

Prototipo de una aplicación educativa de realidad aumentada enfocada al área de la química: EQ elementos químicos

Memoria de Proyecto Final

Máster Universitario en Aplicaciones Multimedia

Itinerario Profesional

Autor: Ana Libia Eslava Cervantes

Consultor: Sergio Schvarstein Liuboschetz

Profesor: David García Solórzano

Fecha de entrega: 13 de junio de 2016

Créditos/Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada
3.0 España de Creative Commons

Copyright © 2016 Ana Libia Eslava Cervantes

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

© (Ana Libia Eslava Cervantes)

Reservados todos los derechos. Está prohibido la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilme, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>Prototipo de una aplicación educativa de realidad aumentada enfocada al área de la química: EQ elementos químicos</i>
Nombre del autor:	<i>Ana Libia Eslava Cervantes</i>
Nombre del consultor/a:	<i>Sergio Schvarstein Liuboschetz</i>
Nombre del PRA:	<i>David García Solórzano</i>
Fecha de entrega (mm/aaaa):	<i>06/2016</i>
Titulación::	<i>Máster Universitario en Aplicaciones Multimedia</i>
Area del Trabajo Final:	<i>Itinerario profesional</i>
Idioma del trabajo:	<i>Español</i>
Palabras clave	<i>Realidad aumentada / Aplicación educativa de química / Tabla periódica interactiva</i>
Resumen	
<p>La aplicación "EQ elementos químicos", nace de la necesidad de tener materiales didácticos en el área de química, que contribuyan de manera efectiva a la construcción del conocimiento en los estudiantes de nivel bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). De manera concreta, esta aplicación se enfocará en mostrar información básica de los elementos químicos, la cual ayudará a la mejor comprensión de algunos temas como: compuesto, elemento, enlace, molécula, átomo y reacción química [7]. Todos ellos relacionados con los elementos de la tabla periódica. "EQ elementos químicos" mostrará la información en realidad aumentada y, aunque en el mercado existen algunas aplicaciones de la misma temática que utilizan esta tecnología, se ha observado que no cumplen con toda la información necesaria para el contexto de los estudiantes de bachillerato de la UNAM. Por otro lado, se utilizará la realidad aumentada, debido a que en los últimos años se ha comprobado que favorece la comprensión de fenómenos en la enseñanza de las ciencias. Para el desarrollo del prototipo de la aplicación, utilizaremos un proceso basado en el diseño centrado en el usuario que incluye el análisis, diseño y creación de un prototipo de alta fidelidad. Al final del proceso, se pretende realizar una evaluación de usabilidad del prototipo con usuarios que ayuden a determinar si es fácil de usar por los usuarios focales. A trabajo futuro, se pretende que la aplicación esté totalmente terminada y sea evaluada en el salón de clases con profesores y alumnos, para que pueda integrarse a los materiales didácticos de química del programa educativo de bachillerato de la UNAM.</p>	
Abstract	
<p>The app "EQ elementos químicos", born from the need for having didactical for teaching chemistry, which effectively contribute to the construction of knowledge in high school students of the National Autonomous University of Mexico (UNAM). Concretely, this app will focus on display basic information of chemical elements, which help the better understanding of</p>	

some topics such as: compound, element, link, molecule, atom and chemical reaction. All related to the elements of the periodic table [7]. "EQ elementos químicos" will display the information in augmented reality and, although the market there are some applications of the same subject using this technology, it has been observed that do not meets all the necessary information for the context of high school students the UNAM. Furthermore, augmented reality is used, because in recent years has shown that promotes understanding of phenomena in science education. For the development of the prototype of the app, we use a process based on user-centered including analysis, design and prototyping of high-fidelity design. At the end of the process it is to conduct an assessment of usability of the prototype with users to help determine if it is easy to use by the focal users. In future work, it is intended that the app is fully completed and is evaluated in the classroom with teachers and students, so that it can be integrated into didactical materials for teaching chemistry in UNAM's high school.

Dedicatoria

Este trabajo final de máster lo quiero dedicar a varias personas que de alguna manera han influido en mi vida personal y profesional.

A mis papis lindos, por su amor, apoyo incondicional y consejos que siempre me han impulsado a tratar de ser una mejor persona.

A mi hermana, ejemplo de perseverancia y paciencia.

Mis logros siempre serán suyos, los amo.

A mis amigos:

Rich, por ser mi gran crítico, por apoyarme emocionalmente y escucharme estos dos años.

Jes, gracias por ayudarme y escucharme siempre que lo he necesitado.

Gus, por tu eterna paciencia, consejos, enseñanzas y apoyo desinteresado desde el inicio hasta el final de este máster.

Dany y Monty gracias por dedicarme un tiempo de sus vidas.

Los quiero mucho a todos.

A mi pequeña gran familia:

Mario Alberto mi pequeño, para ti que has sido desde el principio un motor que me ha impulsado a querer ser mejor cada día, espero que algún día mis pasos te puedan servir de guía, para construir tu propio camino.

Mario, mi compañero de vida, este trabajo es nuestro, es fruto de tu apoyo y amor para impulsarme a seguir adelante. Gracias por soportarme, pero sobre todo, gracias por amarme.

A ti mi pequeño Angelito, porque sé, que desde el cielo me has acompañado todo el tiempo, cuando estaba exhausta o a punto de decir ya no puedo, pero también cuando sonreía y obtenía recompensas por mis logros y metas.

Los amo.

Y finalmente a mis abuelitos que aunque ya no están aquí, son y serán siempre las raíces de las cuales me siento muy orgullosa, con mucho cariño para Estelita, Carlitos y Pachita.

Agradecimientos

Agradezco a mi tutor Sergio, por los consejos, motivación, aliento y guía durante el desarrollo de este trabajo final. Tus palabras siempre fueron de gran ayuda y un vínculo que me hacía sentir parte de esta universidad.

Agradezco a Sylvia mi tutora, por su ayuda siempre atinada y a tiempo.

Agradezco al Grupo Espacios y Sistemas interactivos para la Educación del CCADET, UNAM, por darme la oportunidad de realizar este proyecto y proporcionarme los espacios para poder realizar el prototipo y las evaluaciones con usuarios.

Agradezco a Gustavo, Ricardo, Jesús, Omar, Sergio, José Ricardo y Clarita por las ideas y colaboración para sacar adelante este proyecto.

Abstract

The app "EQ elementos químicos", born from the need for having didactical for teaching chemistry, which effectively contribute to the construction of knowledge in high school students of the National Autonomous University of Mexico (UNAM). Concretely, this app will focus on display basic information of chemical elements, which help the better understanding of some topics such as: compound, element, link, molecule, atom and chemical reaction [7]. All related to the elements of the periodic table. "EQ elementos químicos" will display the information in augmented reality and, although the market there are some applications of the same subject using this technology, it has been observed that do not meets all the necessary information for the context of high school students the UNAM. Furthermore, augmented reality is used, because in recent years has shown that promotes understanding of phenomena in science education. For the development of the prototype of the app, we use a process based on user-centered including analysis, design and prototyping of high-fidelity design. At the end of the process it is to conduct an assessment of usability of the prototype with users to help determine if it is easy to use by the focal users. In future work, it is intended that the app is fully completed and is evaluated in the classroom with teachers and students, so that it can be integrated into didactical materials for teaching chemistry in UNAM's high school.

Keywords

Augmented reality / Educational app of chemistry / Chemical elements / Evaluaciones de usabilidad

Resumen

La aplicación “EQ elementos químicos”, nace de la necesidad de tener materiales didácticos en el área de química, que contribuyan de manera efectiva a la construcción del conocimiento en los estudiantes de nivel bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). De manera concreta, esta aplicación se enfocará en mostrar información básica de los elementos químicos, la cual ayudará a la mejor comprensión de algunos temas como: compuesto, elemento, enlace, molécula, átomo y reacción química [7]. Todos ellos relacionados con los elementos de la tabla periódica. “EQ elementos químicos” mostrará la información en realidad aumentada y, aunque en el mercado existen algunas aplicaciones de la misma temática que utilizan esta tecnología, se ha observado que no cumplen con toda la información necesaria para el contexto de los estudiantes de bachillerato de la UNAM. Por otro lado, se utilizará la realidad aumentada, debido a que en los últimos años se ha comprobado que favorece la comprensión de fenómenos en la enseñanza de las ciencias. Para el desarrollo del prototipo de la aplicación, utilizaremos un proceso basado en el diseño centrado en el usuario que incluye el análisis, diseño y creación de un prototipo de alta fidelidad. Al final del proceso, se pretende realizar una evaluación de usabilidad del prototipo con usuarios que ayuden a determinar si es fácil de usar por los usuarios focales. A trabajo futuro, se pretende que la aplicación esté totalmente terminada y sea evaluada en el salón de clases con profesores y alumnos, para que pueda integrarse a los materiales didácticos de química del programa educativo de bachillerato de la UNAM.

