ABP. Recuperado de <http://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/>

- El alumnado debe ser capaz de llevar a cabo de forma autónoma un proceso de búsqueda e investigación para poder llegar a dar una solución plausible al

problema planteado, de forma que este proceso suponga un camino de crecimiento personal.

- Como docentes debemos plantear un sistema de evaluación adaptado a la metodología utilizada y enfocado a alcanzar los conocimientos y habilidades que marca el currículum.

Este último punto es clave en una estrategia de aprendizaje basado en proyectos. La evaluación de una metodología ABP no puede ser entendida de forma tradicional, midiendo los conocimientos aprendidos a través de papel y boli, ya que esta va más allá, se busca un aprendizaje significativo que afecte tanto a los conocimientos adquiridos como a diversas habilidades y aptitudes como la comunicación, el trabajo en equipo o la resolución de problemas. Visto así, parece inevitable recurrir a prácticas de evaluación más dinámicas que poco tienen que ver con los exámenes tradicionales donde únicamente se evalúa el producto final y no el proceso que ha experimentado el alumnado para llegar hasta ahí.

Este proceso engloba varios aspectos del currículum que M. Casarini (1997) engloba en tres dimensiones:

- El currículum formal, que forma parte de los planes de estudio.
- El currículum real para evaluar las condiciones del proceso.
- El currículum escondido (currículum oculto), donde se evalúan actitudes, habilidades sociales, valores, etc.

Tras lo expuesto anteriormente parece claro que el ABP debe evaluar conjuntamente los 3 tipos de currículum para poder atender a los objetivos marcados y por tanto, no podemos plantear una evaluación meramente sumativa donde se analice únicamente el producto final del proyecto, sino que también debemos tener presente un plan de evaluación que implemente una evaluación formativa que vaya proporcionando al alumnado un *feedback* constante durante el proceso de aprendizaje, de modo que puedan identificar sus errores y aprender de ellos, ganando tanto en autonomía como en aptitudes. Esta idea la refleja muy bien la autora Neus Sanmartí en sus obras, de una de ellas podemos extraer la siguiente idea que encaja con lo anteriormente descrito “Aprender implica pues identificar obstáculos y regularlos, es decir, evaluar. Por ello la evaluación tiene la función de motor del aprendizaje ya que, sin evaluar-regular los aciertos y los errores, no

habrá progreso en el aprendizaje de los alumnos, ni acción efectiva del profesorado. Por ello se puede afirmar que enseñar, aprender y evaluar son en realidad tres procesos inseparables.” (Sanmartí, 2007).

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de planear una evaluación es hacer partícipes al alumnado, introduciendo tanto un sistema de coevaluación como uno de autoevaluación. De esta forma podemos conocer la visión del alumno sobre el trabajo de equipo y colaboración llevado a cabo en cada uno y de los grupos como la visión que tiene el alumno sobre su propio trabajo y sobre la metodología, ofreciendo al docente un *feedback* necesario para una mejora continua de sus capacidades y técnicas docentes.

En cuanto a los instrumentos de evaluación, el instituto Buck de la educación recomienda el uso de rúbricas para evaluar formativamente el desarrollo del alumnado en el aprendizaje basado en proyectos, para poder medir de forma efectiva, tanto el desempeño de las competencias, como la aplicación del conocimiento en el proyecto. Una buena rúbrica de evaluación debe establecer indicadores específicos y entendibles de forma que sean comprensibles para el alumnado y no haya malinterpretaciones. Además, estos indicadores deben reflejar las evidencias de aprendizaje adecuadas a los indicadores de logro y contenidos, que se quiere desarrollar en el proyecto, para desarrollar las competencias clave necesarias para un aprendizaje significativo y de calidad.

Por último, es necesario facilitar la rúbrica del proyecto al principio de este, ya que los alumnos han de ser conscientes en todo momento de lo que se espera de ellos, para que puedan desarrollar habilidades, como la planificación y la autonomía, al mismo tiempo que proporciona un sentimiento de justicia para todo el alumnado.

2.2. Alfabetización digital

Desde el último cuarto de siglo en adelante, el continuo desarrollo de las tecnologías de información y comunicación ha supuesto un nuevo contexto social que ha cambiado por completo nuestra forma de relacionarnos con el entorno. Así pues, desde el sistema educativo, también se debe hacer hincapié en adaptar las metodologías docentes a las tecnologías de la información, ya que no se entiende recurrir a sistemas tradicionales para formar a los jóvenes en las competencias digitales, que se les demanda tanto a nivel laboral como social.

Debido a estas circunstancias, se ha creado el concepto de alfabetización digital, el cuál puede ser definido como la capacidad que tiene una persona para realizar de forma efectiva tareas en un entorno digital, con información representada numéricamente y utilizada por ordenadores. Es decir, incluye la habilidad para procesar textos, sonidos o imágenes a través de la manipulación digital de forma que evalúe y aplique estos nuevos conocimientos adquiridos en entornos digitales (Jones-Kavalier y Flannigan, 2006).

Para la organización JISC (2015) podemos agrupar las capacidades digitales en educación en 6 grandes bloques:

1- Competencia digital:

- a. Uso de las TIC en aparatos, aplicaciones, software y servicios.
- b. Uso de herramientas TIC para llevar a cabo tareas de manera efectiva, productiva y atendiendo a criterios de calidad.

2- Información, datos y alfabetización mediática (Uso crítico):

- a. Capacidad de encontrar, evaluar, gestionar, organizar y compartir información digital.
- b. Capacidad de recopilar, gestionar, acceder y usar datos digitales.
- c. Capacidad de recibir y responder críticamente a mensajes en una variedad de medios digitales.

3- Creación digital, resolución de problemas e innovación (Producción creativa):

- a. Capacidad de diseñar y crear nuevo material digital.
- b. Capacidad de usar evidencias digitales para solucionar problemas.
- c. Capacidad de adoptar y desarrollar nuevas prácticas con tecnología digital.

4- Comunicación, colaboración y participación digital:

- a. Capacidad de comunicarse efectivamente en medios y espacios digitales
- b. Capacidad de participar en equipos de trabajo digital.
- c. Capacidad de participar, facilitar y construir redes digitales.

5- Aprendizaje y Desarrollo digital

- a. Capacidad de participar y beneficiarse de oportunidades de aprendizaje digital
- b. Capacidad de apoyar y desarrollar a otros en entornos de riqueza digital.

6- Identidad digital y Bienestar (Autorrealización)

- a. Capacidad de desarrollar y proyectar una identidad o identidades digitales positivas y gestionar una reputación digital.
- b. Capacidad de cuidar la salud personal, seguridad, relaciones y equilibrio vida-trabajo en entornos digitales.

Analizando estas capacidades podemos vislumbrar que la alfabetización digital va más allá de usar TIC's en el aula o saber gestionar y desenvolverse con la utilización de información o datos digitales en diferentes medios. Requiere un aprendizaje profundo para ir más allá de la comprensión y llegar a un nivel donde podamos también crear ese contenido digital, interactuar con él y tomar conciencia en los entornos digitales para saber analizar críticamente la información que nos llega.

Así pues, la alfabetización digital supone un desafío para las escuelas debido en gran parte a la multitud de elementos que abarca y necesitar ir desarrollándose en nuestro sistema educativo para ir adaptando el currículum a las nuevas necesidades educativas y tecnológicas, adecuando los espacios de trabajo en las aulas, e implicando y formando al profesorado para que los alumnos puedan desarrollar sus capacidades, autonomía y confianza en un panorama digital en constante evolución (Freeman, Becker y Cummins, 2017).

3. OBJETIVOS

Una vez analizado en profundidad el marco teórico del proyecto, en el cual se destaca la importancia de realizar proyectos “reales” que promuevan la motivación del alumnado y permitan desarrollar la competencia digital que demanda nuestro entorno, podemos definir los objetivos de este proyecto:

- 1- Que el alumnado sea capaz de plantear una posible solución de montaje de calculadora binaria a través del uso de herramientas TIC que refleje el desarrollo y mejora de la competencia digital.
- 2- Que el alumnado sea capaz de trabajar de forma cooperativa agrupándose en grupos reducidos heterogéneos de forma que todo el grupo sea capaz de llegar a un aprendizaje más profundo.
- 3- Construcción de una calculadora binaria que evidencie que se han afianzado los conceptos y habilidades que se pretenden enseñar en este proyecto.

Para poder medir el grado de cumplimiento de los objetivos 1 y 3 podemos hacer uso de la rúbrica general del proyecto que se adjunta en el [anexo 1.1](#), la cual establece los criterios a alcanzar en el aprendizaje y manejo de las distintas herramientas utilizadas en el proyecto.

Por otra parte, para medir el objetivo número 2 usaremos la rúbrica de autoevaluación grupal adjuntada en el [anexo 1.2](#), que nos permitirá conocer la calidad del trabajo en equipo que ha realizado cada alumno. Además, nos apoyaremos en las evidencias reflejadas por parte del alumnado en la página web del proyecto creada con [Google Sites](#), para obtener una visión más amplia de este objetivo.

4. PROYECTO DE LA CALCULADORA BINARIA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

| PROYECTO CALCULADORA BINARIA | | |
|---|---|------------------------------|
| Nivel: 4º E.S.O. | Asignaturas: Matemáticas, Informática y Tecnología. | Temporalización: 23 sesiones |
| Descripción del Proyecto: <p>Con el fin de realizar un proyecto que sirva como pretexto para la introducción del alumnado en las competencias necesarias de la alfabetización digital se propone la metodología de aprendizaje basada en proyectos para que puedan lograr desarrollar un pensamiento crítico a través de una experiencia real relacionada con un entorno tecnológico apoyada en las TIC.</p> <p>Se propone al alumnado la construcción de una calculadora binaria con la cual poder demostrar que efectivamente “la luz, suma”. Bajo este atractivo eslogan deberán realizar un proceso de aprendizaje e investigación previo con herramientas como hojas de cálculo, aplicaciones para móvil o herramientas de diseño de esquemas eléctricos como <i>Crocodile Clips</i> hasta llegar a la construcción de una pequeña unidad aritmeticológica que, dadas unas entradas con corriente eléctrica, logre ejecutar una operación de suma binaria en forma de señal luminosa.</p> <p>Para la ejecución del proyecto se dividirá al alumnado en grupos heterogéneos que permita fomentar las bondades del aprendizaje cooperativo, de modo que sean capaces de desarrollar habilidades sociales como la comunicación y la colaboración desde un buen clima de clase de confianza y respeto que incentive su motivación e interés por un aprendizaje significativo.</p> <p>Para empezar el proyecto se realiza al alumnado una pregunta orientadora sobre cómo creen ellos que funciona una calculadora, generando un <i>Brainstorming</i> que analice entre otras cosas porqué usamos el sistema decimal y las computadoras el sistema binario, los avances de la calculadora (del ábaco y la Pascalina a la calculadora actual).</p> <p>La idea es que, a través de esta iniciativa, puedan desarrollar competencias clave en un entorno tecnológico, integrando elementos del currículum como pueden ser la creación de contenido digital, las hojas de cálculo, los circuitos lógicos o componentes electrónicos.</p> | | |

Tabla 1. Descripción del proyecto interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O.

4.2. PLANIFICACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN

El proyecto de la calculadora binaria puede dividirse en 7 etapas. En cada una de las etapas diferenciadas se propondrá a través de la siguiente tabla una breve descripción de las actividades en la que se utilizarán los distintos materiales didácticos, que se detallarán en el [punto 5](#). Así como la lista de los ejercicios propuestos, acciones en el aula, recursos necesarios, agrupamientos y números de sesiones a emplear.

| | ACTIVIDADES | EJERCICIOS | ACCIONES EN EL AULA | | SESIONES (55 min) | RECURSOS | AGRUPAMIENTOS ESCENARIO |
|------------|---|--|--|---|----------------------|-----------|--------------------------------|
| | | | ALUMNO/A | PROFESOR/A | | | |
| MOTIVACIÓN | <p>1. PROPUESTA CALCULADORA BINARIA</p> <p>Pregunta orientadora abierta al alumnado para generar un <i>Brainstorming</i>: ¿Cómo funciona una calculadora?</p> <p>Se pretende generar conciencia de nuestro entorno digital generando un elemento motivacional y de curiosidad para con el proyecto a realizar.</p> | <p>1.1 Generar un <i>Brainstorming</i></p> <p>1.2 Realizar posibles propuestas al proyecto</p> | <p>Realiza propuestas</p> <p>REFLEXIVO</p> <p>Decide</p> <p>DELIBERATIVO</p> | <p>Estimula la creatividad</p> <p>CONSTRUCTIVO</p> | 1 | Proyector | Individual y Grupo-Clase |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|---|---|-----|---------------------------------------|----------------------|
| PLANIFICACIÓN | <p>2. CREACIÓN DE LA WEB (GOOGLE SITES)</p> <p>Se explicará a los alumnos el funcionamiento de las herramientas <i>Google Sites</i> y <i>Google Drive</i> para que puedan planificar y documentar el proyecto. Deberán realizar una página de Google Sites por grupo.</p> <p>También se explicará a los alumnos a través de una rúbrica como van a ser evaluados y lo que se espera de ellos en este proyecto.</p> | <p>2.1 Creación de una cuenta <i>Google</i> de <i>Gmail</i>.</p> <p>2.2 <i>Google Drive</i>.</p> <p>2.3 Creación de una página web básica por grupo para empezar a documentar con Google Sites.</p> | <p>Crea</p> <p>CREATIVO</p> <p>Planifica</p> <p>REFLEXIVO</p> | <p>Introducir las herramientas de <i>Google</i>.</p> <p>INSTRUCTIVO</p> <p>Estimular la creatividad y motivación del alumnado</p> <p>CONSTRUCTIVO</p> | 2,5 | <p>Proyector</p> <p>Ordenadores.</p> | Grupos heterogéneos. |
| DESARROLLO | <p>3. ETAPA INICIAL (INVESTIGACIÓN)</p> <p>Se explicarán contenidos sobre el sistema binario, las puertas lógicas y el algoritmo de Boole de una forma dinámica y atractiva para el alumnado, reforzando la asimilación de estos conceptos a través de la gamificación con la aplicación <i>Mateflip</i> Binario y recursos educativos elaborados en <i>EducaPlay</i> Se destinarán 20 minutos de clase de esta a que el alumnado pueda reflexionar sobre el proceso y las evidencias de aprendizaje para reflejarlo de manera grupal en el <i>Sites</i>.</p> | <p>3.1 Mateflip Binario</p> <p>3.2 Educaplay puertas lógicas 1.</p> <p>3.3. Educaplay puertas lógicas 2.</p> <p>3.4 Reflejar el proceso y las evidencias en <i>Sites</i>.</p> | <p>Realiza ejercicios y reflexiona sobre el aprendizaje</p> <p>REFLEXIVO</p> | <p>Guía el proceso de aprendizaje</p> <p>INSTRUCTIVO</p> | 3,5 | <p>Proyector.</p> <p>Ordenadores.</p> | Grupos heterogéneos. |