Palabras clave

Realidad aumentada / Aplicación educativa de química / Elementos químicos / Evaluaciones de usabilidad

Índice

Capítulo 1: Introducción	13
1.1 Introducción	13
1.2 Descripción	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo principal	16
1.3.2 Objetivos secundarios	16
1.3.3 Objetivos personales	16
1.4 Metodología de trabajo	17
1.5 Planificación	19
1.5.1 Planificación de los <i>Sprints</i>	19
1.5.2 Integrantes y roles del equipo	22
1.6 Presupuesto	24
1.7 Estructura del resto del documento	25
Capítulo 2: Análisis	26
2.1 Estado del arte de aplicaciones del campo educativo	26
2.1.1 Aplicaciones en realidad aumentada	26
2.1.2 Aplicaciones en 2D	28
2.1.3 Comentario final	30
2.2 Diseño centrado en el usuario	33
2.2.1 Perfil del usuario	33
2.2.2 Comentario final	41
2.3 Modelado del usuario	42
2.3.1 Fichas de personas	42
Capítulo 3: Diseño	46
3.1 Diseño conceptual	46
3.1.1 Mapa de navegación	46
3.2 Diseño visual	47
3.2.1 Gama cromática	47
3.2.2 Tipografía	48
3.2.3 Retícula	49
3.2.4 Logotipo	50
3.2.5 Diseño gráfico de interfaz y tarjetas	51
3.2.6 Contenidos	53

3.3 Diseño de experiencia del usuario	55
3.4 Diseño para la interacción	55
3.5 Principios de usabilidad para el diseño de interfaz	57
Capítulo 4: Desarrollo de prototipo	58
Capítulo 5: Evaluaciones de usabilidad con usuarios	61
5.1 Evaluaciones de usabilidad	61
5.2 Características del equipo	63
5.3 Análisis de las evaluaciones con usuarios	63
5.3.1 Observaciones y recomendaciones de las evaluaciones de usabilidad	64
5.3.2 Resultados del cuestionario de usabilidad	70
5.3.3 Resultados del cuestionario de percepción del usuario	71
5.3.4 Comentarios extra de los usuarios	75
5.3.5 Comentarios generales de los cuestionarios de percepción	75
5.3.6 Resultados del cuestionario del perfil del usuario	76
Capítulo 6: Requisitos, instalación y uso de la aplicación	79
6.1 Requisitos del dispositivo	79
6.2 Pasos para la instalación y ejecución del archivo EQ_elementos_quimicos.apk	79
6.3 Instrucciones de uso	89
Capítulo 7: Conclusiones y líneas de futuro	93
7.1 Conclusiones	93
7.2 Líneas a futuro	94
Referencias	95
Anexos	101
Anexo A: Historias de usuario	
Anexo B: Prototipo esquemático	
Anexo C: TICómetro 2014	
Anexo D: Documentos de usabilidad	
Anexo E: Tarjetas para impresión	
Anexo F: Instalación de la aplicación	
Anexo G: Instrucciones de uso	

Figuras y tablas

Índice de figuras

Imagen 1. Imágenes tomadas con la aplicación Elements 4D daqri, enlace de dos elementos	31
Imagen 2. Imágenes tomada con la aplicación Elements 4D daqri, mostrando el lenguaje	31
Imagen 3. Imagen tomada del sitio iTunes “Merck tabla periódica de los elementos”	32
Imagen 4. Imagen tomada del sitio “Mendelevium”	32
Imagen 5. Mapa de navegación de la aplicación EQ elementos químicos	46
Imagen 6. Tabla periódica que sirvió como referencia para sacar la gama de color principal	47
Imagen 7. Gama de color principal de la aplicación	48
Imagen 8. Tipografía ocupada en la aplicación	48
Imagen 9. Reticula de la página de “Inicio”	49
Imagen 10. Reticula de la página de Exploración de elementos”	49
Imagen 11. Logotipo de la aplicación EQ	50
Imagen 12. Reticula del logotipo de la aplicación EQ	50
Imagen 13. Colores ocupados en el logotipo EQ	50
Imagen 14. Página de inicio de la aplicación EQ	51
Imagen 15. Iconografía de la aplicación EQ	52
Imagen 16. Propuesta de botones para el menú principal de la aplicación	52
Imagen 17. Propuesta de diseño gráfico para las tarjetas de los elementos	53
Imagen 18. Propuesta de diseño gráfico para las tarjetas de “Usos y aplicaciones” y “Ubicación en la tabla periódica” a color y blanco y negro	53
Imagen 19. Propuesta de presentar el “Glosario” de la aplicación	54
Imagen 20. Propuesta de presentar los usos y aplicaciones de cada elemento	54
Imagen 21. Esquema que representa el autómata de la aplicación	59
Imagen 22. Marcas asociadas a cada elemento	60
Imagen 23. Sesión de pruebas de integración de elementos 2D y 3D	60
Alumnos de la Facultad de Ciencias: Sergio Amaro y Omar Ruiz	
Imagen 24. Aula del futuro / Laboratorio de evaluaciones ubicado en CCADET, UNAM	62
Imagen 25. Algunas escenas de las evaluaciones con usuarios usando la aplicación	64
Imagen 26. Algunas fotografías de las sesiones con los usuarios	71
Imagen 27. Deshabilitar permisos del móvil	79
Imagen 28. Configuración de la seguridad del móvil	80
Imagen 29. Conexión del dispositivo a la computadora	81
Imagen 30. Conexión como dispositivo de medios	81
Imagen 31. Copiado del archivo	82
Imagen 32. Abrir dispositivo móvil	82
Imagen 33. Abrir almacenamiento del dispositivo móvil	83
Imagen 34. Abrir la carpeta	83
Imagen 35. Pegar archivo	84
Imagen 36. Instalación del archivo en el dispositivo	85
Imagen 37. Abrir la carpeta en el “Administrador”	85
Imagen 38. Dar un toque el archivo .apk	86
Imagen 39. Instalar el archivo .apk	86
Imagen 40. Instalación terminada	87
Imagen 41. Instalación completada	87
Imagen 42. Ejecución de la aplicación	88
Imagen 43. Tocar la pantalla	89
Imagen 44. Colocar la tarjeta debajo de la cámara del móvil	89
Imagen 45. Tocar el botón masa atómica	90
Imagen 46. Tocar el botón número atómico	90
Imagen 47. Interacción con la tarjeta “Usos y aplicaciones”	90
Imagen 48. Interacción con la tarjeta “Ubicación en la tabla”	91
Imagen 49. Glosario de la aplicación	91
Imagen 50. Estado de agregación de un elemento	91
Imagen 51. Configuración electrónica de un elemento	92

Índice de gráficas

Gráfica 1. Edad de los estudiantes de la generación 2016	33
Gráfica 2. Sexo de los estudiantes de la generación 2016	34
Gráfica 3. Número de estudiantes que contestaron el cuestionario de la generación 2016	34
Gráfica 4. Número de estudiantes de la generación 2016 que tienen acceso a una red doméstica	35
Gráfica 5. Número y tipo de dispositivos a los que tienen acceso los estudiantes de la generación 2016	36

Gráfica 6. Sistema operativo más popular	36
Gráfica 7. Nivel de habilidad en el uso de TIC, de los estudiantes de la generación 2016	37
Gráfica 8. Dependencia económica de los estudiantes de la generación 2016	38
Gráfica 9. Número de personas que viven con los estudiantes de la generación 2016 y que trabajan	39
Gráfica 10. Ingreso familiar en número de salarios mínimos de los estudiantes de la generación 2016	39
Gráfica 11. Número de estudiantes de la generación 2016 que trabajan	40
Gráfica 12. Número de estudiantes de la generación 2016 que tienen un acceso a algún tipo de móvil	40
Gráfica 13. Número de hermanos con que cuentan los estudiantes de la generación 2016	41

Índice de tablas

Tabla 1. Aplicaciones educativas de realidad aumentada en las ciencias básicas	26
Tabla 2. Descripción de las aplicaciones	26
Tabla 3. Aplicaciones educativas en 2D en las ciencias	28
Tabla 4. Descripción de las aplicaciones	28
Tabla 5. Crecimiento del uso de internet a través de varias generaciones	35
Tabla 6. Calificaciones de usabilidad por usuario	70
Tabla 7. Calificación de los usuarios a que tan terrible o maravillosa es la aplicación	71
Tabla 8. Calificación de los usuarios a que tan frustrante o satisfactoria es la aplicación	71
Tabla 9. Calificación de los usuarios a que tan aburrida o estimulante es la aplicación	71
Tabla 10. Calificación de los usuarios a que tan difícil o fácil es la aplicación	71
Tabla 11. Calificación de los usuarios a que tan rígida o flexible es la aplicación	72
Tabla 12. Calificación de los usuarios con respecto que tan difícil o fácil de leer son las letras en pantalla	72
Tabla 13. Calificación de los usuarios con respecto que tan legibles o no, las letras	72
Tabla 14. Calificación de los usuarios con respecto a si la composición de la pantalla fue inútil o útil	72
Tabla 15. Calificación de los usuarios con respecto a la cantidad de información	72
Tabla 16. Calificación de los usuarios con respecto a si fue predecible o impredecible	72
Tabla 17. Calificación de los usuarios con respecto a si fue posible o imposible regresar	72
Tabla 18. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil fue aprender usar la aplicación	72
Tabla 19. Calificación de los usuarios con respecto a si se requiere mucho o poco tiempo para aprender a usar la aplicación	73
Tabla 20. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil fue descubrir las funcionalidades de la aplicación	73
Tabla 21. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil recordar los nombres y funcionalidades de la aplicación.	73
Tabla 22. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil es hacer las tareas de manera directa en la aplicación.	73
Tabla 23. Calificación de los usuarios con respecto al número de pasos por tarea.	73
Tabla 24. Calificación de los usuarios con respecto a si la velocidad de la aplicación fue demasiado lenta o suficientemente rápida.	73
Tabla 25. Calificación de los usuarios con respecto al tiempo de respuesta de la mayoría de las operaciones fue demasiado lenta o suficientemente rápida	73
Tabla 26. Calificación de los usuarios con respecto a la velocidad con que se muestra la información fue demasiado lenta o suficientemente rápida	73
Tabla 27. Calificación de los usuarios con respecto a si la ayuda es confusa o clara	74
Tabla 28. Calificación de los usuarios con respecto si la ayuda siempre o nunca es comprensible	74
Tabla 29. Calificación de los usuarios con respecto si fue inadecuada o adecuada la cantidad de ayuda ofrecida por la aplicación	74
Tabla 30. Calificación de los usuarios con respecto a si la calidad es mala o buena de los dibujos y fotografías	74
Tabla 31. Calificación de los usuarios con respecto a si los colores son agradables o desagradables	74
Tabla 32. Calificación de los usuarios con respecto si la cantidad de colores es adecuada o inadecuada	74
Tabla 33. Calificación de los usuarios con respecto si la calidad es buena o mal de los modelos 3D del estado de agregación	74
Tabla 34. Entidad federativa de los usuarios	76
Tabla 35. Edad de los usuarios	76
Tabla 36. Escolaridad de los usuarios	76
Tabla 37. Escuela de procedencia de los usuarios	76
Tabla 38. Acceso a móviles	77
Tabla 39. Horas y días a los que tienen acceso a su móvil	77
Tabla 40. Tiempo de uso del móvil	77
Tabla 41. Actividades que realizan los usuarios	77
Tabla 42. Aplicaciones usadas por los usuarios	78
Tabla 43. Aplicaciones educativas instaladas en el móvil de los usuarios	78

Capítulo 1: Introducción

1.1 Introducción

En el contexto de la educación en México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con 112,576 alumnos aproximadamente en sus dos sistemas de educación básica: 5 Colegios de Ciencias y Humanidades (CCH) y 9 Escuelas Nacionales Preparatorias, Portal de Estadística Universitaria UNAM 2015 [6].