| | | | | | | | |
|------------|---|---|--|---|---|--------------|----------------------|
| DESARROLLO | <p>4. REALIZACIÓN DEL ALGORITMO</p> <p>El alumnado, agrupados en grupos de trabajo heterogéneos deberán averiguar el algoritmo necesario para la suma binaria de 1, 2, 3, 4 y más dígitos a través de una hoja de cálculo simulando las puertas lógicas AND y XOR con comandos propios de las hojas de cálculo. Los últimos 20 minutos de esta etapa se destinarán a que el alumnado pueda reflexionar sobre el proceso y las evidencias de aprendizaje para reflejarlo de manera grupal en el <i>Sites</i>.</p> | <p>4.1 Hoja de cálculo: Suma de uno y dos dígitos.</p> <p>4.2 Hoja de cálculo: Suma de tres dígitos.</p> <p>4.3 Suma de cuatro dígitos.</p> <p>4.4. Reflejar el proceso y las evidencias en <i>Sites</i>.</p> | <p>reflexiona sobre el aprendizaje</p> <p>REFLEXIVO</p> <p>Realiza una hoja de cálculo.</p> <p>CREATIVO</p> <p>Analiza las posibles combinaciones de puertas lógicas.</p> <p>ANALÍTICO</p> | <p>Guía el proceso de aprendizaje</p> <p>INSTRUCTIVO</p> | 4 | Ordenadores. | Grupos heterogéneos. |
| DESARROLLO | <p>5. REALIZACIÓN DEL ESQUEMA</p> <p>Una vez averiguado el algoritmo necesario para la elaboración de la unidad aritmética se procederá a realizar el esquema lógico del circuito a través del programa <i>Crocodile Clips</i>, introduciendo la necesidad de elaborar esquemas antes de realizar un montaje y aprender a manejar herramientas de simulación de circuitos eléctricos. Los últimos 20 minutos de esta etapa se destinarán a que el alumnado pueda reflexionar sobre el proceso y las evidencias de aprendizaje para reflejarlo de manera grupal en el <i>Sites</i>.</p> | <p>5.1 <i>Crocodile Clips</i>: Suma de uno y dos dígitos.</p> <p>5.2 <i>Crocodile Clips</i>: Suma de tres dígitos.</p> <p>5.3 <i>Crocodile Clips</i>: Realizar esquema de la suma de tres dígitos, nombrando componentes y de forma entendible para otros lectores.</p> <p>5.4. Reflejar el proceso y las evidencias en <i>Sites</i>.</p> | <p>reflexiona sobre el aprendizaje</p> <p>REFLEXIVO</p> <p>Realiza un esquema eléctrico.</p> <p>CREATIVO</p> <p>Analiza las posibles combinaciones de puertas lógicas.</p> <p>ANALÍTICO</p> | <p>Guía el proceso de aprendizaje</p> <p>INSTRUCTIVO</p> | 3 | Ordenadores. | Grupos heterogéneos. |

| | | | | | | | |
|------------|---|---|--|---|---|--------------------------|-----------------------------------|
| DESARROLLO | <p>6. CONSTRUCCIÓN DE LA CALCULADORA</p> <p>El alumnado deberá realizar el montaje de la calculadora binaria a partir del esquema realizado en <i>Crocodile Clips</i> con elementos electrónicos sencillos como: Placa <i>Protoboard</i>, resistencias, LEDs, puertas lógicas XOR y AND, interruptores, etc. Para la comprobación del circuito podrán basarse en la aplicación para móvil “Calculadora Binaria” realizada para este proyecto. Los últimos 20 minutos de esta etapa se destinarán a que el alumnado pueda reflexionar sobre el proceso y las evidencias de aprendizaje para reflejarlo de manera grupal en el <i>Sites</i>.</p> | <p>6.1 Construcción de la calculadora Binaria</p> <p>6.2. Reflejar el proceso y las evidencias en <i>Sites</i>.</p> | <p>Construye</p> <p>PRÁCTICO</p> <p>reflexiona sobre el aprendizaje</p> <p>REFLEXIVO</p> | <p>Guía el proceso de construcción.</p> <p>INSTRUCTIVO</p> | 6 | Herramientas de trabajo. | Grupos heterogéneos. |
| SÍNTESIS | <p>7. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO</p> <p>Los alumnos realizarán un vídeo grupal del proyecto haciendo uso de un programa de edición donde explicarán el funcionamiento de la calculadora binaria y el proceso realizado, o bien podrán realizar una exposición oral del mismo a través de un programa de presentación informática (<i>Powerpoint</i>, <i>Prezi</i>, <i>Powtoon</i>, etc). Además, deberán realizar una rúbrica de autoevaluación grupal del proyecto.</p> | <p>7.1 Elaborar vídeo o presentación de la calculadora Binaria</p> <p>7.2 Autoevaluación grupal</p> | <p>Creación de un vídeo o presentación del producto.</p> <p>CREATIVO</p> <p>Planifica y reflexiona.</p> <p>REFLEXIVO</p> | <p>Guía el proceso de evaluación y presentación del producto final.</p> <p>INSTRUCTIVO</p> | 3 | Ordenadores. | Individual y Grupos heterogéneos. |

Tabla 2. Planificación del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O.

Una vez captadas las ideas claves del proyecto a realizar resumidas brevemente en la tabla anterior, se facilitará a través del siguiente cronograma una planificación más detallada de las sesiones de manera que se pueda apreciar más específicamente cuándo debemos realizar las actividades. Para la realización del cronograma se han destinado 8 horas semanales, distribuidas de manera más o menos proporcional según el peso de la asignatura en el proyecto (2 horas de Matemáticas, 3 horas de Tecnología y 3 de Informática), diferenciado las sesiones por colores dependiendo

de la etapa correspondiente (para relacionaras con la Tabla 2). Cabe mencionar que soy consciente de la dificultad de organizar este tipo de proyectos interdisciplinarios en algunos centros educativos, sin embargo, los conceptos que se imparten en el proyecto (hojas de cálculo, sistema binario, etc.) pueden relacionarse fácilmente con el currículum de Tecnología, de forma que realizando algunas modificaciones para reducir la duración de sesiones del proyecto podría adaptarse sin mucha dificultad.

| CRONOGRAMA | | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES |
|------------|------------------------|---|--|--|---|---|
| SEMANA 1 | 1ª SESIÓN (55 min.) | Planteamiento de la pregunta orientadora. Generar <i>brainstroming</i> en el aula. Explicar rúbrica de evaluación. | Creación, en grupos de trabajo, de la página Google Sites para el proyecto | Introducir el concepto del sistema binario y suma binaria. | Repaso de los conceptos sobre puertas lógicas dados en la asignatura de Tecnología y reforzarlos a través de recursos generados con la plataforma Educaplay . | (20 min) Reflexión en grupos en la página Google Sites sobre las sesiones de esta etapa (35 min) Resolución de dudas surgidas sobre el programa Google Sites . |
| | 2ª SESIÓN (55 min.) | Definir los grupos de trabajos heterogéneos. Creación de cuenta Gmail para el proyecto. Explicación básica del funcionamiento de las herramientas Google Drive y Google Sites | | Introducir la aplicación MateFLip Binario para reforzar la asimilación de los conceptos desarrollados en la 1ª sesión a través de la gamificación. | | Planteamiento de forma conjunta de cómo realizar puertas AND y XOR mediante comando de las hojas de cálculo. Realización de algoritmo de suma de dos números binarios de 1 dígito. |

| | | | | | | |
|----------|------------------------|--|---|---|--|--|
| SEMANA 2 | 1ª SESIÓN (55 min.) | Realización de algoritmo de suma de dos números binarios de 2 y 3 dígitos | (35 min) Realización de algoritmo de suma de dos números de 4 dígitos y/o mejorar formato del de 3 dígitos. | Explicación del programa <i>Crocodile Clips</i> . Realización del circuito de suma de dos números con 1 dígito. | (35 min) Realización de ajustes de los esquemas y etiquetado de elementos. | Planteamiento de la construcción de la calculadora binaria. Explicación de los elementos electrónicos: Transistor, condensador y puertas lógicas AND XOR |
| | | | (20 min) Realizar reflexión grupal en <i>Google Sites</i> . | | (20 min) Realizar reflexión grupal en <i>Google Sites</i> . | |
| | 2ª SESIÓN (55 min.) | | | Realización del circuito de suma de dos números con 2 y 3 dígitos. | | Construcción de la calculadora |
| SEMANA 3 | 1ª SESIÓN (55 min.) | Construcción de la calculadora | Construcción de la calculadora | Realizar pruebas de funcionamiento y ajustar los errores cometidos. | Reflexión grupal en <i>Google Sites</i> . Acabar de darle formato y diseño a la web de <i>Google Sites</i> . | Trabajar en la preparación del vídeo o presentación informática para la presentación del proyecto. |
| SEMANA 4 | 1ª SESIÓN (55 min.) | Presentación grupal del proyecto a través de la realización de un vídeo del proyecto o presentación informática. | | | | |
| | 2ª SESIÓN (55 min.) | | | | | |

Tabla 3. Cronograma del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O.

4.3. CONCRECIÓN CURRICULAR

Una de las partes más importante de este tipo de proyectos es sustentarse siempre en el currículum, es por ello que a través del Decreto 87/2015, del Consell, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, se han seleccionado como punto de partida los elementos curriculares que se pretendían desarrollar con la idea clave del proyecto para poder elaborar en torno a estos los materiales didácticos apropiados. Esta concreción curricular se recoge en la siguiente tabla:

| CONCRECIÓN CURRICULAR DE LA TAREA | | | | | |
|---|--|--|-------------|--|-------------------|
| CONTENIDOS | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | INDICADORES DE LOGRO | CCLV | ESTANDARES DE APRENDIZAJE | ACTIVIDADES |
| Electrónica analógica: componentes básicos y simbología. Análisis y montaje de circuitos elementales. Circuitos impresos. | 4º_TECNO_BL3.1. Analizar circuitos electrónicos, reconociendo sus componentes para experimentar su funcionamiento mediante montajes sencillos. | 4º_TECNO_BL3.1.1. Identifica los componentes de circuitos electrónicos básicos del entorno doméstico e industrial | CMCT CAA | 1.1. Describe los elementos y sistemas fundamentales que se utilizan en la comunicación alámbrica e inalámbrica. | 6.1 |
| | | 4º_TECNO_BL3.1.2. Analiza el funcionamiento de circuitos electrónicos básicos del entorno doméstico e industrial. | CMCT CAA | 1.2. Describe las formas de conexión en la comunicación entre dispositivos digitales. 7.1. Monta circuitos sencillos. | 6.1 |
| | | 4º_TECNO_BL3.1.3. Monta circuitos electrónicos básicos y verifica su funcionamiento | CMCT CAA | | 6.1 |
| Electrónica digital: componentes básicos y simbología. Resolución de problemas tecnológicos básicos: puertas lógicas y álgebra de Boole | 4º_TECNO_BL3.2. Resolver problemas tecnológicos asociados a aplicaciones industriales sencillas mediante puertas | 4º_TECNO_BL3.2.1. Resuelve problemas tecnológicos asociados a aplicaciones industriales sencillas mediante puertas lógicas empleando, en su caso, el álgebra de Boole. | CMCT CAA | 4.1. Realiza operaciones lógicas empleando el álgebra de Boole. 4.2. Relaciona planteamientos lógicos con procesos técnicos | 5.1 5.2 5.3 |

| | | | | | |
|--|--|--|---------------------------|---|-------------------|
| | lógicas empleando, en su caso, el álgebra de Boole. | | | 5.1. Resuelve mediante puertas lógicas problemas tecnológicos sencillos. | |
| Uso de simuladores para analizar el comportamiento de los circuitos electrónicos. Simbología normalizada. | 4°_TECNO_BL3.3. Utilizar el software de simulación específico, empleando simbología normalizada, para representar y evaluar circuitos electrónicos. | 4°_TECNO_BL3.3.1. Representa circuitos electrónicos utilizando el software de simulación específico y simbología normalizada. | CMCT CD | 2.1. Emplea simuladores para el diseño y análisis de circuitos analógicos básicos, empleando simbología adecuada. | 5.1 5.2 5.3 |
| | | 4°_TECNO_BL3.3.2. Evalúa el funcionamiento de circuitos electrónicos por medio de software de simulación específico | CMCT CD | | 5.1 5.2 5.3 |
| Diseño de presentaciones multimedia. Tratamiento de la imagen. Producción sencilla de audio y vídeo. Derechos de autor y licencias de publicación. | 4°_TECNO_BL1.6. Crear y editar contenidos digitales como documentos de texto o presentaciones multimedia y producciones audiovisuales, con sentido estético utilizando aplicaciones informáticas de escritorio o servicios de la web, para exponer un objeto tecnológico, conociendo cómo aplicar los diferentes tipos de licencias. | 4°_TECNO_BL1.6.1. Crea, con sentido estético utilizando aplicaciones informáticas de escritorio, contenidos digitales para la exposición descriptiva de un objeto tecnológico propio del nivel educativo tales como documentos de texto, presentaciones multimedia o producciones audiovisuales. | CCLI CMCT CD CAA | | 7.1 |
| | | 4°_TECNO_BL1.6.2. Edita contenidos digitales para la exposición descriptiva de un objeto tecnológico propio del nivel educativo utilizando aplicaciones informáticas de escritorio o servicios de la web, aplicando los diferentes tipos de licencias. | CD CAA | | 7.1 |
| Elaboración de informes por medio de hojas de cálculo. Inserción de distintos tipos de | 4t.TIC.BL2.1. Crear contenidos digitales con sentido estético utilizando | 4t.TIC.BL2.1.1. Planifica el proceso de creación de contenidos digitales, individualmente o de manera cooperativa, mediante el establecimiento del | CAA | 1.1. Elabora y maqueta documentos de texto con aplicaciones informáticas que facilitan la inclusión de tablas, | 2.3 3.4 |

| | | | | | |
|--|---|---|-------------|--|----------------------------------|
| <p>datos y realización de fórmulas sencillas. Aplicación de formato en las celdas. Úso de funciones matemáticas, lógicas, estadísticas y otro tipo de funciones. Edición e integración de información multimedia) imagen, audio y vídeo) en producciones digitales. Planificación, creación y exposición de presentaciones multimedia.</p> | <p>aplicaciones informáticas que permitan la maquetación, manipulación, proceso, captura, integración y organización de la información para la realización de tareas en diversos contextos, su publicación y exposición oral.</p> | <p>objetivo que se persigue, así como del plan de acción para conseguirlo, la supervisión y evaluación del proceso de elaboración y la gestión del propio aprendizaje.</p> | | <p>imágenes, fórmulas, gráficos, así como otras posibilidades de diseño e interactúa con otras características del programa.</p> <p>1.2. Produce informes que requieren el empleo de hojas de cálculo, que incluyan resultados textuales, numéricos y gráficos.</p> <p>2.1. Integra elementos multimedia, imagen y texto en la elaboración de presentaciones adecuando el diseño y maquetación al mensaje y al público objetivo al que va dirigido.</p> <p>2.2. Emplea dispositivos de captura de imagen, audio y vídeo y mediante software específico edita la información y crea nuevos materiales en diversos formatos.</p> | <p>4.4</p> <p>5.4</p> <p>6.2</p> |
| | | <p>4t.TIC.BL2.1.3. Crea diferentes tipos de imágenes y contenidos de audio y vídeo digital con sentido estético, utilizando aplicaciones informáticas que permiten la captura, manipulación y la integración de la información para la realización de tareas en contextos personales, académicos, sociales o profesionales.</p> | <p>CD</p> | | <p>7.1</p> |
| | | <p>4t.TIC.BL2.1.5. Crea presentaciones con sentido estético, utilizando aplicaciones informáticas que permiten la captura, manipulación y la integración de la información para la realización de tareas en contextos personales, académicos, sociales o profesionales.</p> | <p>CD</p> | | <p>7.1</p> |
| | | <p>4t.TIC.BL2.1.7. Crea hojas de cálculo utilizando aplicaciones informáticas que permiten la resolución de problemas contextualizados en</p> | <p>CMCT</p> | | <p>4.1</p> <p>4.2</p> |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------|--|-------------------|
| | | diversos ámbitos mediante la utilización de modelos matemáticos adecuados para describirlos. | | | 4.3 |
| Estrategias de resolución de problemas: Organización de la información. Realización de esquemas, dibujos, tablas, gráficos, etc. Selección de una notación adecuada. Búsqueda de semejanzas con otros problemas ya resueltos. Resolución de problemas más simples. Experimentación y obtención de pautas. Ensayo-error. El error como forma de aprendizaje. Descomposición del problema en problemas más sencillos. Comprobación del resultado | 4°MAT.BL1.2. Aplicar diferentes estrategias, individualmente o en grupo, para la realización de tareas, resolución de problemas o investigaciones matemáticas en distintos contextos (numéricos, gráficos, geométricos, estadísticos o probabilísticos), comprobando e interpretando las soluciones encontradas para construir nuevos conocimientos. | 4°MAT.BL1.2.1. Realiza tareas, resuelve problemas o investigaciones matemáticas en distintos contextos (numéricos, gráficos, geométricos, estadísticos o probabilísticos) aplicando diferentes estrategias, individualmente o en grupo adecuadas al nivel educativo. | CMCT CAA | 2.3. Realiza estimaciones y elabora conjeturas sobre los resultados de los problemas a resolver, valorando su utilidad y eficacia. 2.4. Utiliza estrategias heurísticas y procesos de razonamiento en la resolución de problemas reflexionando sobre el proceso de resolución de problemas. Identifica patrones, regularidades y leyes matemáticas en situaciones de cambio, en contextos numéricos, geométricos, funcionales, estadísticos y probabilísticos Utiliza las leyes matemáticas encontradas para realizar simulaciones y predicciones sobre los resultados esperables, valorando su eficacia e idoneidad 4.1. Profundiza en los problemas una vez resueltos: revisando el proceso de resolución y los pasos e ideas importantes, analizando la coherencia de la solución o buscando otras formas de resolución. 6.4. Interpreta la solución matemática del problema en el contexto de la realidad. 7.1. Reflexiona sobre el proceso y obtiene conclusiones sobre él y sus resultados. 10.1. Reflexiona sobre los problemas resueltos y los procesos desarrollados, valorando la potencia y sencillez de las ideas claves, aprendiendo para situaciones futuras similares. | 4.1 4.2 4.3 |