Dentro de estos dos sistemas educativos todos los estudiantes toman la materia de química y dentro su programa educativo está contemplado aplicar los conceptos de mezcla, compuesto, elemento, enlace, molécula, átomo y reacción química para explicar las propiedades de algunos componentes del suelo, de los alimentos y de los medicamentos. Para ello dentro de las primeras actividades que realizan se encuentra una investigación documental sobre: organización de la tabla periódica, ley periódica, semejanzas de las propiedades químicas entre los elementos de una misma familia, relación entre el número de electrones externos con el número de grupo, entre otros. Además utilizan la tabla periódica como una herramienta para obtener información básica sobre los elementos. Posterior a esta actividad de investigación, los alumnos realizan representaciones gráficas y modelos con materiales como plastilina o bolas de unicel para la mejor comprensión del tema [7].

Algunos profesores expresan que no pueden crear secuencias didácticas específicas debido a que los materiales que existen (tablas periódicas) proporcionan demasiada información a primera vista, lo que no permite la libre exploración de las propiedades de cada uno de los elementos. También los profesores dicen que los alumnos no alcanzan a comprender el tema debido a lo complejo y abstracto que resulta. Y si a esto, sumamos que los alumnos cuando realizan su investigación se enfrentan con documentos e infinidad de tablas periódicas que obtienen de diversos medios, muchas veces con datos erróneos, se hace evidente que nos enfrentamos a un problema de falta de materiales adecuados a las características del programa educativo de la UNAM.

Partiendo de las necesidades expuestas, este TFM tiene la finalidad de realizar el prototipo de una aplicación que muestre los elementos de la tabla periódica y que permita la exploración de manera independiente, es decir, se partirá del elemento químico y de manera interactiva mostrarán algunas características del elemento.

Pero qué diferenciará esta aplicación de otras existentes en el mercado, en primer lugar como ya indicamos, la exploración se hará a partir de cada elemento químico, y no de la tabla periódica. En segundo lugar se usará la realidad aumentada para contribuir de manera sustancial en la descripción y comprensión de algunos fenómenos que se utilizan en la enseñanza de las ciencias, principalmente, porque la realidad aumentada no reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, mantiene

el mundo real que ve el alumno complementándolo con información importante del fenómeno en cuestión. Se ha observado que la realidad aumentada puede contribuir a mejorar la comprensión de los fenómenos que se utilizan en la enseñanza completando con información extra. Esta tecnología ayuda a establecer un puente entre los conceptos teóricos y la interacción física mediante dispositivos reales, generando con ello una experiencia educativa, innovadora, vivencial y significativa [2]. Además, la realidad aumentada puede ser un factor que contribuya para atraer la atención y aceptación de los jóvenes de bachillerato hacia un tema que a veces puede resultar difícil y complejo.

1.2 Descripción

En el mercado existen diversas aplicaciones que abordan el tema de los elementos químicos, lo que se ha observado es que la mayoría de las aplicaciones muestran una tabla periódica tal cual la vemos en una imagen y al elegir un elemento se abre una pantalla con la información del elemento, lo que no permite hacer indagaciones sobre las diferentes características o la posibilidad de que los profesores puedan crear secuencias didácticas que permitan la libre exploración o descubrimiento por parte de los estudiantes de bachillerato. Aunado a esto, las tablas periódicas usadas en las aplicaciones no se ajustan al programa educativo, muchas aplicaciones se encuentran en idioma inglés y no tienen la posibilidad de cambiar a otro idioma, en este caso español, por lo que no se ajustan al contexto de uso de los estudiantes de la UNAM.

Partiendo de estas necesidades, se creará el prototipo de una aplicación en realidad aumentada denominada "EQ elementos químicos" que permitirá interactuar con los elementos de la tabla periódica. La interacción se llevará a cabo por medio de un dispositivo móvil y tarjetas impresas de los elementos y características de los elementos. Los usuarios podrán explorar de manera paulatina cada uno de los elementos, descubrir: el nombre del elemento, su número atómico, masa atómica, distribución electrónica, usos y aplicaciones y cómo se encuentra el elemento en estado natural.

Una de las ventajas de usar la realidad aumentada en una aplicación de química, es que permitirá mostrar algunas características que en los laboratorios de las escuelas, tal vez no pueda enseñarse, como el estado natural, ya que resulta complicado, caro o imposible conseguir muchos de los elementos para el stock del laboratorio. Por medio de la aplicación podremos observar con modelos 3D como son cada uno de los elementos en su estado natural, ayudando con esto, a la mejor comprensión del tema.

Y aunque como trabajo a futuro se pretende crear una aplicación que pudiera integrarse a los materiales educativos del programa académico de la UNAM. Para el TFM solo se creará un prototipo de alta fidelidad de la aplicación, que funcionará con dos elementos químicos.

Para llegar a dicho prototipo, se realizará un análisis previo para crear el modelado del usuario que incluye el estudio del usuario para crear arquetipos de usuarios focales, y un estudio de mercado para revisar las potencialidades y características de aplicaciones existentes que pudieran ayudar a determinar la propuesta. Se hará la conceptualización del proyecto que incluye mapa de navegación y un prototipo esquemático para conocer los alcances del proyecto y con ello poder hacer la planeación correcta para desarrollar la aplicación. Se hará la propuesta de diseño gráfico, diseño de interacción y patrones de usabilidad de la aplicación, así mismo se hará la propuesta de programación y se diseñarán instrumentos de usabilidad para probar el prototipo con usuarios para ayudar a determinar si la propuesta de aplicación es usable y fácil de usar.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivos principal*

- Desarrollar el prototipo de una aplicación en realidad aumentada que permita la exploración de los elementos de la tabla periódica por medio de marcas asociadas a información, que pueda servir como parte de los materiales educativos del plan académico de la UNAM, para alumnos de bachillerato.

1.3.2 *Objetivos secundarios*

- Por medio de la aplicación “EQ elementos químicos”, ayudar a los usuarios a comprender la información de cada elemento.
- Realizar evaluaciones de usabilidad con usuarios para comprobar que el diseño del prototipo de la aplicación es usable.
- Mostrar los elementos de la tabla periódica, utilizando realidad aumentada para atraer la atención de los estudiantes.

1.3.3 *Objetivos personales*

- Explorar el uso de la realidad aumentada en el campo educativo, de manera específica en el área de química.
- Concluir el Trabajo Final de Máster por medio de procesos ágiles.
- Conocer el proceso de desarrollo de una aplicación en realidad aumentada.

1.4 Metodología de trabajo

Para la conformación del desarrollo escrito del TFM, se utilizarán los conocimientos adquiridos de materias como Diseño de interfaces interactivas, Tecnologías y aplicaciones multimedia y Producción multimedia.

En primer lugar, para poder cumplir con el desarrollo del prototipo y las cinco entregas de las PEC, se utilizará *Scrum* un proceso ágil que permitirá tener entregas prontas y ver resultados concretos de la aplicación. Con este proceso obtendremos mayor flexibilidad para hacer cambios o correcciones no planeados una vez empezado el desarrollo.

Para crear las pila del producto se desarrollaron historias de usuario para detectar y priorizar todas las actividades principales que se van a desarrollar para la culminación de la aplicación (Revisar Anexo A. Historias de usuario). Una vez hechas las historias de usuario se dividieron en tres *Sprint* (de cuatro a tres semanas cada uno), que corresponden a las PEC, que faltan. Para gestionar las tareas, cada uno de los integrantes del equipo (diseñadora gráfica, diseñadora de interfaz, programadores y experta en contenidos, dueño del producto, evaluador, alumna del máster), tomará las actividades asignadas y las meterá a un *Kanban* permitiendo en un momento dado, que si su trabajo programado para la semana es terminado antes, pueda ingresar una actividad nueva de la siguiente semana, hasta terminar con todas las actividades de cada *Sprint*, además el *Kanban* dejará ver y detectar que tarea no se está cumpliendo en tiempo y forma, de esta manera se podrán tomar las medidas necesarias para resolver el problema. Por otro lado este proceso de trabajo permitirá a todo el equipo trabajar de manera simultánea en el proyecto. Así mismo en cada *Sprint* está indicado la fase de desarrollo de la aplicación que se llevará a cabo.

Para el desarrollo del prototipo se utilizará un proceso centrado en el usuario que contempla las siguientes fases:

1. Análisis

En esta fase se recopilará la información necesaria para modelar el usuario, por lo que se hará un análisis detallado acerca de los alumnos de primeros años de bachillerato de la UNAM. Con el análisis podremos obtener las fichas de personas y los escenarios con información real y con características muy cercanas al usuario focal. También se realizará un estudio breve de aplicaciones de realidad aumentada y 2D del área de las ciencias, para ayudar a determinar el alcance y objetivos de la aplicación.