Tabla 4. Concreción Curricular del Proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º E.S.O

4.4. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

| ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD | | | |
|--|--|--|--|
| ACTIVIDADES | OPCIONES MÚLTIPLES | REFUERZO Y AMPLIACIÓN | OPCIONES MÚLTIPLES DE EVALUACIÓN |
| PROPUESTA CALCULADORA BINARIA | <p>Se puede debatir en grupo con el profesor.</p> <p>Se pueden hacer grupos para debatir y luego poner las reflexiones en común.</p> <p>Se pueden poner las ideas o reflexiones por escrito.</p> | <p>No se proponen actividades de refuerzo. El trabajo en equipo y autónomo del alumnado permite que el docente pueda prestar mayor atención a aquellas personas con dificultades para desarrollar el proyecto o presenten unas necesidades especiales.</p> | <p>Se utilizan diversos tipos de evaluación durante el desarrollo del proyecto a través no solo del montaje de la calculadora, sino de la creación de una página web que invita a la reflexión del alumnado y facilita que muestren sus evidencias de aprendizaje.</p> <p>El proyecto también presenta la opción de presentar el producto final mediante la edición de un vídeo o presentación informática grupal.</p> <p>Además, los alumnos tendrán la oportunidad de evaluar tanto a ellos mismos y a sus compañeros como a la metodología utilizada.</p> <p>Antes de empezar el proyecto, se les presenta al alumnado la rúbrica del proyecto para que sepan en todo momento lo que se espera de ellos y sepan cómo van a ser evaluados.</p> |
| CREACIÓN DE LA WEB (GOOGLE SITES) | <p>El contenido de la web se puede expresar por escrito.</p> <p>El contenido de la web se puede expresar mediante imágenes del proyecto.</p> <p>El contenido de la web se puede expresar mediante vídeos cortos del proceso.</p> | | |
| ESQUEMAS EN HOJA DE CÁLCULO Y CROCODILE CLIPS | <p>A través del trabajo en equipo se les deja libertad para el desarrollo del proyecto, acoplado la dificultad en diferentes grados de dificultad en función del número de dígitos a sumar.</p> | | |
| CONSTRUCCIÓN DE LA CALCULADORA | <p>A través del trabajo en equipo se les deja libertad para el desarrollo del proyecto, de modo que puedan acoplar el grado de dificultad a sus necesidades, intereses y motivaciones.</p> | | |
| CREACIÓN DEL VÍDEO O PRESENTACIÓN | <p>El trabajo en grupo para la realización del vídeo o presentación grupal mejora la integración y motivación del alumnado y el apoyo entre ellos para colaborar con compañeros que presentan mayores dificultades.</p> | | |

Tabla 5. Plan de Atención a la Diversidad del proyecto ABP interdisciplinar de la Calculadora Binaria para alumnado de 4º de E.S.O

5. MATERIALES DIDÁCTICOS

5.1. MATEFLIP

Para la consolidación de los conceptos de los números y sumas binarias durante las sesiones que ocupe la actividad 3 hemos diseñado un juego para trabajar con el móvil: el ‘*mate flip*’ de sumas binarias, es un juego basado en el “*Nature Memory*” donde tenemos una pantalla con una matriz 4 x 4 y 16 casillas con 8 parejas, un ejercicio de suma binaria y el resultado en binario. De esta forma el alumno puede practicar las sumas binarias con carácter lúdico y aprender a la vez que se divierte jugando, motivando la realización de los ejercicios. La aplicación al final puntúa los intentos, aciertos y errores, creando un aliciente para mejorar los resultados.



Figura 2. Pantalla principal de la Aplicación de móvil MateFlip Binario

Esta aplicación está implementada en los terminales móviles para que puedan jugar en casa y en la propia aula, ya que el uso de estos dispositivos está generalizado entre el alumnado de estas edades. El hecho de poder trabajar y jugar con los móviles nos evita tener que desplazarlos a las aulas de informática y poder trabajar en la misma clase, además, al tener el alumno instalada la aplicación en su terminal puede trabajar en casa con la aplicación.

El juego consiste en emparejar las casillas, hay un total de 16, 8 preguntas y 8 respuestas, diferenciadas por el color, las rojas son las preguntas y las verdes las respuestas.



Figura 3. Pantalla Inicial 1 jugador

Las posiciones de las preguntas y las respuestas son al azar y cambian en cada juego, por lo que cada vez que jugamos estamos ante una nueva colocación de preguntas y respuestas.

Podemos jugar individualmente, como entre dos jugadores, en esta última opción se alternan los turnos de los jugadores. Cada jugador, en su turno debe pulsar sobre una casilla roja y otra verde:



Figura 4. Muestra de posible elección en la app

Las casillas se voltearán y dejaran ver su contenido, entonces el jugador debe pulsar sobre la mano verde si es correcta o sobre la mano roja si cree que no lo es.



Figura 5. Elección correcta/Incorrecta

Si la respuesta es incorrecta (pulsar verde si no son pareja o pulsar rojo si lo son) se oirá un sonido de claxon para indicar que no es correcta la respuesta y las casillas se voltearán quedándose como al principio. Como las casillas quedan en el mismo lugar cada jugador puede recordar el contenido para utilizarlo en las siguientes jugadas.

Si hemos pulsado en la mano roja y es cierto que no son pareja, oiremos un sonido aprobatorio y las casillas volverán a girarse para situarse en la posición original. Ahora bien, si hemos pulsado en la mano verde y son pareja, la respuesta es correcta y las casillas generan una animación colocándose en el centro tal como muestra las imágenes:



Figura 7. Elección correcta de parejas

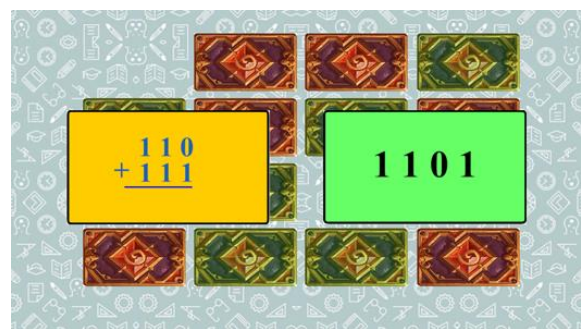


Figura 6. Emparejamiento en zona central tras acierto

Y se sitúan en la posición original, pero cambian de color para indicar que ya no se pueden elegir:



Figura 8. Bloqueo de las casillas acertadas

El juego termina cuando se completan todas las parejas.



Figura 10. Elección de la última pareja



Figura 9. Puntuación final

Al final nos da una puntuación, que es el resultado de los aciertos, fallos, intentos y tiempo empleado en terminar.

Si pulsamos sobre la opción reiniciar volvemos a la pantalla principal donde podemos elegir entre uno o dos jugadores.

En la opción de dos jugadores aparece a la izquierda unos marcadores donde nos indica el turno y los aciertos y fallos de cada jugador, además la colocación de las casillas de preguntas y respuestas, es otra distinta, así como el contenido de las preguntas y respuestas, por lo tanto, estamos ante un nuevo juego y lo que sabíamos del juego anterior no nos va a valer para esta nueva partida.



Figura 11. Pantalla inicial 2 jugadores



Figura 12. Elección de parejas 2 jugadores

Una de las diferencias en la opción de dos jugadores es que si el jugador acierta con la pareja sigue manteniendo el turno, aunque si acierta que no son parejas el turno salta a otro jugador.

Al final del juego tenemos también las puntuaciones de cada jugador:

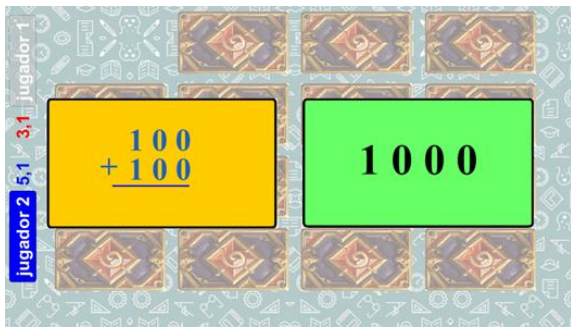


Figura 14. Elección pareja final 2 jugadores



Figura 13. Puntuación final 2 jugadores

Este juego trabaja tanto el conocimiento como la memoria, desarrollando ambas capacidades de una forma lúdica y divertida, sin que sea un esfuerzo para el alumno. El reto de mejorar sus registros y ganar a sus compañeros también añade una componente aditiva que nos ayuda a su formación y a que sea el propio alumno el que refuerce su aprendizaje.

A continuación, dejo los enlaces para descargar la aplicación del Mate Flip Binario, en la que he contado con la inestimable ayuda de mi compañero M. Soler para desarrollar el código de programación necesario para hacer posible mi propuesta.

Enlace para descargar la aplicación en sistema IOS:

<https://itunes.apple.com/us/app/mateflip-binario/id1400936580?l=es&mt=8>

Enlace para descargar la aplicación en sistema Android:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cb.mateFlipBinario>

5.2. EDUCAPLAY

Para el aprendizaje de los elementos básicos electrónicos del circuito se ha hecho uso de la plataforma virtual *Educaplay*. Esta permite crear hasta un total de 16 tipos de actividades educativas diferentes de forma atractiva, fácil y gratuita a través de la tecnología flash.



Figura 15. Tipos de actividades en Educaplay

Además, permite buscar actividades ya creadas por otros docentes, de modo que podamos extraer ideas de ellas o incluso llegar a utilizar las mismas si se acopla a nuestra metodología docente.

En este caso, he creado en esta plataforma dos actividades adaptadas al proyecto de la calculadora binaria con el fin de que los alumnos sepan relacionar tanto el concepto, como la simbología de los elementos, con el componente en la realidad, puesto que una de las problemáticas más frecuentes en las asignaturas de ámbito científico-tecnológico es que el alumnado únicamente se queda en un estado superficial, es decir, en aquello que memoriza o recuerda, sin alcanzar un aprendizaje significativo. Este tipo de aprendizaje se da cuando los contenidos son relacionados de forma no arbitraria con los conceptos que el alumno conoce, es decir, cuando se relacionan las ideas con algún aspecto relevante de la estructura cognoscitiva del alumno (una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición) (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

La primera actividad consiste en relacionar la simbología con su elemento real:

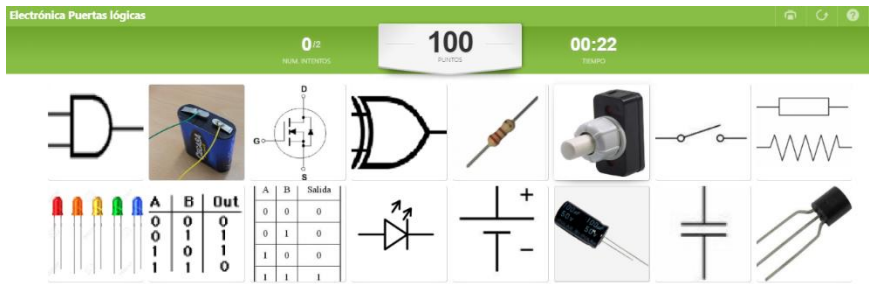


Figura 16. Actividad 1 de puertas lógicas en Educaplay- Pablo González

Podemos realizar esta actividad entrando en el siguiente enlace:

https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3824530/electronica_puertas_logicas.htm

Los elementos que aparecen en esta actividad, son los necesarios para elaborar la construcción de la calculadora binaria y pretende que el alumnado sepa relacionar la simbología requerida en la realización de esquemas eléctricos con la imagen real. En el caso de las puertas lógicas, al ser los elementos muy parecidos entre sí, se ha escogido la utilización de las tablas de verdad como forma de conocer el proceso de entrada/salida de las puertas.

Para la segunda actividad, se ha escogido el modelo mapa interactivo, de modo que a partir del nombre del elemento sepan escoger su simbología:

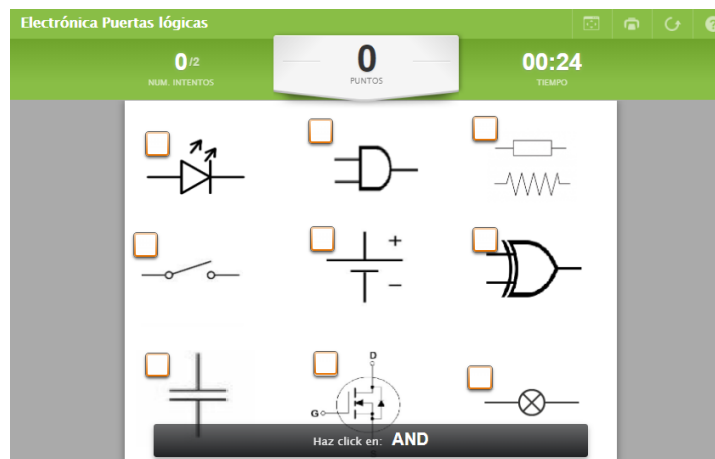


Figura 17. Actividad 2 de puertas lógicas en Educaplay – Pablo

Podemos realizar esta actividad entrando en el siguiente enlace:

https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3824536/electronica_puertas_logicas.htm

En esta actividad nos aparecerán la simbología de 9 elementos necesarios en la construcción de la calculadora binaria y deberemos seguir las instrucciones de la plataforma, haciendo clic en el recuadro del elemento que nos indique.

La plataforma, registra los errores cometidos y su puntuación, de esta forma el alumnado puede ir comprobando de forma autónoma el grado de conocimiento sobre la materia a realizar y conocer dónde ha errado para mejorar.



Figura 18. Pantalla final de puntuación Educaplay

5.3. HOJA DE CÁLCULO

Una vez que se han trabajado los conocimientos previos: numeración en binario y el algoritmo de la suma binaria, podemos plantear nuestra investigación: La construcción de un circuito eléctrico que nos permita demostrar que la luz suma, intuyendo que es posible la creación de circuitos electrónicos para la construcción de una unidad aritmética.

La primera pregunta es ¿cómo podemos simular esto utilizando circuitos lógicos? ¿Existen esos tipos de circuitos? La respuesta es afirmativa, el circuito XOR nos permite simular la suma de los números binarios, este circuito deja pasar la luz (la presencia de luz la llamaremos 1) cuando solo llega por una de sus entradas y la salida será presencia eléctrica ($1+0=1$ $0+1=1$), mientras que si llega por sus dos inputs o no llega por los dos ($1+1=0$, $0+0=0$) la luz no saldrá por su salida. Ya tenemos el primer circuito que nos permite sumar la luz, para el siguiente operador, la suma llevando, debemos tener en cuenta que $1+1=1$ mientras que $1+0=0$, $0+1=0$ y $0+0=0$ y esto es el resultado de un circuito AND que deja pasar la luz sólo en el caso de que le llegue por los dos inputs a la vez, en los otros casos no deja pasar la corriente eléctrica.