2. Diseño

Diseño conceptual. Se definirá la arquitectura de la aplicación por medio de un prototipo esquemático (Revisar Anexo B. Prototipo esquemático) y un mapa de navegación que ayudara a comprender los alcances y tiempos de desarrollo para los integrantes del equipo

Diseño visual: Se definirán las características gráficas de la aplicación, tomando información de la fase de análisis y la conceptualización del proyecto.

3. Desarrollo del prototipo

En esta fase se procederá a elaborar todos los elementos gráficos, contenidos y programación necesarios para armar un prototipo de alta fidelidad que ayudará determinar si la interacción, propuesta gráfica, navegación etc. es agradable, funcional y usable.

4. Evaluación de usabilidad con usuarios

En esta fase se someterá el prototipo a una evaluación de usabilidad con usuarios focales. Se desarrollaran diversos instrumentos que servirán para determinar el grado de usabilidad y conocer las primeras impresiones de los usuarios acerca del prototipo. Después se realizará un análisis para informar a detalle sobre los resultados de la evaluación y conocer en donde se necesita hacer cambios o correcciones.

Debido al tiempo con el que se cuenta para desarrollar el prototipo, no es posible realizar las correcciones pertinentes al prototipo.

1.5 Planificación

1.5.1 Planificación de los Sprints

Como ya se mencionó en el punto anterior, la planificación del desarrollo del prototipo se hará basado en el proceso ágil *Scrum*. Para definir la duración de cada *Sprint* se tomarán las fechas de entrega de las PEC. Así mismo, cada PEC, tiene una serie de productos que deben entregarse y sirven para realizar las historias de usuario y priorizar las actividades para llegar a las metas. En cada *Sprint*, están indicadas las fases del proceso que se llevarán a cabo y el integrante o integrantes del equipo que debe hacerse responsable de cada actividad. Al finalizar cada actividad en el documento historias de usuario deberá darse por terminada. Es necesario decir, que no obligatoriamente existe una historia de usuario para cada actividad, ya que hay historias que requieren de más de una actividad para poder concluirla. A lo largo del proyecto se deben llevar a cabo reuniones rápidas que ayuden a revisar el estado de cada tarea y en caso de necesitar más tiempo o ayuda, se pueda proceder adecuadamente para dar más tiempo, auxiliar al integrante del equipo o lo que sea necesario, para no llegar al final del *Sprint* con tareas inconclusas.

Sprint 1. 28 de marzo al 25 de abril (4 semanas)

Fase de Análisis / Diseño / Investigación de programación de RA

Duración	Actividades	Equipo
1ª. Semana 28 de marzo al 3 de abril	1. Análisis de el usuario <ul style="list-style-type: none"> Modelado de usuario, realizar el perfil de usuario 	Diseñadora de interfaz
	2. Análisis de diversas aplicaciones de realidad aumentada y 2D <ul style="list-style-type: none"> Estado del arte 	Diseñadora de interfaz
	3. <i>Spike</i> -Investigación sobre la programación básica y reconocimiento de marcas <ul style="list-style-type: none"> Exploración de software y artículos relacionados con la realidad aumentada 	Programadores - Diseñadora gráfica, Diseñadora de interfaz
2ª. Semana 4 al 10 de abril	4. Redacción de la conceptualización de la aplicación <ul style="list-style-type: none"> Descripción y objetivos de la aplicación Realizar propuesta de prototipo esquemático de la aplicación 	Diseñadora de interfaz
	5. Diseño de marcas de realidad aumentada	Programadores - Diseñadora gráfica, Diseñadora de interfaz
	6. Realización de un prototipo con programación	Programadores

	básica de realidad aumentada que reconozca marcas	
	7. Spike - Investigación de integración de elementos en 2D y 3D con realidad aumentada	Programadores - Diseñadora gráfica, Diseñadora de interfaz
3ª. Semana 11 al 17 de abril	8. Integración de elementos en 2D en el prototipo en realidad aumentada	Programadores
4ª. Semana 18 al 25 de abril	9. Entrega de PEC 3 <ul style="list-style-type: none"> Preparación de prototipo de realidad aumentada Preparación de prototipo esquemático Preparación de documentación Preparación de bitácora 	Estudiante

Sprint 2. 26 de abril al 23 de mayo (4 semanas)

Fase de Diseño / Fase de desarrollo

Duración	Actividades	Equipo
1ª. Semana 26 abril al 2 de mayo	1. Correcciones a prototipo esquemático	Diseñadora de interfaz
	2. Diseño <ul style="list-style-type: none"> Diseño Conceptual Diseño visual Usabilidad y experiencia del usuario <ul style="list-style-type: none"> Principios de usabilidad para el diseño de interfaz aplicados a la aplicación EQ elementos químicos Patrones para el diseño para interfaz móvil Diseño de interacción Diseño de la Experiencia del usuario 	Diseñadora de interfaz
	3. Diseño gráfico de la interfaz (definición de estilo visual y logotipo de la aplicación)	Diseñadora de interfaz
	4. Búsqueda de materiales 3D para representar el estado de agregación	Diseñadora gráfica
	5. Desarrollo de mapa de navegación	Diseñadora de interfaz
	6. Desarrollo de elementos gráficos en 2D para todos los elementos. <ul style="list-style-type: none"> Preparación y entrega de elementos a los programadores. 	Diseñadora gráfica
	7. Compilación de contenidos (información de los elementos químicos que se abordaran en la aplicación)	Experta en contenidos y Diseñadora de interfaz
	8. Spike de programación para presentar diferente información cuando alejamos y acercamos el dispositivo a una marca.	Programadores

	9. <i>Spike</i> de programación para hacer que dos marcas reaccionen cuando se presentan juntas.	Programadores
2ª. Semana 3 al 9 de mayo y 3ª. Semana 10 al 16 de mayo	10. Desarrollo de la 1ª. Versión del prototipo en alta fidelidad <ul style="list-style-type: none"> • Integración de elementos gráficos. • Integración de contenidos. • Integración de elementos 3D • Pruebas y eliminación de bugs 	Programadores, Diseñadora de interfaz y Diseñadora Gráfica
	11. Diseño de instrumentos de evaluación de usabilidad	Evaluadora
4ª. Semana del 17 al 23 de mayo	12. Preparación de la 1ª. del prototipo	Programadores
	13. Tomar video del funcionamiento de la aplicación	Alumna del máster
	14. Preparación de documentación <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la aplicación • Mapa de navegación • Instrumentos de evaluación 	Alumna del máster
	15. Entrega de PEC 4	Alumna del máster

Sprint 3. 24 de mayo al 13 de junio (3 semanas)

Fase de Evaluación y análisis / Preparación de la entrega del TFM

Duración	Actividades	Equipo
1ª. Semana 24 al 27 de mayo	1. Integración de elementos faltantes para completar el prototipo <ul style="list-style-type: none"> • Diseño gráfico (pantalla de conceptos, ventana de usos y aplicaciones y modelos 3D) 	Programadores, diseñadora gráfica y diseñadora de interfaz
	2. Corrección de bugs	Programadores
	3. Preparación y coordinación de las evaluaciones	Evaluadora
2ª. Semana 30 al 3 de mayo	4. Realización de las evaluaciones de usabilidad con usuarios <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las evaluaciones • Realizar reporte de las evaluaciones 	Evaluadora y Diseñadora de Interfaz
3ª. Semana del 4 al 13 de mayo	5. Preparación de la entrega final <ul style="list-style-type: none"> • Redactar la memoria del proyecto. • Preparar la presentación del proyecto. • Preparación del la 1ª. Versión del prototipo y documentación de la aplicación. • Entrega de Memoria. • Entrega de presentación. • Entrega de PEC 5. 	Alumna del máster

1.5.2 Integrantes y roles del equipo

Lic. en D.G. Ana Libia Eslava Cervantes

Roles

- *Diseñadora Gráfica:* Crear el diseño visual de toda la aplicación. Creación y preparación de todos los elementos gráficos 2D y 3D para la integración de la aplicación. Trabajar en conjunto con los programadores para integrar la aplicación.
- *Diseñadora de interfaz:* Crear el diseño conceptual, diseñar la interacción y experiencia del usuario de la aplicación, investigar el perfil de usuario, crear los arquetipos de personas, realizar el estudio de mercado, el mapa de navegación y el prototipo esquemático. Realizar el manual de instalación de la aplicación en conjunto con los programadores. Investigar el uso de la realidad aumentada en el campo educativo.
- *Evaluadora:* Diseñar los instrumentos, coordinar, ejecutar y analizar los resultados de las evaluaciones de usabilidad.
- *Dueña del producto:* Decidir sobre las funcionalidades y características de la aplicación. Cuidar que el proyecto siempre tomará en cuenta las necesidades del usuario final y no desviarse de los objetivos planteados desde el inicio.
- *Scrum máster:* Encargado de sacar el proyecto adelante, verificar que las historias del usuario de la pila del producto va cubriéndose y priorizar que actividades deben entrar en cada sprint, ayudar a que todos los integrantes entendieran los objetivos, alcances y funcionalidades de la aplicación. Detectar problemas sobre el desarrollo y dar soluciones para solucionarlos y sacar adelante el proyecto.
- *Alumna del máster:* Preparar las PEC e integrar todos los resultados obtenidos en cada sprint para las entregas.

Pasantes de Ciencias de la Computación: Omar Ruiz, Sergio Amaro y José Ricardo Rosas

- *Programadores:* realizar investigación acerca de la visualización de marcas con dispositivos móviles para desarrollar realidad aumentada. Programar el reconocimiento de marcas y los diferentes estados. Integrar todos los elementos gráficos y armar el prototipo. Realizar el manual de instalación de la aplicación en conjunto con la diseñadora de interfaz.