Una vez analizado estos casos construimos en hoja de cálculo un simulador de la suma binaria de dos números con un solo dígito:

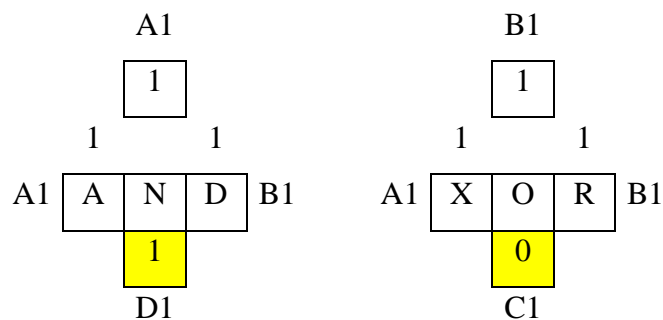


Figura 19. Simulación de puertas lógicas AND y XOR con hoja de cálculo

Podemos ir comprobando los 4 casos posible $0+0=00$, $1+0=01$, $0+1=01$ y $1+1=11$. De esta forma hemos construido un esquema eléctrico que nos permite sumar 1 dígito con otro, nuestro objetivo es llegar a la construcción del circuito eléctrico que nos permitiría sumar dos números de tres dígitos primero en hoja de cálculo y finalmente de una forma física.

La siguiente fase sería pedir a los alumnos que realizaran un esquema en hoja de cálculo para números de dos dígitos. Primero haríamos una primera hoja que simulara el algoritmo matemático, para sumar e ir analizando las distintas opciones:

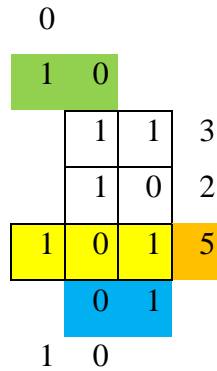


Figura 20. Suma binaria en hoja de cálculo

En el ejemplo podemos observar el caso de tres (11 en binario) más dos (10 en binario) el resultado es 101 en binario, 5 en decimal. Tenemos que analizar cuantos operadores XOR y AND necesitamos y de qué forma colocarlos en el esquema del circuito.

La solución del circuito que obtiene la suma en binario para números de dos dígitos, utilizando una hoja de cálculo sería la siguiente:

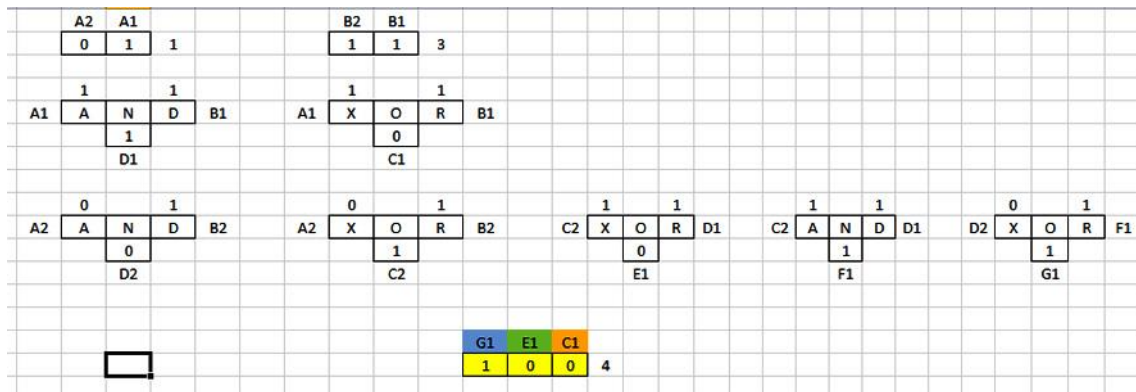


Figura 21. Suma binaria de dos números con dos dígitos en hoja de cálculo

La obtención de este esquema, puede ser un poco complicado para el alumno, ya que aparte de las sumas de los dígitos con un XOR y un AND como en el primer caso, hay que ir contemplando diferentes posibilidades que nos genera las sumas llevando. Es por eso, que deberíamos ayudar a la consecución de este objetivo intermedio, dirigiendo el razonamiento de los alumnos a la solución y planteando los diferentes casos que se nos

presentan y que podemos obtener con el algoritmo del que hemos mostrado en párrafos anteriores.

Como puede observarse tenemos dos inputs A y B con dos dígitos A2, A1 y B2, B1,

| | | | | | | | | |
|----|----|---|--|--|--|----|----|---|
| A2 | A1 | | | | | B2 | B1 | |
| 0 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 3 |

Figura 22. Inputs de la suma binaria

Primero hacemos la suma (SU) y las que nos ‘llevamos’ (a partir de ahora AD) con un XOR y un AND en la segunda fila del esquema, el resultado del XOR es C1 y es el primer dígito de la solución, el resultado del AND (AD) le llamamos D1.

| | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|
| | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | |
| A1 | A | N | D | B1 | A1 | X | O | R | B1 |
| | | 1 | | | | | 0 | | |
| | | D1 | | | | | C1 | | |

Figura 23. Primera fase del algoritmo de suma de dos dígitos

De la tercera fila van a salir los otros dos dígitos de la suma el E1 y el G1.

| | | | |
|----|----|----|---|
| G1 | E1 | C1 | |
| 1 | 0 | 0 | 4 |

Figura 24. Outputs de la hoja de cálculo

Primero tenemos que poner, a la izquierda un XOR y un AND para los dígitos A2 y B2. Los resultados son c2 y D2, respectivamente como puede verse en el esquema. Tenemos que sumar C2 con D1 y ver cuantas nos llevamos (AD), son el XOR y el AND que se encuentran a la derecha de los dos primeros operadores lógicos, sus resultados son E1 y F1, el E1 es la cifra central del resultado final. Por último, debemos sumar con un XOR las casillas D2 y F1 cuyo resultado G1 es la cifra más a la izquierda de la suma.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|
| | 0 | | 1 | | | 0 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | 0 | | 1 | |
| A2 | A | N | D | B2 | A2 | X | O | R | B2 | C2 | X | O | R | D1 | C2 | A | N | D | D1 | D2 | X | O | R | F1 |
| | | 0 | | | | | 1 | | | | | 0 | | | | | 1 | | | | | 1 | | |
| | | D2 | | | | | C2 | | | | | E1 | | | | | F1 | | | | | G1 | | |

Figura 25. Segunda fase del algoritmo de suma de dos dígitos

Hemos necesitado para obtener el esquema final, 4 circuitos lógicos XOR y 3 circuitos lógicos AND.

Cuando tenemos el esquema en la hoja de cálculo podemos ir poniendo ejemplos para comprobar que se obtienen las sumas correctas. Esta parte es muy gratificante para los alumnos ya que ven como su trabajo tiene una recompensa, la consecución de la meta planteada.

Siguiendo con la investigación planteada, se les pide un paso más, obtener un circuito en una hoja de cálculo que sume números binarios de 3 dígitos, tal como se hizo en el juego del ‘mate flip’ de sumas binarias y que después nos llevará a la construcción física de nuestra unidad aritmeticológica.

Gracias al orden en el esquema anterior, es fácil llegar a la conclusión de que hemos de añadir una fila más, donde se realizaran los cálculos necesarios para la obtención del esquema eléctrico:

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A3 | A2 | A1 | | | B3 | B2 | B1 | | |
| 1 | 1 | 1 | 7 | | 1 | 1 | 1 | 7 | |
| | 1 | | | | | 1 | | | |
| A1 | A | N | D | B1 | A1 | X | O | R | B1 |
| | | 1 | | | | | 0 | | |
| | | | D1 | | | | | C1 | |
| | 1 | | | | | 1 | | | |
| A2 | A | N | D | B2 | A2 | X | O | R | B2 |
| | | 1 | | | | | 0 | | |
| | | | D2 | | | | | C2 | |
| | 1 | | | | | 1 | | | |
| A3 | A | N | D | B3 | A3 | X | O | R | B3 |
| | | 1 | | | | | 0 | | |
| | | | D3 | | | | | C3 | |
| | | | | | | 0 | | | |
| | | | | | | X | O | R | D1 |
| | | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | E1 | |
| | | | | | | 0 | | | |
| | | | | | | A | N | D | D1 |
| | | | | | | | 0 | | |
| | | | | | | | | F1 | |
| | | | | | | 1 | | | |
| | | | | | | | | | G1 |
| | | | | | | 0 | | | |
| | | | | | | X | O | R | F1 |
| | | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | | G2 |
| | | | | | | 0 | | | |
| | | | | | | A | N | D | G1 |
| | | | | | | | 0 | | |
| | | | | | | | | F2 | |
| | | | | | | 1 | | | |
| | | | | | | | | | G2 |
| | | | | | | 0 | | | |
| | | | | | | X | O | R | F2 |
| | | | | | | | 1 | | |
| | | | | | | | | | G2 |
| | | | | | | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | | | | | | 14 |

Figura 26. Suma binaria de 2 números de 3 dígitos en hoja de cálculo

Como puede observarse la 4 línea, que es la que debemos de añadir, es igual a la 3 con diferentes entradas y salidas, pero guardando la simetría de la línea anterior, esto puede facilitar mucho que el alumno llegue a la solución.

No analizamos con detalle el esquema anterior por economía de tiempos y espacios, simplemente llamamos la atención a la simetría de las entradas y salidas.

Para este esquema hemos necesitado 7 XOR y 5 AND que son los que necesitaremos para el proyecto final.

Ahora, cuando ya tenemos el esquema, podemos pedir que el alumno vaya cambiando las entradas y comprobando que el resultado obtenido es el correcto. Así de forma manipulativa va testeando la hoja de cálculo.

Una vez llegado a este punto, podemos pedir, que, sin ayudas, el alumno sea capaz de obtener un esquema con una hoja de cálculo, que simule la suma de dos números de 4 dígitos.

Para llegar a la solución sólo debe insertar una quinta línea con los mismos operadores lógicos y cambiar el nombre a las entradas y salidas, construyendo una nueva salida o resultado final de la suma con una casilla más:

El esquema de 4 dígitos:

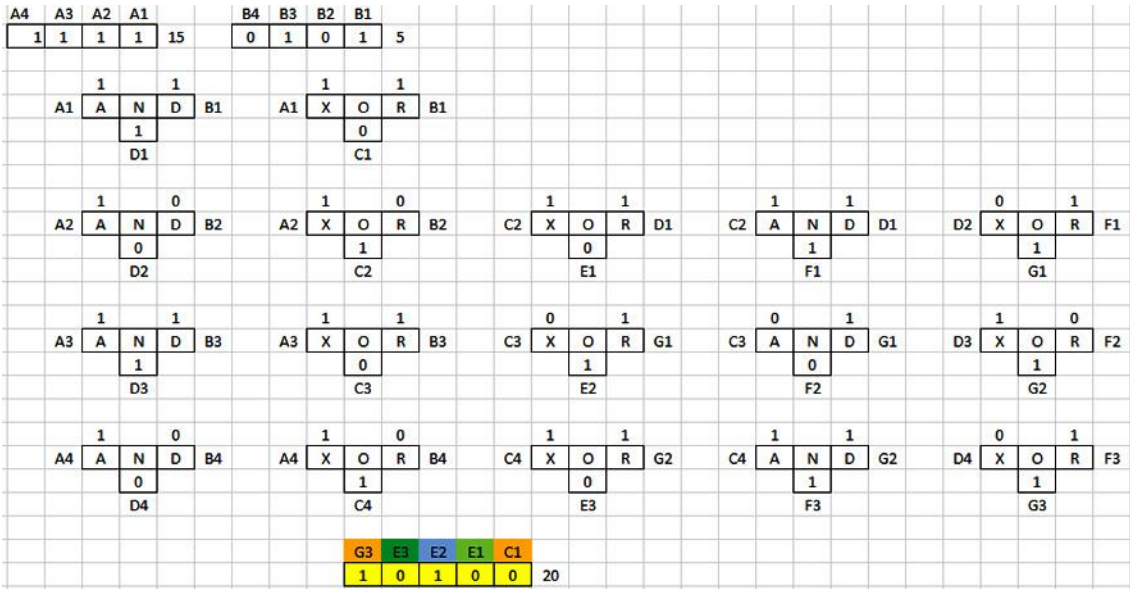


Figura 27. Suma binaria de dos números de 4 dígitos en hoja de cálculo

Como puede apreciarse en el esquema la simetría es total, lo cual es muy importante para entender que es fácil la obtención de esquemas con más dígitos, incluso es posible que el alumno se aventure a construirlos si le ha gustado el trabajo realizado.

De todas formas, nosotros vamos a trabajar el esquema de 3 dígitos, que es el que necesitaremos para la construcción física de nuestra pequeña ‘unidad aritmético-lógica’, que nos demostrará que la luz suma y nos hará intuir un poco mejor el funcionamiento de calculadoras y ordenadores.

5.4. CROCODILE CLIPS

El programa *Crocodile Clips* es una herramienta perfecta para introducir al alumnado en la realización de esquemas de circuitos eléctricos y electrónicos, ya que posee una interfaz muy visual y sencilla de utilizar que la hace muy atractiva para el usuario. Además, permite visualizar los elementos tanto con su simbología como con imágenes reales de los mismos, lo que mejora el aprendizaje más profundo tal y como se ha comentado en el [punto 5.2](#). Otra de las ventajas del programa es que nos permite simular el circuito, de forma que puedan comprobar el funcionamiento del montaje una vez realizado.

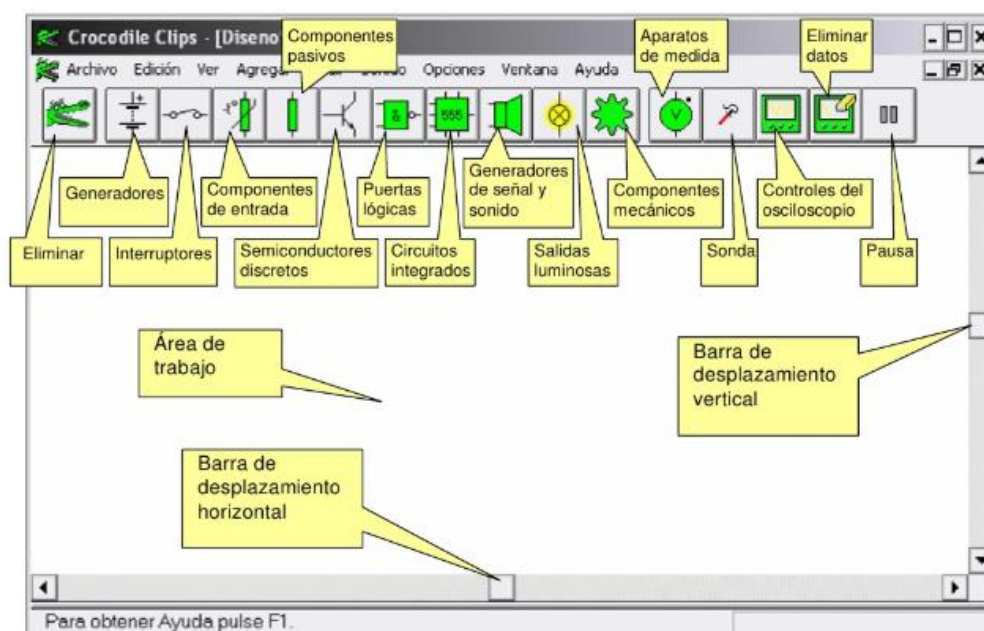


Figura 28. Programa Crocodile Clips. Recuperado de <http://www.tecnosjulo.com/1eso/2012/02/02/crocodile-clips/>

Para la realización del proyecto se ha usado la realización de esquemas con *Crocodile Clips* como forma de plasmar el algoritmo realizado en hoja de cálculo en un esquema analógico real con puertas lógicas como paso previo a la construcción de la calculadora binaria con elementos electrónicos.