Ing. Ricardo Castañeda Martínez y Dr. Gustavo de la Cruz Martínez

- Colaborar con ideas para la conceptualización de la aplicación, así como investigar el uso de la realidad aumentada en el campo educativo y ayuda en la ejecución de las evaluaciones con usuarios.

Dra. Clara Alvarado Zamorano

- *Experta en contenidos:* Asesoría para usar los términos correctos en el área de química, ayuda en la selección de la tabla periódica que sirve de referencia para armar la propuesta visual, opinión acerca de las aplicaciones existentes. Por el tiempo no fue posible incorporar contenidos revisados por la doctora, pero se espera que para la aplicación final contar con la investigación completa para todos los elementos químicos.

1.6 Presupuesto

A continuación se presenta un presupuesto estimado para el desarrollo de la aplicación.

Análisis de mercado y perfil de usuario	\$30,000.00 M/N
Conceptualización, alcance del proyecto prototipo esquemático	\$70,000.00 M/N
Propuesta de diseño visual, interactivo	\$80,000.00 M/N
Desarrollo de prototipo en alta definición para evaluaciones	\$120,000.00 M/N
Evaluaciones con usuarios	\$40,000.00 M/N
Correcciones e implementación completa de la aplicación	\$90,000.00 M/N
Lanzamiento de la aplicación y testeo	\$50,000.00 M/N
Costo total	\$480,000.00 M/N

Este presupuesto no incluye impuestos.

Nota: en este proyecto no se realizaron las correcciones, la implementación completa, lanzamiento y testeo de la aplicación.

1.7 Estructura del resto del documento

Capítulo 2. Análisis

En este capítulo se aborda el análisis del usuario, se determina su perfil y se realizan las fichas de personas basado en el modelado del usuario.

Capítulo 3. Diseño

En este capítulo se realiza un prototipo esquemático y mapa de navegación que sirve al equipo para determinar los alcances y tiempos de desarrollo del proyecto.

Se realiza la propuesta del diseño visual, diseño de interacción, diseño de experiencia del usuario y principios de usabilidad para la aplicación. Así mismo se realiza investigación de la programación en realidad aumentada.

Se diseñan los instrumentos para las evaluaciones de usabilidad.

Capítulo 4. Desarrollo del prototipo

En este capítulo se plantea como se trabajó la parte de diseño y programación para armar el prototipo

Como resultado de este capítulo se obtiene un prototipo de alta definición que servirá para hacer evaluaciones con usuarios.

Capítulo 5. Evaluaciones con usuarios

En este capítulo se hace la coordinación ejecución y análisis de la información de las evaluaciones con usuarios.

Capítulo 6: Requisitos, instalación y uso de la aplicación

En este capítulo se indican los requisitos de instalación, se explican detalladamente los pasos de instalación en el móvil y la forma de usar el dispositivo y las marcas impresas.

Capítulo 7. Conclusiones y líneas de futuro

En este capítulo se explican los logros y metas cumplidos, y las líneas de trabajo para el futuro de la aplicación.

Capítulo 2: Análisis

2.1 Estado del arte de aplicaciones de el campo educativo

2.1.1 Aplicaciones en realidad aumentada

A continuación se presentan algunas aplicaciones de realidad aumentada utilizadas en el campo educativo (motivo de estudio de este proyecto). A lo largo de la investigación se notó que no existen muchas aplicaciones del área de la química en realidad aumentada, por lo que se agregaron otras aplicaciones del área de las ciencias: biología y geografía, para completar la investigación. Además la búsqueda se realizó tanto en aplicaciones gratuitas como de paga, pero la tabla solo presenta las gratuitas. En cuanto a la plataforma de desarrollo nos concretamos en iOS y Android por contar con más aplicaciones de realidad aumentada por analizar.

Tabla 1. Aplicaciones educativas de realidad aumentada en las ciencias básicas

	Aplicación	Área de Aplicación	Plataforma de desarrollo	Página URL
1	Elements 4D daqri	Química	iOS/Android	http://elements4d.daqri.com/
2	Anatomy 4D	Biología	iOS/Android	http://blog.imagine4d.net/project/anatomy-4d/#.VvgfahLhDVo
3	Powerful plants	Biología	iOS	https://powerfulplants.net/
4	Virtual Cockroach	Biología	iOS	http://harmony.co.uk/virtual-cockroach/
5	Zookazam	Biología	iOS	http://www.zookazam.com/
6	LandscapAR augmented reality	Geografía	Android	https://www.facebook.com/landscapar
7	Isométrie z e	Química	Android	http://mirage.ticedu.fr/?p=2471
8	Les molecules simple	Química	Android	http://mirage.ticedu.fr/?p=2324
9	La naturaleza nos llama	Biología	Android	http://augmentedapp.co/marker/
10	Eon Experience	Biología	Android/iOS	http://www.eonreality.com/

Tabla 2. Descripción de las aplicaciones

	Aplicación	Idioma	Funcionamiento de la aplicación	Temática	Clasificación
1	Elements 4D daqri	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se puede observar en realidad aumentada 36 elementos de la tabla periódica su estado de agregación y el símbolo. Cuando se combinan dos marcas se pueden formar algunas combinaciones químicas.	Elementos químicos de la tabla periódica	***
2	Anatomy 4D	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se puede observar se puede conocer y	Cuerpo humano	**

			explorar el cuerpo humano y el corazón a detalle. Se pueden explorar de forma individual los diferentes sistemas: esquelético, muscular, respiratorio, etc. respiratorio. También se puede cambiar entre cuerpo masculino y femenino.		
3	Powerful plants	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se pueden observar las marcas con las cuales se puede explorar información de las plantas, comestibles y no comestibles, como nutrición, preparación etc.. A lo largo de la lectura se presentan pequeños cuestionarios para verificar el aprendizaje de los usuarios y desbloquear poco a poco las imágenes.	Plantas	*
4	Virtual Cockroach	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se puede observar la anatomía de la cucaracha.	Anatomía de la cucaracha	*
5	Zookazam	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se pueden observar diversos animales. De un menú se puede elegir el tipo de animal y en algunos casos, se puede agregar efectos al ambiente dónde se encuentra dicho animal y después se puede el usuario tomar una fotografía con dicho animal en RA.	Animales	*
6	LandscapeAR augmented reality		En una hoja de papel blanco y un plumón de preferencia de color oscuro se puede dibujar la forma de un islote. Apuntando con el dispositivo móvil en la hoja se generará una isla de la forma que acaba de dibujar.	Islas	*
7	isomérisme	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se pueden observar la imagen de diversos isómeros y conocer la estructura. Por medio de las marcas se puede interactuar con otra marca generando uno nuevo.	Isómeros	*
8	les molécules simple	Francés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se pueden observar diversas moléculas y conocer la estructura, se pueden hacer algunas preguntas para que el usuario aprenda a identificar las moléculas.	Moléculas*	*
9	La naturaleza nos llama		Por medio de las marcas y un dispositivo móvil, se pueden observar diversos animales y algunos aspectos de su entorno.	Animales	**
10	Eon Experience	Inglés	Por medio de las marcas y un dispositivo móvil se visualiza el menú donde se puede elegir un elemento de la lista de opciones: células animales, glóbulos rojos, virus de polio tipo 1, células de algas, acuario interactivo. Se utiliza una sola marca.	Biología	***

Criterios de los rubros de la tabla 2

Idioma. Idioma en que se encuentra la aplicación y manuales para los usuarios.

Funcionamiento de la aplicación. Es una descripción del funcionamiento de la aplicación.

Temática. De que temas trata la aplicación.

Calificación. Es un criterio que está basado en: contenido, funcionamiento, animación del contenido, aspecto gráfico, realmente si es RA.

Rangos de calificación:

(*) Es RA pero el contenido es pobre o sencillo, no tiene información adicional, no tiene animación y su funcionamiento es correcto.

(**) El contenido es sencillo, tiene información adicional, tiene poca animación y su funcionamiento es correcto.

(***) El contenido es más rico, tiene información adicional, tiene animación e interacción y su funcionamiento es correcto.

(****) El contenido viene muy bien explicado, con información adicional, tiene animación e interacción con el usuario y su funcionamiento es correcto.

2.1.2 Aplicaciones en 2D

También se investigaron algunas aplicaciones en 2D, para iOS y para Android (gratuitas).

Tabla 3. Aplicaciones educativas en 2D en las ciencias

	Aplicación	Área de Aplicación	Plataforma de desarrollo	Página URL
1	Merck tabla periódica de los elementos	Química	iOS	http://www.merck.de/de/index.html
2	Cuestionario de la Tabla Periódica de los Elementos	Química	iOS	http://blog.imagine4d.net/project/anatomy-4d/#.VvgfahLhDVo
3	Libre Tabla periódica: Chemisode de Química	Química	iOS	https://www.facebook.com/Chemisode34/
4	Química en 1 minuto tabla periódica	Química	iOS	http://www.impactcentre.ca/
5	Una Tabla Periódica gratis de Química: El período de Rota	Química	iOS	http://www.worldrecords.com/
6	Mendelevium	Química	iOS	http://www.museocienciavalladolid.es/open/cms/mcva/Descargas/MaterialDidactico/
7	Periodic Game	Química	iOS	http://www.rabq.mx/
8	K12 Periodic Table of the Elements	Química	iOS/Android	http://www.k12.com/mobile-apps

Tabla 4. Descripción de las aplicaciones

	Aplicación	Idioma	Funcionamiento de la aplicación	Temática	Clasificación
1	Merck tabla periódica de los elementos	Español, Alemán, Francés e Inglés	Se puede interactuar con cada uno de los elementos, calcular la masa molar de cualquier compuesto, simplifica la consulta con infografías, compara radios atómicos, masa, electronegatividades.	Elementos químicos de la tabla periódica	**
2	Cuestionario de la Tabla Periódica de los Elementos	Inglés	Cuestionario de química, que permitirá al usuario memorizar los símbolos de los elementos químicos, sus grupos, periodos, bloques y números atómicos a manera de juego y en varios niveles.	Elementos químicos de la tabla periódica	**

3	Libre Tabla periódica: Chemiso de Química	Inglés	Tabla periódica interactiva que muestra información como: - Número atómico - Masa Molar - Configuración electrónica - Lewis Dot Estructura - Fusión y puntos de ebullición en tres escalas de temperatura (Celsius, Fahrenheit y Kelvin) - Densidad También cuenta con imágenes de los elementos y enlaces rápidos a la wikipedia y los vídeos de la Universidad de Nottingham. También se incluyen cuatro barajas de tarjetas para ayudarle a recordar los símbolos y las cargas iónicas: - nombres de los elementos comunes - símbolos de los elementos comunes - nombres de iones comunes - símbolos de iones comunes	Elementos químicos de la tabla periódica	**
4	Química en 1 minuto tabla periódica	Inglés	Por medio de un juego el usuario puede aprender rápidamente cómo encontrar los elementos en la tabla periódica que se muestran de manera aleatoria.	Elementos químicos de la tabla periódica	*
5	Una Tabla Periódica gratis de Química: El período de Rota	Español, Alemán, Bokmål noruego, Chino, Coreano, Danés, Finés, Francés, Griego, Hindi, Inglés, Italiano, Japonés, Malayo, Neerlandés, Portugués, Ruso, Sueco, Tailandés, Turco, Vietnamita, Árabe	Período Rota, esta tabla periódica libre para la química es una herramienta que muestra datos como: número atómico, peso atómico, punto de fusión, punto de ebullición, Calor de fusión, Calor de vaporización, Calor de atomización, Primera energía de ionización, segunda energía de ionización, tercera energía de ionización, la conductividad eléctrica, conductividad térmica, electronegatividad, Ionic Radio, Van der Waals Radius, Densidad, Grupo, Período, Clase, Valencia conocidos, Orbital, Estado, radiactivo, año de descubrimiento.	Elementos químicos de la tabla periódica	*
6	Mendelevium	Español e Inglés	Se presenta la tabla periódica y por medio de la interacción de cada elemento se puede explorar información como el símbolo atómico, número atómico, peso atómico, densidad, punto de fusión y punto de ebullición.	Elementos químicos de la tabla periódica	**
7	Periodic Game	Inglés	Por medio de un juego el usuario aprenderá los elementos que componen la tabla periódica en diferentes niveles.	Elementos químicos de la tabla periódica	*
8	K12 Periodic Table of the Elements	Español, Alemán, Checo, Chino simplificado, Chino tradicional, Coreano, Francés, Inglés, Italiano, Japonés, Neerlandés,	Se presenta la tabla periódica y por medio de la interacción de cada elemento se puede explorar información como el símbolo atómico, número atómico, peso atómico, densidad.	Elementos químicos de la tabla periódica	*

		Polaco, Portugués, Ruso, Sueco, Turco			
--	--	--	--	--	--

Criterios de los rubros de la tabla 4

Idioma. Idioma en que se encuentra la aplicación y manuales para los usuarios.

Funcionamiento de la aplicación. Es una descripción del funcionamiento de la aplicación.

Temática. Es la temática de la aplicación.

Calificación. Es un criterio que está basado en: contenido, funcionamiento, animación del contenido, transmisión adecuada del conocimiento.

Rangos de calificación:

(*) El contenido es sencillo, tiene información adicional, tiene poca animación y su funcionamiento es correcto.

(**) El contenido es más rico, tiene información adicional, tiene animación e interacción y su funcionamiento es correcto.

(***) El contenido viene muy bien explicado, con información adicional, tiene animación e interacción con el usuario y su funcionamiento es correcto.

2.1.3 Comentario final

A diferencia de las aplicaciones en realidad aumentada donde solo se encontró una sola aplicación que pudiera ser referente para el desarrollo del proyecto del trabajo final de máster, en las aplicaciones 2D, si se encontraron del área de química y de manera específica de la tabla periódica, considerando que contienen más información que pudiera servir para delimitar el contenido de la aplicación que se va a diseñar para este proyecto.

Se observó que la aplicación Elements 4D daqri, es muy atractiva visualmente, pero en cuanto a contenidos es muy limitada, no se muestran todos los elementos de la tabla periódica (solo 36 elementos). Una de sus principales virtudes es que se pueden hacer enlaces de algunos de los elementos, sin embargo está limitada a solo unos cuantos enlaces, ya que hay elementos que podrían hacer reacción y no sucede nada.

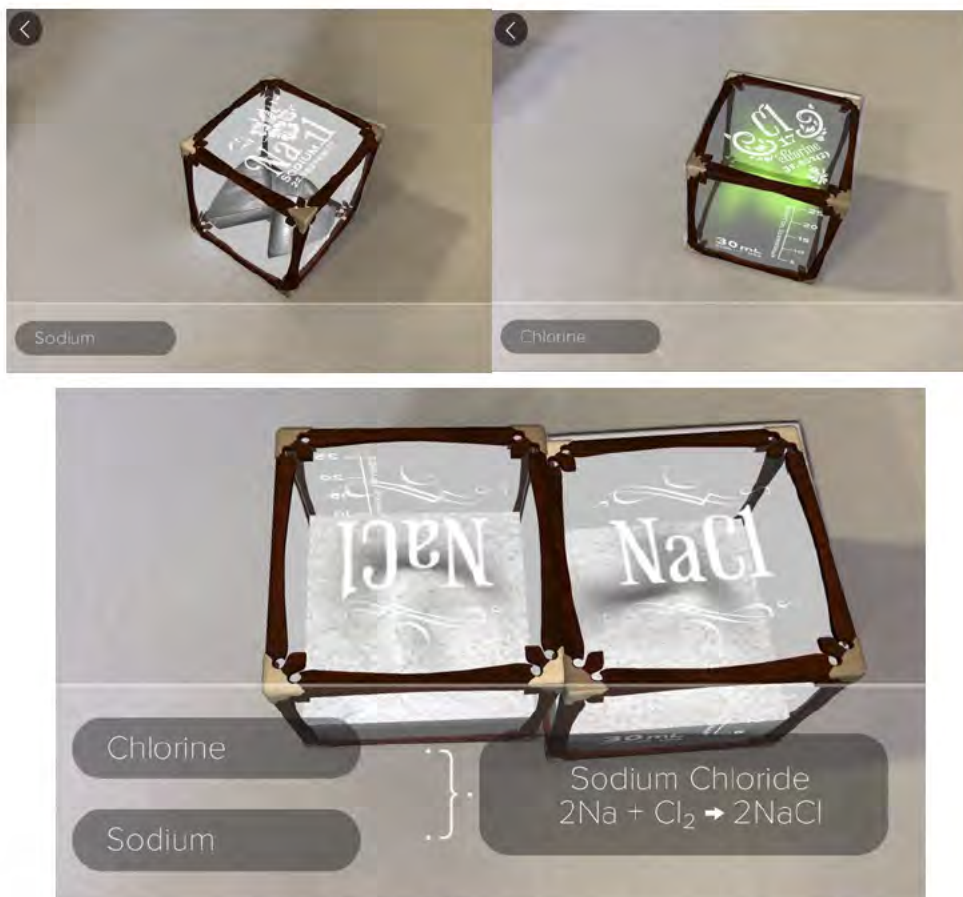


Imagen 1. Imágenes tomadas con la aplicación Elements 4D daqri, enlace de dos elementos químicos Cloro y Sodio.

Otro inconveniente, es que la aplicación se muestra en idioma inglés, lo que puede ser otro factor que influya para decidir no incorporarla en los salones de clases de la UNAM.



Imagen 2. Imágenes tomada con la aplicación Elements 4D daqri, mostrando el lenguaje en el que se muestran la información.

En cuanto al resto de las aplicaciones de realidad aumentada servirán como ejemplos de la interacción, de la forma de visualizar las marcas con el dispositivo móvil y la forma de interactuar con el resto de los elementos de la interfaz.

En cuanto a las aplicaciones en 2D, se observó que existen más posibilidades, pero de manera general todas muestran de forma interactiva la tabla periódica e información descriptiva de los elementos, algunas tienen la posibilidad de aprender jugando, buscando la ubicación del elemento en la tabla, o fotografías del elemento en estado natural. Las aplicaciones se encuentran en diversos idiomas, pero la mayoría en inglés. Todas las aplicaciones mostraron un diseño de interfaz pobre y una organización de los elementos confusa. Se procedió a mostrar las aplicaciones en 2D seleccionadas, a la Dra. Clara Alvarado Zamorano profesora del área de química, comentó que algunas de las tablas periódicas usadas en las aplicaciones no se ajustan al programa de la UNAM, además de que no encuentra mucha diferencia ni ventajas entre tener una tabla periódica en papel y tenerla de manera digital. Ya que si se quiere hacer alguna actividad como saber el nombre del elemento, o calcular peso atómico, no se puede realizar ya que las aplicaciones muestran toda la información de los elementos con la primera interacción del usuario, lo que no permite la exploración paulatina de cada elemento.