Durante la elaboración de estos esquemas es necesario hacer hincapié al alumnado la necesidad de realizarlos con un orden lógico y nombrando los elementos que componen el circuito de forma que adquieren un hábito de orden y planificación, al mismo tiempo que permite la mejor comprensión del esquema a otros usuarios. Para facilitarles esta tarea, se recomendará seguir la estructura de las puertas lógicas de la hoja de cálculo. Aquí podemos ver ejemplos de los circuitos de suma de 1,2 y 3 dígitos:

Suma de 1 dígito:

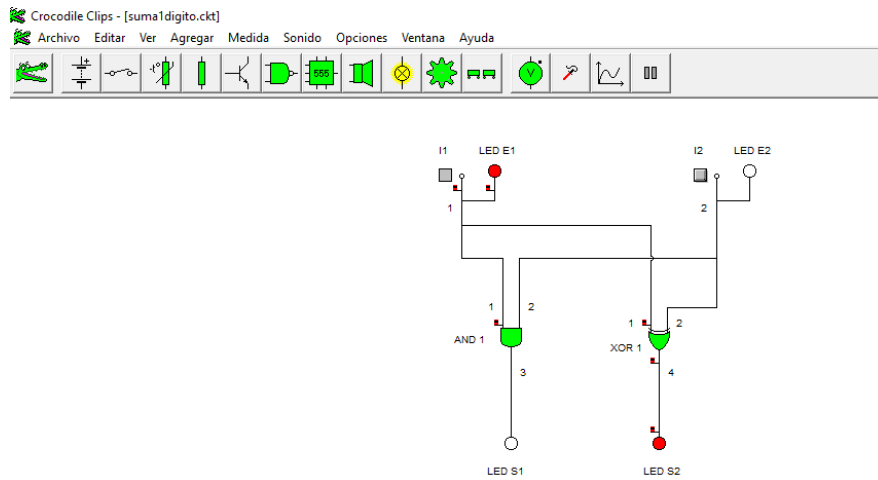


Figura 29. Esquema de suma binaria de 2 números de 1 dígito en Crocodile Clips

Suma de 2 dígitos:

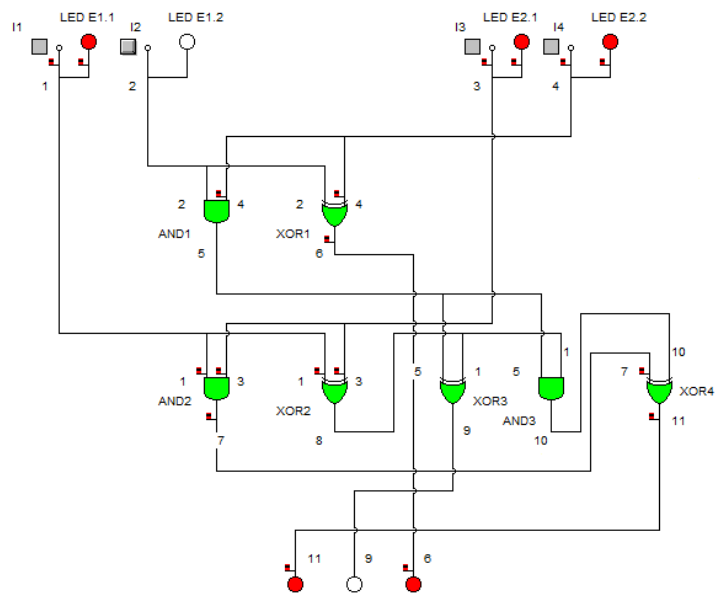


Figura 30. Esquema de suma binaria de 2 números de 2 dígitos en Crocodile Clips

Suma de 3 dígitos:

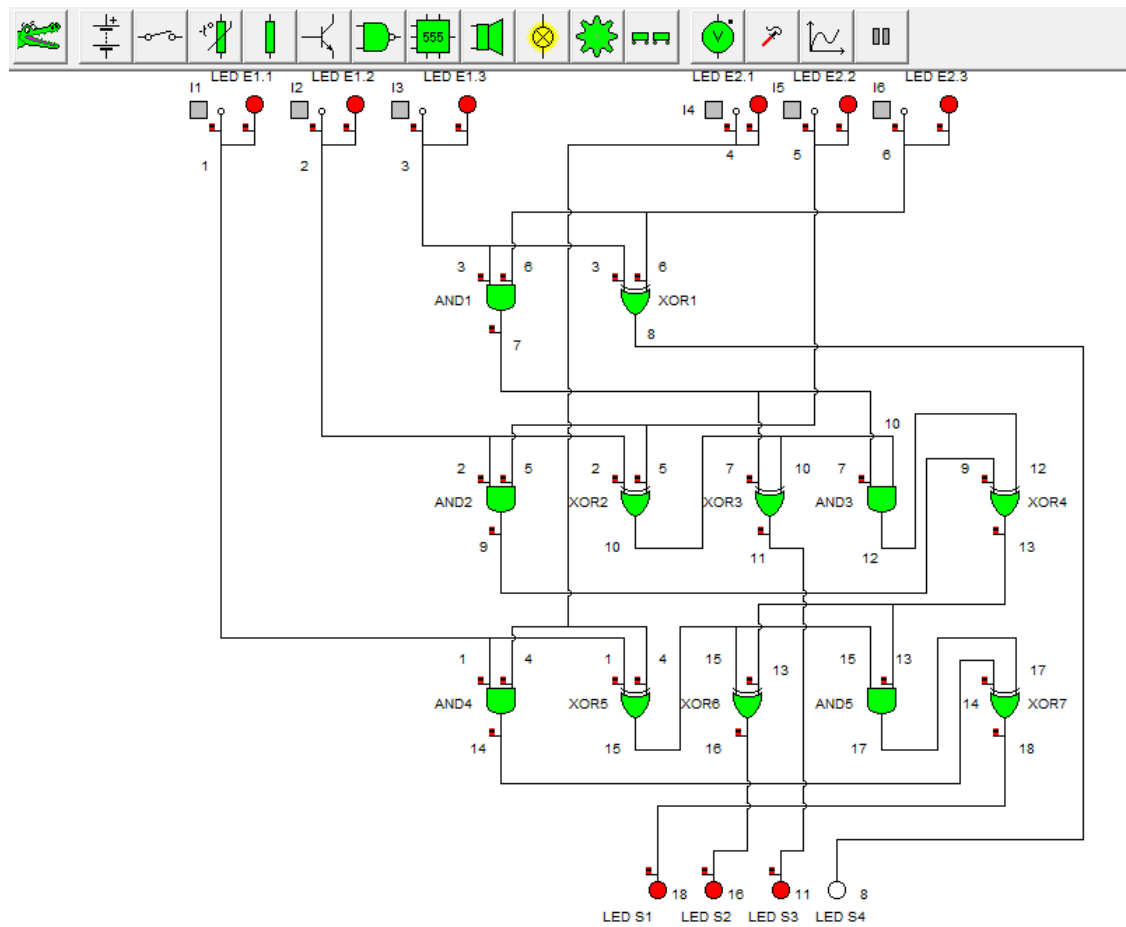


Figura 31. Esquema de suma binaria de 2 números de 3 dígitos en Crocodile Clips

5.5. APP CALCULADORA BINARIA

Antes de empezar con la construcción de la ‘unidad aritmético-lógica’, queremos mostrar la aplicación para móviles que hemos diseñado para la suma binaria de dos números de tres dígitos, preámbulo de la construcción física.

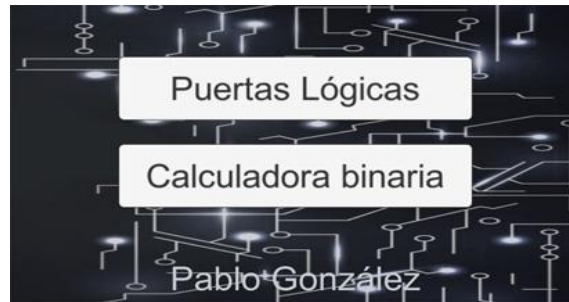


Figura 32. Pantalla principal app Calculadora Binaria

Con esta aplicación queremos acercar al alumno, de forma virtual, al resultado final desde su dispositivo móvil.

Esta aplicación que le permitirá obtener las sumas binarias de dos números de tres dígitos de forma manipulativa.

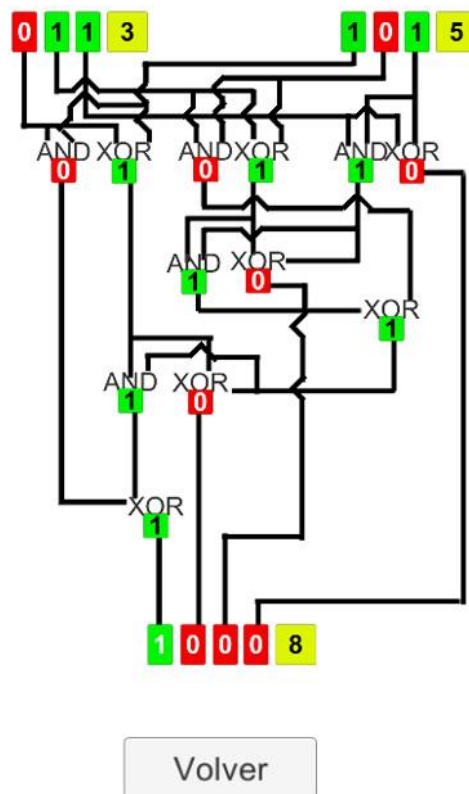


Figura 33. Pantalla de simulación de la app Calculadora Binaria

Para utilizarla, no tenemos más que pulsar encima de las casillas que forman los dígitos de cada uno de los números, y estos van cambiando de 0 a 1 o de 1 a 0, en cada pulsación.



Figura 34. Inputs app Calculadora Binaria

A la derecha, en color verde oliva, tenemos el número en el sistema decimal, mientras a su izquierda se encuentran los tres dígitos del número en binario, sobre fondo verde los 1 y sobre fondo rojo los 0.

El resultado final se encuentra abajo del esquema, siguiendo la misma elección de colores para el contenido de las casillas:



Figura 35. Outputs app Calculadora Binaria

En el ejemplo del dibujo $011 (3) + 101 (5) = 1000 (8)$.

Podemos cambiar los números de las entradas clicando sobre las casillas, como hemos dicho anteriormente y el resultado irá actualizándose, de esta forma manipulativa podemos testear el funcionamiento correcto de la aplicación, y comprobando de forma virtual que la luz suma que es nuestro objetivo primario.

En el interior del esquema pueden verse los diferentes ‘outputs’ de cada operador lógico, que irán cambiando con las modificaciones de los números del input:

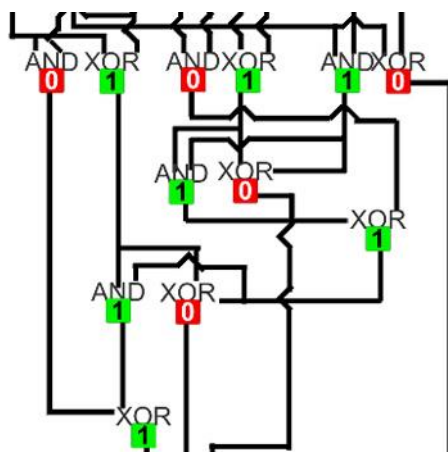


Figura 36. Esquema interno de la app Calculadora Binaria

Por falta de espacio y orientación del móvil hemos tenido que sacrificar el esquema primario obtenido en la hoja de Cálculo, donde tenemos más información, nos referimos a la colocación de las entradas en cada circuito lógico.

Al final tenemos una casilla que pone volver que nos saca de la aplicación.



Figura 37. Botón Volver

A continuación, dejo los enlaces para descargar la aplicación “Calculadora Binaria”, en la que he contado con la inestimable ayuda de mi compañero M. Soler para desarrollar el código de programación necesario para hacer posible mi propuesta.

Android:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cb.calcgrafica>

IOS:

<https://itunes.apple.com/es/app/calculadora-binaria/id1335741805?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>

5.6. MONTAJE CALCULADORA

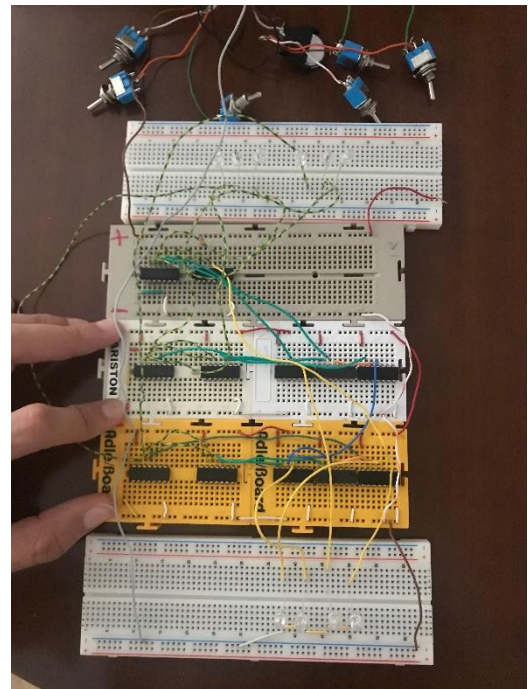
Una vez realizados los esquemas previos y vista la aplicación de la calculadora binaria ya podemos empezar a construir nuestra unidad aritmicológica para demostrar que efectivamente la luz, suma. Para ello introduciremos en la ecuación una serie de nuevos elementos electrónicos necesarios para el montaje en una placa *protoboard* como son: condensadores, transistores y resistencias.

El uso de resistencias permitirá proteger a los elementos electrónicos frente a tensiones elevadas, ya que estos operan con poco voltaje y una tensión elevada podría dañarlos e incluso llegar a romperlos.

El condensador se instalará junto al elemento electrónico que contiene las puertas lógicas para poder llevar a cabo un buen desacoplamiento entre los Leds, ya que se accionarán interruptores que apagarán y encenderán los leds con bastante asiduidad.

Por último, introduciremos transistores *Mosfet* para asegurarnos de poder producir la corriente de funcionamiento necesaria en los Leds de salida. El resto del circuito será idéntico al esquema realizado con el *Crocodile Clips*.

En la imagen podemos apreciar un posible ejemplo de construcción de calculadora binaria. En ella se observa que se ha respetado el esquema realizado en hoja de cálculo, utilizando únicamente una de las cuatro puertas lógicas que posee cada elemento XOR o AND de la imagen para que quede de forma idéntica al de la hoja de cálculo. Esta propuesta no es óptima a nivel de espacio y funcionamiento, pero resulta muy visual para el alumnado facilitando su montaje y puesta a punto a la hora de comprobación del cableado. Además, se ha utilizado una pila de botón de 3V en vez de una fuente de alimentación para facilitar los elementos necesarios.



En cambio, en las siguientes imágenes podemos apreciar ya un montaje mucho más sofisticado, utilizando todas las posibles puertas lógicas XOR y AND que poseen los elementos electrónicos mostrados (tienen un total de 4 puerta por elemento), lo que reduce considerablemente el espacio necesario, necesitando una mayor fluidez conceptual para su montaje. Además, se ha utilizado una fuente de alimentación conectada a la red que puede ser regulada de 3 a 12 V, necesitando elementos electrónicos como resistencias, transistores y condensadores.