Imagen 3. Imagen tomada del sitio iTunes "Merck tabla periódica de los elementos"

<https://itunes.apple.com/mx/app/merck-tabla-periodica-los/id375734631?mt=8>



Imagen 4. Imagen tomada del sitio "Mendelevium"

https://play.google.com/store/apps/details?id=air.Mendelevium&hl=es_419

2.2 Diseño centrado en el usuario

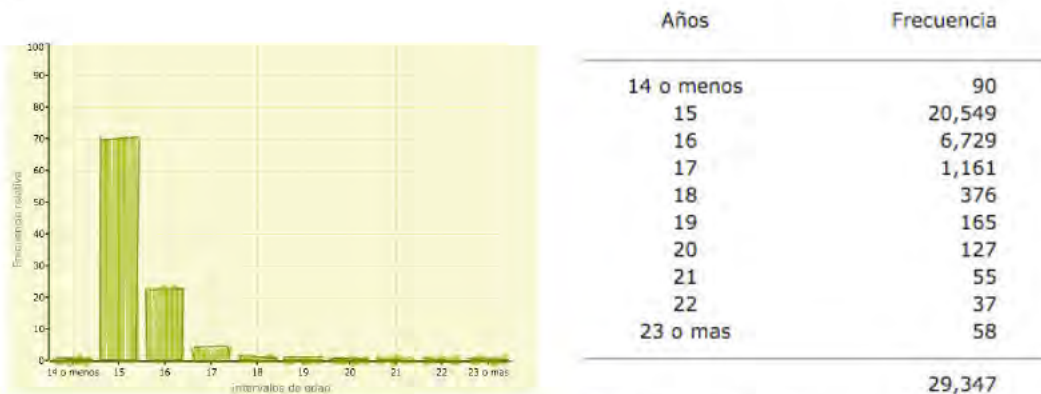
En el diseño centrado en el usuario, se coloca a la persona en el centro del proceso de diseño de interfaz, en la publicación “Usuarios y sistemas interactivos” [5] nos dice que el “DCU se centra en los aspectos cognitivos que intervienen la interacción entre personas y cosas, de manera que permite optimizar la usabilidad”. Por lo que es vital implicar al usuario desde las primeras etapas de desarrollo.

2.2.1 Perfil de usuario

Para conocer el perfil de usuario se recurrió a obtener información de un instrumento de evaluación llamado TICómetro [8] realizado por la Coordinación de Tecnologías para la Educación-h@bitat puma de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), UNAM.

Dicho instrumento ayuda a determinar las habilidades digitales y manejo de TIC de los alumnos de nuevo ingreso (en este caso de la generación 2016) del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la UNAM.

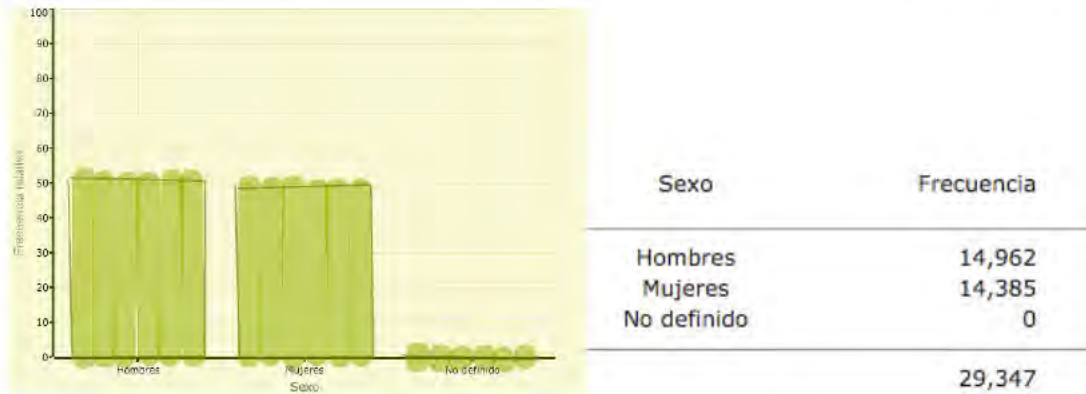
El TICómetro fue aplicado del 17 al 21 de agosto en el CCH y del 24 de agosto al 4 de septiembre de 2015 en la ENP y contestaron el cuestionario 33,389 estudiantes –17,861 del CCH y 15,528 de la ENP– de un total de 36,901 de primer ingreso. Esto es, el 90% de la población total de nuevo ingreso. En el Portal de Estadística Universitaria [6] nos dice que la edad promedio de los alumnos de primer ingreso generación de Preparatoria y CCH oscila entre los 14 años a 23, siendo la mayoría de 15 años y 16 años.



Gráfica 1. Edad de los estudiantes de la generación 2016.

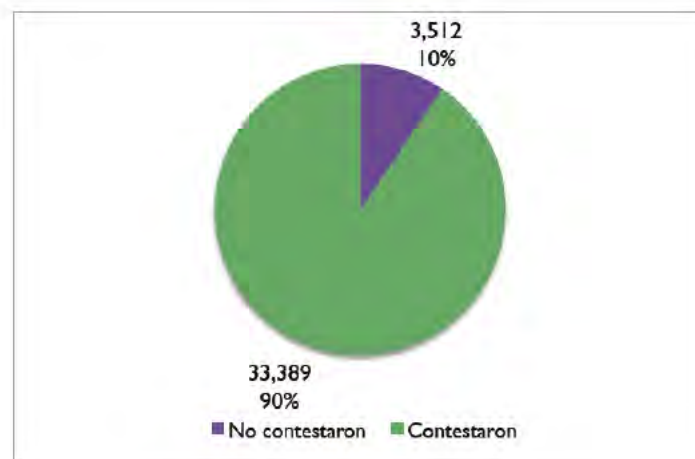
Imagen tomada del documento TICómetro.

Así mismo, el número de mujeres y hombres de la generación se encuentra distribuida 14,962 hombres y 14,385 mujeres.



Gráfica 2. Sexo de los estudiantes de la generación 2016.
Imagen tomada del documento TICómetro

Se menciona en el informe que 10% de los alumnos no contestaron debido a la inasistencia de los alumnos, fallas de red o inasistencia de algunos profesores.



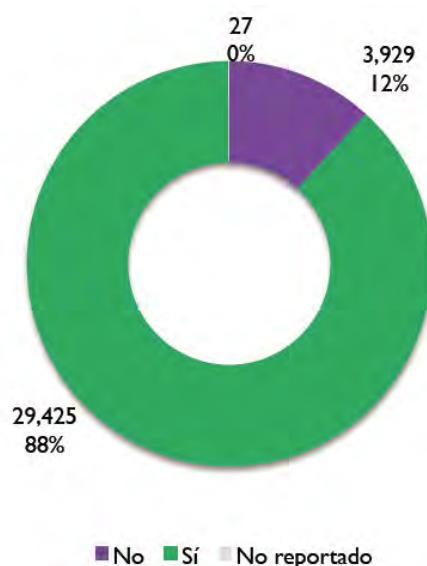
Gráfica 3. Número de estudiantes que contestaron el cuestionario de la generación 2016.
Imagen tomada del documento TICómetro.

Para el estudio de caso de nuestra aplicación nos centraremos en la siguiente información:

- Acceso a internet en una red doméstica.
- Dispositivos a los cuales tienen acceso.
- Sistemas operativos más populares usados por los alumnos.
- Nivel de habilidad en el uso de TIC (Ver Anexo C. TICómetro).
- Desempeño en la búsqueda de información en dispositivos móviles.

Esta información permitirá crear el arquetipo de los usuarios y confirmar la viabilidad de la propuesta de aplicación que se está diseñando.

Acceso a internet en una red doméstica



Gráfica 4. Número de estudiantes de la generación 2016 que tienen acceso a una red doméstica.

Imagen tomada del documento TICómetro.

En el informe menciona que los niveles de acceso a internet son superiores a los que reporta la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI) como promedio nacional (51% en el informe 2014) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014) para el Ciudad de México (antes Distrito Federal) y el Estado de México, lugares de donde residen la mayoría de los alumnos de bachillerato. Por otro lado, comparado con otras generaciones entrevistadas se observa un crecimiento en el uso de internet desde casa.

Tabla 5. Crecimiento del uso de internet a través de varias generaciones.

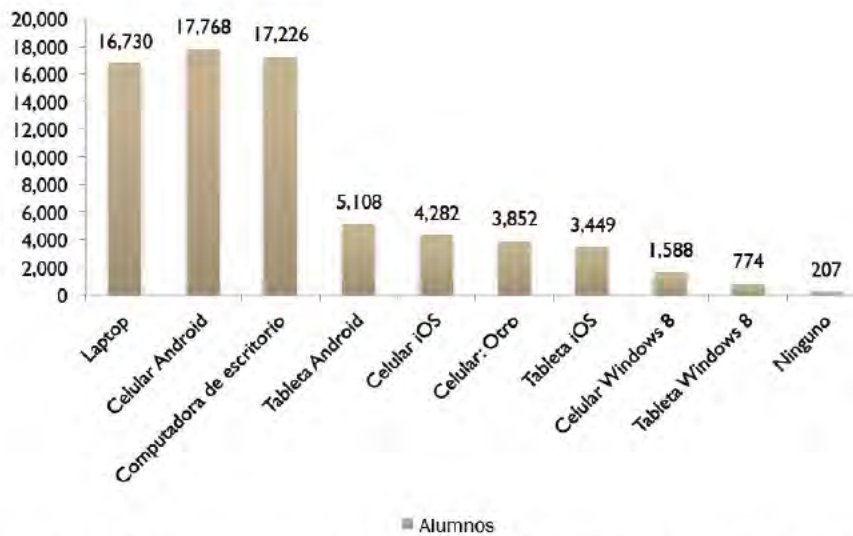
Imagen tomada del documento TICómetro

Internet en casa	
Generación 2013	82%
Generación 2014	84%
Generación 2015	86%
Generación 2016	88%

Contar con internet es de utilidad para conocer el nivel de acercamiento a las TIC con el que cuentan los alumnos. Para saber si tendrían la habilidad para descargar la aplicación e interactuar con ella.