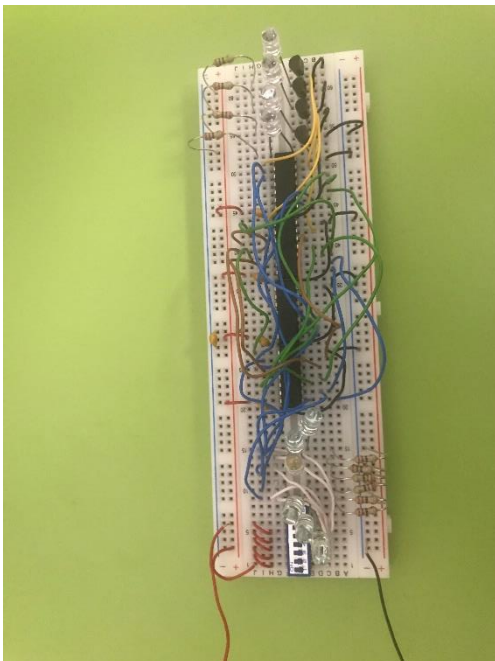


Figura 38. Vista aérea de la calculadora

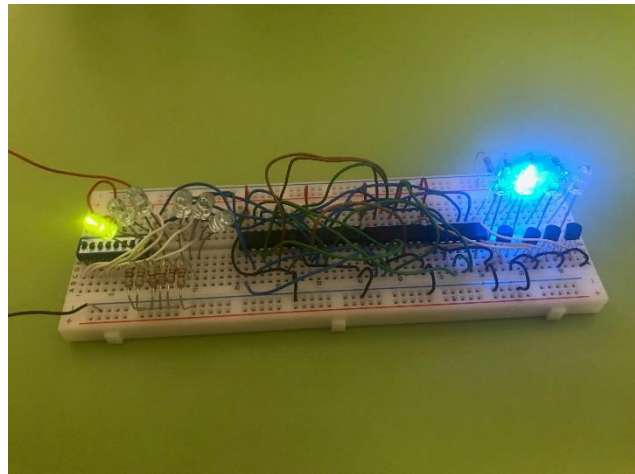


Figura 39. Calculadora binaria en funcionamiento

Para poder entender mejor el funcionamiento y montaje de la calculadora dejo en enlace a un vídeo de *Youtube* que he subido a la plataforma para explicarlo más detalladamente:

<https://youtu.be/9B7714qHWk0>

6. EVALUACIÓN

Para evaluar el proyecto de la calculadora binaria se pretende seguir una evolución formativa que no mida únicamente los conocimientos aplicados en la construcción de la unidad aritmeticológica, sino que se evalúe todo el proceso de aprendizaje teniendo en cuenta las habilidades, aptitudes y conocimientos adquiridos en él.

La formación de grupos heterogéneos para que trabajen de forma autónoma permite al docente estar más pendiente de este proceso formativo, prestando atención a las necesidades específicas de cada alumno, ayudándoles a alcanzar un aprendizaje más profundo. Sin embargo, creo necesario reforzar este seguimiento continuo a través de la elaboración de un blog creado con la plataforma [Google Sites](#), reflejando en él las evidencias de aprendizaje de manera grupal tras cada etapa superada del proyecto. Esto no solo permitirá al docente averiguar los problemas de aprendizaje de sus alumnos, sino que permite darle también *feedback* sobre su propia metodología y comprobar que el alumnado es capaz de expresar mediante lenguaje escrito el procedimiento práctico que está llevando a cabo con claridad.

Para poder medir el grado de adquisición de los criterios de evaluación que se han definido en el [apartado 4.3](#) emplearé rúbricas como instrumento de evaluación tal y como recomienda el instituto Buck para la educación (<http://www.bie.org/>), las cuales se entregarán al alumnado al principio del proyecto, para que puedan saber qué se espera de ellos y puedan actuar en consonancia a los criterios de evaluación. La rúbrica general del proyecto recogerá un 90% de la nota del proyecto. El otro 10% derivará de la realización de una rúbrica de autoevaluación grupal para hacer partícipes al alumnado del proceso de evaluación y recoger un *feedback* necesario para mejorar el procedimiento de aprendizaje-enseñanza. Tanto la [rúbrica del proyecto](#), como la de [autoevaluación grupal](#) pueden ser consultadas en los anexos.

Por último, dada la imposibilidad de poder repetir el proyecto se propone la realización de un examen como plan de recuperación. Este examen se realizará en el aula de informática, de modo que el alumno realice tanto un ejercicio de reflexión sobre las evidencias de aprendizaje realizadas durante el transcurso del proyecto en un documento de texto como un ejercicio en una hoja de cálculo y un esquema sencillo con el programa *Crocodile Clips*.

7. MEJORAS DEL PROYECTO

En este proyecto hemos introducido al alumnado en las habilidades necesarias hacia la alfabetización digital tan necesaria en el marco actual tanto a nivel educativo como social, reforzándolo con el manejo y creación de contenido a través de herramientas TIC, teniendo presente en todo momento el currículum de 4º de E.S.O.

Sin embargo, quiero reflejar las oportunidades futuras que puede representar este proyecto, ya que no se trata de algo cerrado en absoluto y puede ir más allá hacia un camino más profundo en la alfabetización digital. Una de las prácticas más habituales para que los alumnos adquieran competencias tecnológicas es introducirlos en el mundo de la programación, algo que se hace cada vez más necesario en nuestra sociedad debido al auge de la robótica y la informática, de modo que en el mundo educativa ya se está planteando redefinir los espacios de trabajo en las aulas de tecnología e informática para que el alumnado tenga las condiciones necesarias para un aprendizaje de calidad en estas materias.

Así pues, es posible retomar el proyecto definido en este trabajo final de master en cursos de Bachillerato para realizar el montaje de la calculadora a través de la programación, de modo que se pueda realizar el control de las entradas de los Leds a través de una pantalla, incluso que devuelva el número en sistema decimal correspondiente al número binario que reflejan los Leds, haciendo visible de forma más clara y sin error los números que estamos sumando. Una de las plataformas que trabaja con estos sistemas de programación es Arduino, debido a su precio económico y facilidad de uso, contando en la red con multitud de guías y ejemplos que facilitan su aprendizaje.

8. CONCLUSIONES

Este trabajo me ha supuesto un reto personal y profesional, donde partiendo de la idea de la realización de una calculadora para que el alumnado pueda adquirir competencias que le ayuden a desenvolverse en el actual mundo tecnológico y le introduzcan en la alfabetización digital, he tenido que ir desarrollando nuevos materiales didácticos y adaptarlos teniendo siempre presente el currículo de las tres asignaturas que se desarrollan en este proyecto. Para ello he tenido que hacer uso de todos los conceptos y habilidades educativas aprendidas durante el Master, en especial de las asignaturas más específicas de mi especialidad de Tecnología e Informática.

Quizás una de las partes más complicadas para llevar a cabo este proyecto sea la cooperación necesaria entre profesorado para realizar un proyecto multidisciplinar, lo que implica involucrar a profesores de las tres asignaturas en las que se desarrolla el proyecto. Es por ello, que he intentado que los conceptos desarrollados sean lo más transversales posibles, de modo que puedan ser desarrollados de forma unilateral desde la asignatura de tecnología sin problemas, únicamente deberían realizarse cambios para realizar el mismo en menos sesiones, sacrificando alguno de los aprendizajes realizados. Sin embargo, creo firmemente que el sistema educativo debería apostar por este tipo de experiencias multidisciplinarias que promueven un aprendizaje más real y significativo, desarrollando su pensamiento crítico y aptitudes sociales necesarias para desenvolverse en el mundo laboral.

Otro aspecto a tener en cuenta es que una buena parte de centros educativos no disponen aulas de informática suficientes y por lo tanto de disponibilidad de horarios, además de que no todos los docentes tienen la competencia digital necesaria para poder realizar proyectos de este calibre. Es por ello que cabe reflexionar sobre la necesidad de adaptar las aulas a estas necesidades actuales y fomentar la formación del profesorado en competencia digital, tal y como propone el Instituto Nacional de Tecnologías educativas y Formación del Profesorado (INTEF) con el desarrollo de su portfolio de competencia digital que podemos visitar en su página web <https://intef.es/blog/reconocimiento-de-la-competencia-digital-docente/> .Con este portfolio se pretende mejorar y desarrollar la competencia digital de los docentes a través de una evaluación continua que catalogue su destreza y habilidad en distintos niveles estandarizados.

9. BIBLIOGRAFIA

Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.

Ausubel-Novak-Hanesian (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2ª Ed. TRILLAS México.

Bloom, B.S. (Ed.). Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Education Review*, 31(11), pp. 21-32.

Casarini, M. (1997). Teoría y diseño curricular. México.:Trillas. (pp.2-36). Reproducido con fines educativos y de investigación.

Consellería de Educación, Cultura y Deporte. (2015). DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana. [2015/5410]. Dogv, 16325-16694. Recuperado de www.gva.es/downloads/publicados/2015_5410.pdf

Dewey, J. (1933). *Cómo pensamos*. Barcelona, España: Paidós

Freeman, A., Becker, S. A., & Cummins, M. (2017). *NMC/CoSN horizon report: 2017 K*. The New Media Consortium.

García-Varcácel Muñoz-Repiso, A. y Basilotta Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131 DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>

Higueras, A. S. (2009). ¿Cómo evaluar una actividad ABP?. *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (323), 34-37.

Instituto Nacional de Tecnologías educativas y Formación del Profesorado (31 de octubre de 2017). Reconocimiento de la Competencia Digital Docente. Recuperado de <https://intef.es/blog/reconocimiento-de-la-competencia-digital-docente/>

Jisc. (2015). Building Digital Capability – Building new capability for digital leadership, pedagogy and efficiency. Recuperado de http://repository.jisc.ac.uk/6611/1/JFL0066F_DIGIGAP_MOD_IND_FRAME.PDF

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona, España: Paidós.

Jones-Kavalier B. and Flannigan S. (2006) Connecting the Digital Dots: Literacy of the 21st Century, Educause Quarterly, January N 2. 1, recuperado de: <https://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/eqm0621.pdf>

Markham, T. (2003). Project based learning handbook: A guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers. Buck Institute for Education.

Mergendoller, J. R., & Thomas, J. W. (2005). Managing project-based learning: Principles from the field. Recuperado de <http://www.bie.org/images/uploads/general/f6d0b4a5d9e37c0e0317acb7942d27b0.pdf>

Piaget, J. (1978). La representación del mundo en el niño. Madrid, España: Morata.

Puig, N. Sanmartí (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender* (Vol. 1). Grao.

Pujolàs, P. (2008). Introducció a l'aprenentatge cooperatiu. Recuperado de http://www.mrpmenorca.cat/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=75&

Requena, S. H. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 5(2), 26-35.

Thomas, J. (2000). A review of research on project-based learning. Recuperado de http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.

ANEXO 1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

ANEXO 1.1 RUBRICA DEL PROYECTO

| Categoría | Sobresaliente (90-100%) | Notable(70-90%) | Aprobado (50-70%) | Insuficiente (0-50%) |
|--|--|---|---|---|
| Montaje: Acabado. (1 punto) | La calculadora está terminada. Los cables están bien fijados, ordenados y organizado los niveles por colores para facilitar la comprensión de montaje. Cumple las medidas de seguridad. | La calculadora está terminada. Los cables están bien fijados y está organizado de forma que se comprenda el montaje. Cumple las medidas de seguridad. | La calculadora está terminada, pero algunos cables no están bien fijados y partes del montaje no resultan fáciles de comprender. | La calculadora no está bien terminada, existen cables sueltos y resulta difícil comprender el montaje. |
| Montaje: Funcionamiento. (0,5 puntos) | Funciona perfectamente e incluye alguna mejora adicional. | Funciona correctamente. | Funciona con algunos problemas. | No funciona. |
| Montaje: Dificultad. (0,5 puntos) | Realiza una calculadora capaz de sumar dos números de más de 3 dígitos incluyendo alguna mejora. | Realiza una calculadora capaz de sumar dos números de 3 dígitos incluyendo alguna mejora. | Realiza una calculadora capaz de sumar dos números de 3 dígitos. | Realiza una calculadora que no es capaz de sumar dos números de 3 dígitos. |
| Google sites: Evidencias de aprendizaje (1 punto) | Incluye evidencias que aportan información variada y de calidad. El grupo es capaz de justificarlas de manera argumentada. | La mayor parte de las evidencias presentadas y su relación con los diferentes tipos de aprendizaje son claras y correctas. Alguna de ellas no están del todo argumentadas o falta claridad. | Hay algunas evidencias de aprendizaje que presentan una argumentación poco precisa o no tienen relevancia para el proyecto. | Faltan evidencias y algunas de ellas no están argumentadas. Además, hay bastantes evidencias que no tienen relevancia en el proyecto. |
| Google sites: Presentación. (0,5 puntos) | Presenta una estructura que evidencia de forma clara, precisa y organizada el aprendizaje que ha realizado el grupo durante el proyecto, con un diseño atractivo y original apoyado con recursos multimedia. | Presenta una estructura organizada con un diseño atractivo que permite seguir el aprendizaje realizado. Utiliza diversos recursos multimedia. | Presenta una estructura con cierto orden interno que imposibilita en alguna ocasión seguir con claridad el aprendizaje realizado. Utiliza un buen diseño, pero poca variedad de recursos. | Presentación pobre y falta claridad en la organización que dificulta seguir el aprendizaje realizado. |
| Google sites: Ortografía (0,25 pts) | No presenta faltas de ortografía. | Presenta alguna falta de ortografía. | Presenta varias faltas de ortografía. | Presenta muchas faltas de ortografía. |
| Algoritmo (1,5 puntos) | El grupo ha conseguido llegar a construir un algoritmo que suma 2 números con 4 o más dígitos, realizando una hoja de | El grupo ha conseguido llegar a construir un algoritmo que suma 2 números con 3 dígitos, | El grupo ha conseguido llegar a construir un algoritmo que suma 2 números con 3 dígitos, pero la | No se ha conseguido a la consecución del algoritmo |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | cálculo de forma clara y organizada utilizando los comandos necesarios. | realizando una hoja de cálculo de forma clara y organizada utilizando los comandos necesarios. | hoja de cálculo no está organizada de forma clara y precisa. | que suma dos números con 3 dígitos. |
| Esquema eléctrico. (1 punto) | Se han elaborado los esquemas de 1, 2 y 3 dígitos conforme al algoritmo de la hoja de cálculo de forma clara, poniendo etiquetas a los componentes. Además, a partir de ahí ha conseguido elaborar un esquema más claro y ordenado minimizando el “cruzamiento” de cables. | Se han elaborado los esquemas de 1, 2 y 3 dígitos conforme al algoritmo de la hoja de cálculo de forma clara, poniendo etiquetas a los componentes. | Se han elaborado los esquemas de 1, 2 y 3 dígitos conforme al algoritmo de la hoja de cálculo, pero no está organizado de forma clara o faltan algunas etiquetas. | No se han elaborado los esquemas de forma correcta o se han elaborado de forma incorrecta y sin etiquetar los componentes presentes en el circuito. |
| <u>Presentación</u> <u>Vídeo/Presentación</u> <u>informática</u> Guión/Contenido. (0,75 punto) | Cubre los temas en profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es excelente. El mensaje es claro. | Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido es bueno. El mensaje es claro. | Incluye información esencial sobre el tema, pero tiene 1-2 errores en los hechos. A veces el mensaje es confuso. | El contenido es mínimo y tiene varios errores en los hechos. No se entiende el mensaje. |
| <u>Presentación</u> <u>Vídeo/Presentación</u> <u>informática</u> Originalidad. (0,5 puntos) | El producto demuestra gran originalidad. Las ideas son creativas e ingeniosas. | El producto demuestra cierta originalidad. El trabajo demuestra el uso de nuevas ideas y de perspicacia | Usa ideas de otras personas (dándoles crédito), pero no hay casi evidencia de ideas originales. | Usa ideas de otras personas, pero no les da crédito. |
| <u>Presentación</u> <u>Vídeo/Presentación</u> <u>informática</u> Presentación. (0,75 puntos) | Vídeo: Se escucha y se puede visualizar perfectamente el vídeo. Presentación informática: Los ponentes facilitan un seguimiento ameno, dinámico e interesante de la presentación. | Vídeo: Se escucha perfectamente, pero en algunos momentos se hace difícil visualizarlo correctamente. Presentación informática: Lo ponentes facilitan el seguimiento claro y ameno del mensaje, pero en algunas ocasiones se pierde el interés. | Vídeo: En algunas partes del vídeo se hace difícil escuchar o visualizar el vídeo. Presentación informática: La presentación de los ponentes es clara pero poco dinámica, haciendo difícil mantener el interés en el mensaje. | Vídeo: El vídeo presenta muchos momentos en los que se hace imposible visualizar o escuchar el vídeo. Presentación informática: La presentación es monótona y falta claridad en la transmisión del mensaje. |
| Trabajo en equipo/ Interés personal. (parte individual) (0,75 puntos) | Muy buena coordinación y organización del equipo de trabajo. Muestra interés en un buen resultado del proyecto. | Buena coordinación y organización del equipo de trabajo. Muestra interés en el proyecto. | Coordinación y organización mínima requerida para sacar el proyecto adelante. No siempre muestra interés en el proyecto. | Falta coordinación y organización: No hace por incorporarse a las dinámicas de grupo. |

Tabla 6. Rúbrica de evaluación del proyecto de la Calculadora Binaria

ANEXO 1.2. RÚBRICA AUTOEVALUACIÓN GRUPAL

| ASPECTOS | EXCELENTE (9-10) | BIEN (7-8) | SUFICIENTE (5-6) | INSUFICIENTE (0-4) |
|------------------------------------|---|--|---|--|
| Cooperación e Interacción Positiva | Anima a sus compañeros y compañeras a participar, y escucha con interés cuando sus compañeros y compañeras argumentan sus preferencias reconociendo su valor. | Escucha a sus compañeros y compañeras con interés cuando argumentan sus preferencias reconociendo su valor, pero no los anima a participar. | Escucha a sus compañeros y compañeras con interés cuando argumentan sus preferencias, pero no reconoce su valor ni los anima a participar. | No atiende a sus compañeros y compañeras cuando argumentan sus preferencias y no participa en la toma de decisiones. |
| Resolución de Conflictos | Respeto las intervenciones de sus compañeros y compañeras, razonando los motivos de sus discrepancias y utilizando un lenguaje adecuado tomando parte en las decisiones | Respeto las intervenciones de sus compañeros y compañeras, expresando de forma respetuosa sus discrepancias, pero sin argumentarlas tomando parte en las decisiones. | Respeto las intervenciones de sus compañeros y compañeras, pero no expresa sus preferencias, aceptando de forma poco interesada sus decisiones tomando parte en alguna de las decisiones. | Demuestra de forma inadecuada sus discrepancias sin participar en la toma de decisiones. |
| Participación Activa | Participa de forma activa en el equipo de trabajo realizando propuestas valiosas, argumentando sus preferencias, y realiza de forma muy eficaz las tareas asignadas. | Participa de forma activa en el equipo de trabajo realizando propuestas valiosas, expresando sus preferencias sin argumentarlas, y realiza de forma eficaz las tareas asignadas. | Participa realizando propuestas y expresando sus preferencias sin argumentarlas, y realiza las tareas asignadas. | Se ha mostrado inactivo a la hora de expresar sus ideas y preferencias y no realiza las tareas asignadas. |

| Nombre del compañero | Cooperación e Interacción positiva (0,2 puntos) | Resolución de Conflictos (0,2 Puntos) | Participación Activa (0,2 puntos) | Valoración General (0,4 puntos) |
|--|--|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| Valora a tus compañeros y a ti mismo valorando con una E(excelente), B(Bien), S(suficiente) o I(Insuficiente) los siguientes aspectos. | | | | |
| Observaciones del proyecto: | | | | |

Tabla 7. Rúbrica de autoevaluación grupal del proyecto de la Calculadora Binaria

ANEXO 2. APPS PARA MÓVIL

ANEXO 2.1 PROGRAMACIÓN APP MATEFLIP BINARIO

Código Mate flip 1 jugador

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class mastermind : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    //this is the objects pressed
    public string[] type;
    public float[] id;
    public int clicks;
    public float speed=5;
    public GameObject[] GmOb;
    public Material matInactive;
    public int[] order;
    public Vector3[] positions;
    public Transform t1,t2;
    public int nbParejas;
    public AudioSource audioP;
    public AudioClip clip1,clip2;
    public float score=0;
    public float scoreOk=30,scoreNotOk=20, scoreNONO=20, scoreNOSI=15;
    public float aciertos,fallos,tiempo,aciertos_1, fallos_1;
    public Canvas canvasEnd;
    public GameObject cards;
    public Text txtPuntuacion,txtTiempo,txtFallos,txtAciertos,txtIntentos;
    public bool random = false;
    public bool yesNoBool;

    //cavas
    public Canvas yesNoCanvas;

    void Start ()
    {
        clicks=0;
        nbParejas=0;
        score=0;
        tiempo=0;
        aciertos=0;
        fallos=0;
        aciertos_1=0;
        fallos_1=0;

        for (int i = 0; i < order.Length; i++)
        {
            positions [i] = transform.GetChild (i).transform.position;
        }

        if (random) {
            RandomizeArray (order);
        }

        for (int i = 0; i < order.Length; i++)
        {
            transform.GetChild (i).transform.position=positions [order[i]];
        }

        //Debug.Log(RandomizeArray (order));
    }
}
```

```

// Update is called once per frame
void FixedUpdate ()
{
    tiempo += Time.fixedDeltaTime;
}

public void updateCard (GameObject go)
{
    // get component
    Card cd = go.GetComponent<Card> ();

    //debug click
    Debug.Log("Clicks="+clicks);

    if (clicks <= 1) {
        type [clicks] = cd.type;
        id [clicks] = cd.id;
        GmOb [clicks] = go;
        //rotate component
        StartCoroutine(rotateFlipDown(go.transform));

        clicks += 1;
    }

    if (clicks == 2)
    {
        //enable yes no buttons
        yesNoCanvas.enabled=true;
    }
}

public void checkIfRight (bool yesNo)
{
    Debug.Log ("First=" + type [0] + " , " + id [0] + " Second=" + type [1] + " , " + id [1]);

    yesNoBool = yesNo;

    if (type [0] == "Q" && type [1] == "A" || type [0] == "A" && type [1] == "Q") {
        if (id [0] == id [1] && yesNoBool == true) {
            Debug.Log ("match, answ=" + yesNo);

            //change material
            GmOb [0].transform.GetComponent<MeshRenderer> ().material = matInactive;
            GmOb [1].transform.GetComponent<MeshRenderer> ().material = matInactive;

            //deselectable
            GmOb [0].transform.GetComponent<MeshCollider> ().enabled = false;
            GmOb [1].transform.GetComponent<MeshCollider> ().enabled = false;

            audioP.clip = clip1;
            audioP.Play ();
            audioP.time = 0;

            nbParejas += 1;

            aciertos += 1;

            //set the cards again to the correct position
            StartCoroutine (rotateFlipUpBig (GmOb [0].transform, GmOb
[0].GetComponent<Card> ());
            StartCoroutine (rotateFlipUpBig (GmOb [1].transform, GmOb
[1].GetComponent<Card> ());

            // fin del juego
            if (nbParejas == 8) {
                // dar puntuación

                Debug.Log ("fin del juego");

                Invoke ("showScore", 4.5f);
            }
        }
    }
}

```

```

scoreNONO*aciertos_1+scoreNOSI*fallos_1);

txtPuntuacion.text = "" + (scoreOk * aciertos - scoreNotOk * fallos +

float minutes = Mathf.Floor (tiempo / 60);
float seconds = Mathf.Round (tiempo % 60);

string timeS;

timeS = "";
if (minutes < 10) {
    timeS += "0" + minutes;
} else {
    timeS += minutes;
}

if (seconds < 10) {
    timeS += " : 0" + seconds;
} else {
    timeS += " : " + seconds;
}

txtTiempo.text = timeS;
txtFallos.text = "" + fallos;
txtAciertos.text = "" + aciertos;
txtIntentos.text="" +(aciertos+fallos+aciertos_1+fallos_1);
//cards.SetActive(false);
}

} else if (id [0] != id [1] && yesNoBool == false) {
    Debug.Log ("falso verdadero");
    audioP.clip = clip1;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 0.5f;

    aciertos_1+=1;

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
} else {
    audioP.clip = clip2;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 2f;
    fallos += 1;

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

} else if (type [0] ==type [1] && yesNoBool==false) {
    Debug.Log ("misma carta");
    audioP.clip = clip1;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 0.5f;
    aciertos_1+=1;
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

else
{
    audioP.clip = clip2;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 2f;
    fallos_1 += 1;

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

clicks = 0;
yesNoCanvas.enabled=false;

```

```

}

IEnumerator rotateFlipDown (Transform t)
{
    while(t.rotation.eulerAngles[1]<=178)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,speed);

        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 180, 0);
}

IEnumerator rotateFlipUp(Transform t)
{
    while(t.rotation.eulerAngles[1]>=0)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,-speed);
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 0, 0);
}

IEnumerator rotateFlipUpBig (Transform t, Card cd)
{
    Vector3 lastPosition = t.position;

    while (t.localScale [1] <= 4) {
        t.localScale += new Vector3 (1.78f*speed / 100, speed / 100, 0);
        if (cd.type == "Q") {
            t.position = Vector3.Lerp (t.position, t1.position, 0.2f);
        } else {
            t.position = Vector3.Lerp (t.position, t2.position, 0.2f);
        }
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    yield return new WaitForSeconds (2f);

    while(t.localScale[1]>=2)
    {
        t.localScale-=new Vector3(1.78f*speed/100,speed/100,0);
        t.position=Vector3.Lerp(t.position,lastPosition,0.2f);

        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    while(t.rotation.eulerAngles[1]>=0)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,-speed);
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 0, 0);
}

public void RandomizeArray(int[] arr)
{
    for (var i = arr.Length - 1; i > 0; i--) {
        int r = Random.Range(0,i);
        int tmp = arr[i];
        arr[i] = arr[r];
        arr[r] = tmp;
    }
}

```

```
    }  
    public void restart()  
    {  
        Application.LoadLevel (Application.loadedLevel);  
    }  
    public void showScore()  
    {  
        canvasEnd.enabled=true;  
    }  
}
```

Código Mate flip 2 jugadores

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Mastermind2players : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    //this is the objects pressed
    public int turno=1;

    public string[] type;
    public float[] id;
    public int clicks;
    public float speed=5;
    public GameObject[] GmOb;
    public Material matInactive;
    public int[] order;
    public Vector3[] positions;
    public Transform t1,t2;
    public int nbParejas;
    public AudioSource audioP;
    public AudioClip clip1,clip2;
    public float score=0;
    public float scoreOk=10,scoreNotOk=5,scoreNONO=20,scoreNOSI=15;
    public float aciertos1,aciertos1_1,fallos1,fallos1_1,aciertos2,aciertos2_1,fallos2,fallos2_1,tiempo1,tiempo2;
    public Canvas canvasEnd;
    public GameObject cards;
    public Text txtPuntuacion1,txtPuntuacion2, txtTiempo,txtTiempo2, txtFallos1, txtFallos2, txtAciertos1,txtAciertos2,
    txtIntentos_1, txtIntentos_2;
    public Text txtPuntos1, txtPuntos2;
    public bool random = false;
    public bool yesNoBool;
    public Button player1, player2;

    //cavas
    public Canvas yesNoCanvas;

    void Start ()
    {
        clicks=0;
        nbParejas=0;
        score=0;

        tiempo1=0;
        tiempo2=0;

        aciertos1=0;
        aciertos1_1=0;
        fallos1=0;
        fallos1_1=0;
        aciertos2=0;
        aciertos2_1=0;
        fallos2=0;
        fallos2_1=0;

        for (int i = 0; i < order.Length; i++)
        {
            positions [i] = transform.GetChild (i).transform.position;
        }

        if (random) {
            RandomizeArray (order);
        }

        for (int i = 0; i < order.Length; i++)
        {
            transform.GetChild (i).transform.position=positions [order[i]];
        }
    }
}
```



```

        //Debug.Log(RandomizeArray (order));
    }

    // Update is called once per frame
    void FixedUpdate ()
    {
        if (turno == 1) {
            tiempo1 += Time.fixedDeltaTime;
        } else {
            tiempo2 += Time.fixedDeltaTime;
        }
    }

    public void updateCard (GameObject go)
    {
        // get component
        Card cd = go.GetComponent<Card> ();

        //debug click
        Debug.Log("Clicks="+clicks);

        if (clicks <= 1) {
            type [clicks] = cd.type;
            id [clicks] = cd.id;
            GmOb [clicks] = go;
            //rotate component
            StartCoroutine(rotateFlipDown(go.transform));

            clicks += 1;
        }

        if (clicks == 2)
        {
            //enable yes no buttons
            yesNoCanvas.enabled=true;
        }

    }

    public void checkIfRight (bool yesNo)
    {
        Debug.Log ("First=" + type [0] + " , " + id [0] + " Second=" + type [1] + " , " + id [1]);

        yesNoBool = yesNo;

        if (type [0] == "Q" && type [1] == "A" || type [0] == "A" && type [1] == "Q") {
            if (id [0] == id [1] && yesNoBool == true) {
                Debug.Log ("match, answ=" + yesNo);

                //change material
                GmOb [0].transform.GetComponent<MeshRenderer> ().material = matInactive;
                GmOb [1].transform.GetComponent<MeshRenderer> ().material = matInactive;

                //deselectable
                GmOb [0].transform.GetComponent<MeshCollider> ().enabled = false;
                GmOb [1].transform.GetComponent<MeshCollider> ().enabled = false;

                audioP.clip = clip1;
                audioP.Play ();
                audioP.time = 0;

                nbParejas += 1;

                if (turno == 1) {
                    aciertos1 += 1;
                } else {
                    aciertos2 += 1;
                }

                //set the cards again to the correct position
                StartCoroutine (rotateFlipUpBig (GmOb [0].transform, GmOb
[0].GetComponent<Card> ());
                StartCoroutine (rotateFlipUpBig (GmOb [1].transform, GmOb
[1].GetComponent<Card> ());

```

```

// fin del juego
if (nbParejas == 8) {
    // dar puntuación

    Debug.Log ("fin del juego");

    Invoke ("showScore", 4.5f);
    txtPuntuacion1.text = "" + (scoreOk * aciertos1 - scoreNotOk * fallos1 +
scoreNONO*aciertos1_1 - scoreNOSI*fallos1_1);
    txtPuntuacion2.text = "" + (scoreOk * aciertos2 - scoreNotOk * fallos2+
scoreNONO*aciertos2_1 - scoreNOSI*fallos2_1);

    float minutes1 = Mathf.Floor (tiempo1 / 60);
    float seconds1 = Mathf.Round (tiempo1 % 60);

    string timeS1;

    timeS1 = "";
    if (minutes1 < 10) {
        timeS1 += "0" + minutes1;
    } else {
        timeS1 += minutes1;
    }

    if (seconds1 < 10) {
        timeS1 += " : 0" + seconds1;
    } else {
        timeS1 += " : " + seconds1;
    }

    txtTiempo.text = timeS1;

    //caso 2

    float minutes2 = Mathf.Floor (tiempo2 / 60);
    float seconds2 = Mathf.Round (tiempo2 % 60);

    string timeS2;

    timeS2 = "";
    if (minutes2 < 10) {
        timeS2 += "0" + minutes2;
    } else {
        timeS2 += minutes2;
    }

    if (seconds2 < 10) {
        timeS2 += " : 0" + seconds2;
    } else {
        timeS2 += " : " + seconds2;
    }

    txtTiempo2.text = timeS2;

    txtFallos1.text = "" + fallos1;
    txtAciertos1.text = "" + aciertos1;
    txtFallos2.text = "" + fallos2;
    txtAciertos2.text = "" + aciertos2;
    txtIntentos_1.text="" +(aciertos1+aciertos1_1+fallos1+fallos1_1);
    txtIntentos_2.text="" +(aciertos2+aciertos2_1+fallos2+fallos2_1);
    //cards.SetActive(false);
}

} else if (id [0] != id [1] && yesNoBool == false) {
    Debug.Log ("falso verdadero");
    audioP.clip = clip1;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 0.5f;

    if (turno == 1) {
        aciertos1_1 += 1;

```

```

    } else {
        aciertos2_1 += 1;
    }

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));

    // turno 1 o 2
    if (turno == 1) {
        turno = 2;
        player1.interactable = false;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
        player2.interactable = true;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.blue;
    } else {
        turno = 1;
        player1.interactable = true;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.red;
        player2.interactable = false;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
    }

} else {
    audioP.clip = clip2;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 2f;

    if (turno == 1) {
        fallos1 += 1;
    } else {
        fallos2 += 1;
    }

    // turno 1 o 2
    if (turno == 1) {
        turno = 2;
        player1.interactable = false;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
        player2.interactable = true;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.blue;
    } else {
        turno = 1;
        player1.interactable = true;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.red;
        player2.interactable = false;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
    }

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

} else if (type [0] ==type [1] && yesNoBool==false) {
    Debug.Log ("misma carta");
    audioP.clip = clip1;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 0.5f;

    // turno 1 o 2
    if (turno == 1) {
        turno = 2;
        player1.interactable = false;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
        player2.interactable = true;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.blue;
    } else {
        turno = 1;
        player1.interactable = true;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.red;
        player2.interactable = false;
    }
}

```

```

        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
    }

    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

else
{
    audioP.clip = clip2;
    audioP.Play ();
    audioP.time = 2f;

    if (turno == 1) {
        fallos1_1 += 1;
    } else {
        fallos2_1 += 1;
    }

    // turno 1 o 2
    if (turno == 1) {
        turno = 2;
        player1.interactable = false;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
        player2.interactable = true;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.blue;
    } else {
        turno = 1;
        player1.interactable = true;
        player1.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.red;
        player2.interactable = false;
        player2.transform.GetComponent<Image> ().color = Color.white;
    }
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [0].transform));
    StartCoroutine (rotateFlipUp (GmOb [1].transform));
}

txtPuntos1.text = ""+aciertos1+ ", "+ fallos1;
txtPuntos2.text = ""+aciertos2+ ", "+ fallos2;

clicks = 0;
yesNoCanvas.enabled=false;

}

IEnumerator rotateFlipDown (Transform t)
{
    while(t.rotation.eulerAngles[1]<=178)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,speed);

        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 180, 0);
}

IEnumerator rotateFlipUp(Transform t)
{
    while(t.rotation.eulerAngles[1]>=0)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,-speed);
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 0, 0);
}

```

```

IEnumerator rotateFlipUpBig (Transform t, Card cd)
{
    Vector3 lastPosition = t.position;

    while (t.localScale [1] <= 4) {
        t.localScale += new Vector3 (1.78f*speed / 100, speed / 100, 0);
        if (cd.type == "Q") {
            t.position = Vector3.Lerp (t.position, t1.position, 0.2f);
        } else {
            t.position = Vector3.Lerp (t.position, t2.position, 0.2f);
        }
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    yield return new WaitForSeconds (2f);

    while(t.localScale[1]>=2)
    {
        t.localScale-=new Vector3(1.78f*speed/100,speed/100,0);
        t.position=Vector3.Lerp(t.position,lastPosition,0.2f);

        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    while(t.rotation.eulerAngles[1]>=0)
    {
        t.Rotate(Vector3.up,-speed);
        yield return new WaitForSeconds (0.01f);
    }

    t.rotation = Quaternion.Euler (0, 0, 0);
}

public void RandomizeArray(int[] arr)
{
    for (var i = arr.Length - 1; i > 0; i--) {
        int r = Random.Range(0,i);
        int tmp = arr[i];
        arr[i] = arr[r];
        arr[r] = tmp;
    }
}

public void restart()
{
    Application.LoadLevel (Application.loadedLevel);
}

public void showScore()
{
    canvasEnd.enabled=true;
}
}

```

Código rotación de cartas aleatorias

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class RandomRotate : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }

}
```

Código de rotación de cartas a estado cero.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class RotateObjectToZero : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public float speed=10;
    public float rotatetime=5;

    float timer;

    void Start () {
        timer = 0;
    }

    // Update is called once per frame
    void FixedUpdate ()
    {
        timer += Time.fixedDeltaTime;

        if (timer > rotatetime) {

            StartCoroutine(rotateFlip(transform));
            timer = 0;
        }
    }

    IEnumerator rotateFlip (Transform t)
    {
        float t0=0;
        while(t0<360/speed*0.01f)
        {
            t.Rotate(Vector3.up,speed);

            t0=t0+0.01f;
            yield return new WaitForSeconds (0.01f);
        }

        t.localRotation = Quaternion.Euler (0, -90, 0);
    }

}
```

Código de las tarjetas.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Card : MonoBehaviour {
    public string type="Q";
    public float id=0;
    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }
}
```

ANEXO 2.2 PROGRAMACIÓN APP CALCULADORA BINARIA

Código del programa principal

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Solution : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public Image im1,im2,im3,im4;
    public Image SolIm1,SolIm2,SolIm3,SolIm4;
    public Text txt1,txt2,txt3,txt4;
    public Text SolTxt1,SolTxt2,SolTxt3,SolTxt4;
    public Text txtResult;
    public int a,b,c,d;
    public float e;

    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

        a = int.Parse (txt1.text);
        b = int.Parse (txt2.text);
        c = int.Parse (txt3.text);
        d = int.Parse (txt4.text);

        SolIm1.color=im1.color;
        SolTxt1.text="" +a;

        SolIm2.color=im2.color;
        SolTxt2.text="" +b;

        SolIm3.color=im3.color;
        SolTxt3.text="" +c;

        SolIm4.color=im4.color;
        SolTxt4.text="" +d;

        e = (d*Mathf.Pow(2,3)+c*Mathf.Pow(2,2)+b*2+a);
        txtResult.text="" +e;

    }
}
```


Programación del interruptor

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Interruptor : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public bool on;
    public Sprite tOn,tOff;
    public Image im;

    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {
        if (on) {
            im.sprite = tOn;
        }
        else{
            im.sprite = tOff;
        }
    }

    public void presiona()
    {
        on = !on;
    }
}
```

Código de la función button

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Button : MonoBehaviour {

    public bool on=false;
    public Text butonTxt;
    public Image im;
    public binary_to_number bin2numScript;

    // Use this for initialization
    void Start ()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
        if (on == true) {
            butonTxt.text = "1";
            butonTxt.color=Color.black;
            im.color=Color.green;
        } else {
            butonTxt.text = "0";
            im.color=Color.red;
            butonTxt.color=Color.white;
        }
    }
}
```

```

    }

    public void changeButon ()
    {
        on=!on;
    }

}

```

Código de los inputs del XOR

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class XorInputs : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public Text txA,txB, txResult;
    public int a,b;
    public int c;
    public bool on=false;
    public Image im;

    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
        a = int.Parse (txA.text);
        b = int.Parse (txB.text);
        if (a + b == 1)
        {
            c = 1;
            txResult.color=Color.black;
            im.color=Color.green;
        }
        else
        {
            on=false;
            c=0;
            im.color=Color.red;
            txResult.color=Color.white;
        }

        txResult.text="" +c;
    }

}

```

Programación de los inputs del AND

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class AndInputs : MonoBehaviour {

    public Text txA,txB, txResult;
    public int a,b;
    public int c;
    public bool on=false;
    public Image im;

    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
        a = int.Parse (txA.text);
        b = int.Parse (txB.text);
        if (a ==1 && b==1 )
        {
            c = 1;
            txResult.color=Color.black;
            im.color=Color.green;
        }
        else
        {
            on=false;
            c=0;
            im.color=Color.red;
            txResult.color=Color.white;
        }

        txResult.text="" +c;
    }
}
```

Programación de puerta AND

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class AND : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public bool on=false;
    public Interruptor int1, int2;
    public Sprite spOn,spOff;
    public Image im;

    void Start ()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
        if (int1.on && int2.on) {
            im.sprite = spOn;
        } else {
            im.sprite = spOff;
        }
    }
}
```

Programación de puerta XOR

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class XOR : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    // Use this for initialization
    public bool on=false;
    public Interruptor int1, int2;
    public Sprite spOn,spOff;
    public Image im;

    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
        if (int1.on == false && int2.on == false) {
            im.sprite = spOff;
        } else if (int1.on == true && int2.on == false) {
            im.sprite = spOn;
        } else if (int1.on == false && int2.on == true) {
            im.sprite = spOn;
        }
        else{
            im.sprite = spOff;
        }
    }
}
```

Programación convertir binario a número decimal

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class binary_to_number : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    public Text txtResult;
    public Text txt1,txt2,txt3;
    public int a,b,c;
    public float d;

    void Start ()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    void FixedUpdate () {

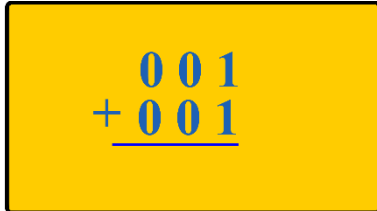
        a =int.Parse(txt1.text);
        b =int.Parse(txt2.text);
        c =int.Parse(txt3.text);

        d=(a*Mathf.Pow(2,2)+b*Mathf.Pow(2,1)+c);
        txtResult.text=""+d;

    }

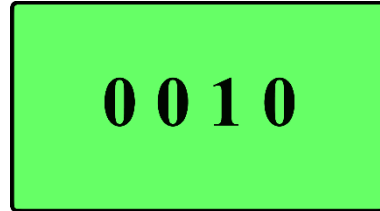
}
```

ANEXO 2.3 ELEMENTOS GRÁFICOS PARA APP



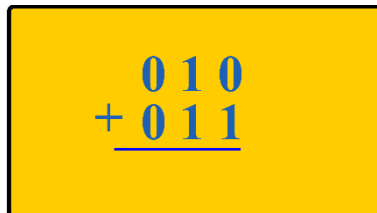
A yellow rectangular card with a black border. It displays a binary addition problem: the number 001 is on the top line, followed by a plus sign and another 001 on the bottom line. A horizontal blue line is drawn under the bottom 001.

Figura 40. Tarjeta Pregunta 1



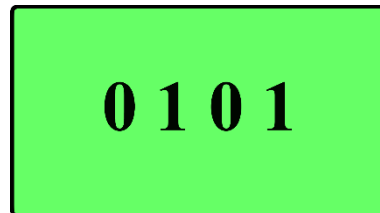
A green rectangular card with a black border. It displays the binary result 0010 in a bold black font.

Figura 41. Tarjeta Respuesta 1



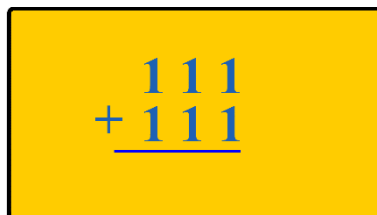
A yellow rectangular card with a black border. It displays a binary addition problem: the number 010 is on the top line, followed by a plus sign and another 011 on the bottom line. A horizontal blue line is drawn under the bottom 011.

Figura 42. Tarjeta Pregunta 2



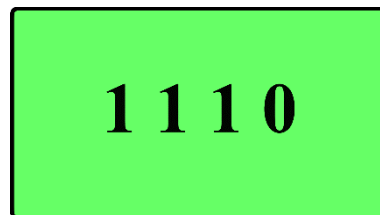
A green rectangular card with a black border. It displays the binary result 0101 in a bold black font.

Figura 43. Tarjeta Respuesta 2



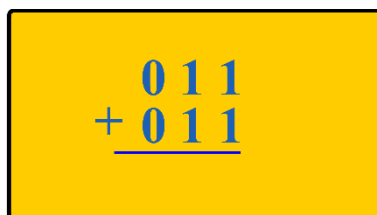
A yellow rectangular card with a black border. It displays a binary addition problem: the number 111 is on the top line, followed by a plus sign and another 111 on the bottom line. A horizontal blue line is drawn under the bottom 111.

Figura 44. Tarjeta Pregunta 3



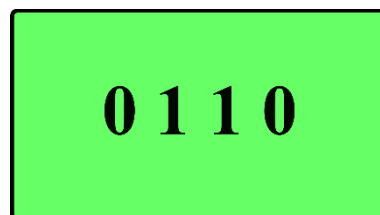
A green rectangular card with a black border. It displays the binary result 1110 in a bold black font.

Figura 45. Tarjeta Respuesta 3



A yellow rectangular card with a black border. It displays a binary addition problem: the number 011 is on the top line, followed by a plus sign and another 011 on the bottom line. A horizontal blue line is drawn under the bottom 011.

Figura 46. Tarjeta Pregunta 4



A green rectangular card with a black border. It displays the binary result 0110 in a bold black font.

Figura 47. Tarjeta Respuesta 4

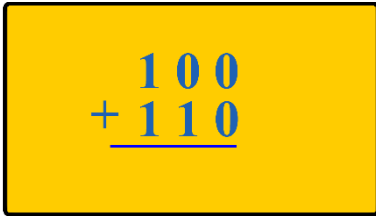

$$\begin{array}{r} 100 \\ + 110 \\ \hline \end{array}$$

Figura 48. Tarjeta Pregunta 5

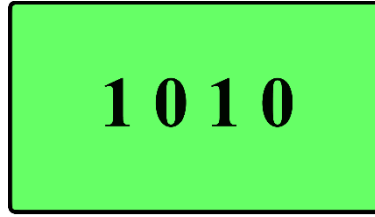

$$1010$$

Figura 49. Tarjeta Respuesta 5

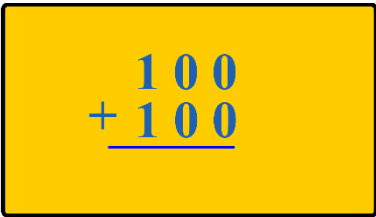

$$\begin{array}{r} 100 \\ + 100 \\ \hline \end{array}$$

Figura 50. Tarjeta Pregunta 6

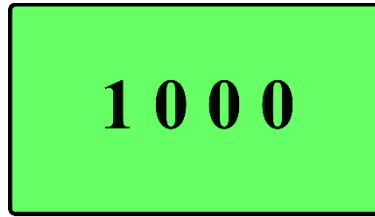

$$1000$$

Figura 51. Tarjeta Respuesta 6

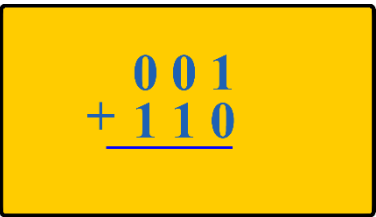

$$\begin{array}{r} 001 \\ + 110 \\ \hline \end{array}$$

Figura 52. Tarjeta Pregunta 7

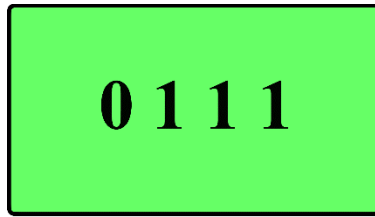

$$0111$$

Figura 53. Tarjeta Respuesta 7

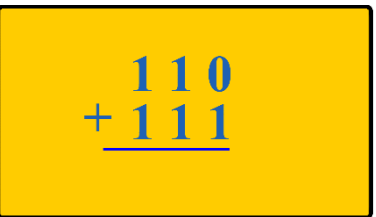

$$\begin{array}{r} 110 \\ + 111 \\ \hline \end{array}$$

Figura 54. Tarjeta Pregunta 8

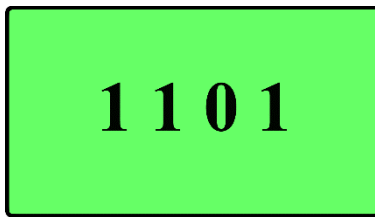

$$1101$$

Figura 55. Tarjeta Respuesta 8

ANEXO 2.4 ELEMENTOS GRÁFICOS APP CALCULADORA BINARIA

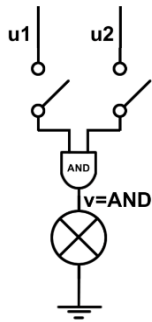


Figura 57. Puerta AND estado cero

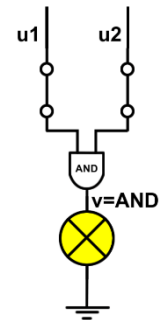


Figura 56. Puerta AND estado uno

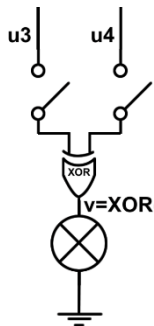


Figura 59. Puerta XOR estado cero

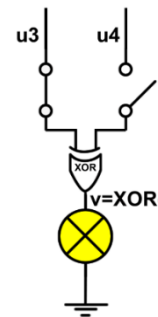


Figura 58. Puerta XOR estado uno