Dispositivos a los cuales tienen acceso

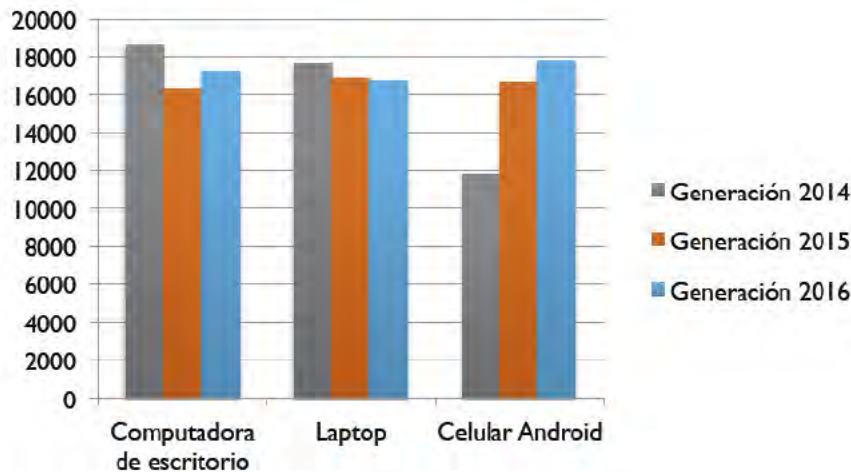
En el informe nos dice que la mayoría de los estudiantes cuenta con más de un dispositivo y solo el 0.62% no cuenta con ningún dispositivo. Si se fija la atención en los dispositivos móviles (tabletas y celulares) encontramos 36,821 dispositivos, más que el total de alumnos evaluados, por lo que se puede interpretar que los estudiantes cuentan con más de un dispositivo móvil a su alcance.



Gráfica 5. Número y tipo de dispositivos a los que tienen acceso los estudiantes de la generación 2016. Imagen tomada del documento TICómetro.

Sistema operativo más popular

En cuanto a los sistemas operativos, el que tiene el primer lugar es Android, que coincide con lo que se observa en el mercado comercial en México y en el mundo, existen infinidad de móviles con este sistema operativo. Le sigue computadoras portátiles y de escritorio, pero no especifica el sistema operativo que usan. De cualquier manera para la aplicación que se va a diseñar nos concentraremos en el sistema operativo Android.



Gráfica 6. Sistema operativo más popular. Imagen tomada del documento TICómetro.

La primera versión del prototipo de la aplicación que se desarrollará estará disponible para sistema Android, porque algunos CCH y Preparatorias cuentan con tabletas con el mismo sistema. Pero además se está versión podrá ser descargada por muchos estudiantes en sus propios móviles.

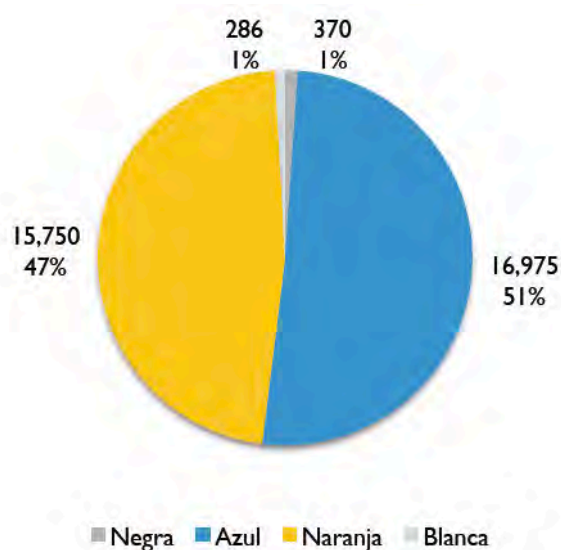
Nivel de habilidad en el uso de TIC (Ver Anexo C. TICómetro).

En el documento nos dice que cuando los alumnos terminan de contestar el cuestionario se le otorga una “cinta estilo karate” que define el nivel de habilidad en el uso de TIC: blanca (principiante), amarilla (intermedio), azul (avanzado) o negra (experto).

Estas “cintas estilo karate” agrupan los siguientes rangos de calificaciones:

- Cinta blanca: 0 a 30 puntos.
- Cinta amarilla: 31 a 60 puntos.
- Cinta azul: 61 a 84 puntos.
- Cinta negra: 85 a 100 puntos.

La siguiente gráfica expone la distribución de los estudiantes por cintas obtenidas a partir del rango de puntaje establecido. Se observa que un poco más de la mitad obtiene cinta azul (51%). Naranjas a 47%. Sin embargo, es importante observar la distribución de puntos por rango, ya que la calificación numérica muestra con mayor detalle y exactitud que el rendimiento es básico en general. El 51.6% obtuvo una calificación aprobatoria.



Gráfica 7. Nivel de habilidad en el uso de TIC, de los estudiantes de la generación 2016.

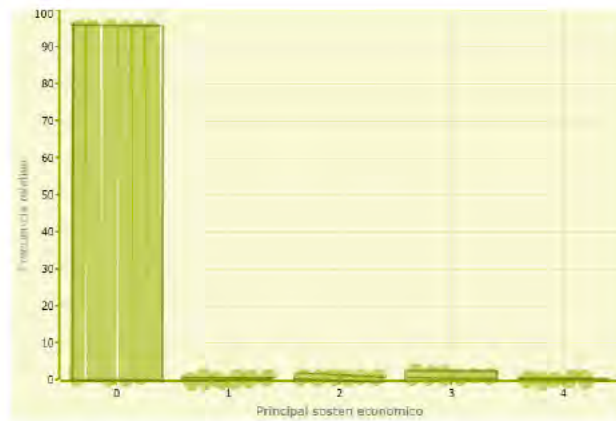
Imagen tomada del documento TICómetro.

Nuevamente en el documento, nos dice que los datos arrojados de esta generación comparados con generaciones pasadas, la cantidad de alumnos que obtuvieron cinta azul disminuyó de 66% a 51%, esto se piensa que “puede atribuirse al instrumento, pensando que ya no está acorde con los avances de la tecnología. Sin embargo, aunque es una posibilidad que tendremos en cuenta, el TICómetro se aplicó de la misma manera y con reactivos actualizados a partir de la evaluación que cada año se realiza. Entonces en el documento se plantea la siguiente pregunta ¿Podemos pensar que hay un cambio de tendencia? Es decir, que efectivamente los estudiantes de esta generación tienen menores habilidades. Si es así, ¿a qué se debe? A lo largo del documento

desarrolla la hipótesis de que el aumento de celulares y de dispositivos móviles en general podría explicar este decremento en el desempeño de los estudiantes. Los celulares, e incluso las tabletas, permiten consultar información de manera rápida en cualquier formato (texto, audio, video), permiten obtener un dato, comunicarse, socializar, organizar la agenda, etc., pero no son dispositivos adecuados para procesar información ni para una lectura profunda de textos para una investigación, y menos aún para evaluar la confiabilidad de las fuentes de información. Estas habilidades, indispensables para el aprovechamiento académico y para el trabajo, se ha observado que se desarrollan de mejor manera al utilizar computadoras. El TICómetro mide éstas y otras habilidades. Se constata que en esta generación las dificultades mayores se presentan justamente en los temas de procesamiento y administración de la información y de acceso a la información, que son los temas que requieren de computadoras para poder profundizar en el uso de las herramientas pertinentes, como el procesador de textos, la hoja de cálculo, el presentador electrónico, los editores de imágenes y, sobre todo, el entorno para aprender a organizar la información y configurar los alcances del dispositivo” .

Para acabar de determinar el perfil de usuario ahora se presentará información del Portal de Estadística Universitaria [6] que servirá de referente para saber acerca del nivel económico y del modo de vivir de los estudiantes de esta generación.

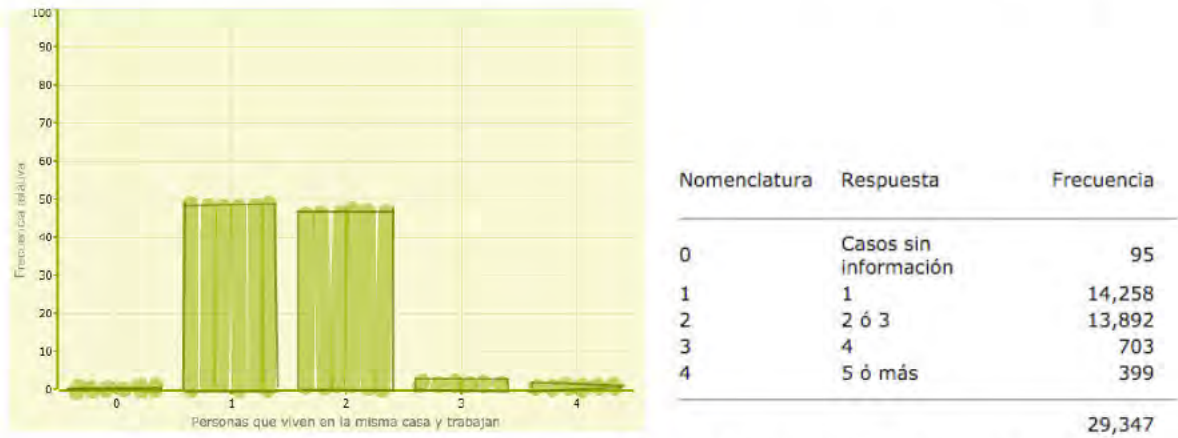
La mayoría de los estudiantes dependen económicamente de uno o ambos padres.



Nomenclatura	Respuesta	Frecuencia
0	Alguno o ambos padres	28,160
1	Cónyuge o pareja	28
2	El mismo	372
3	Otra persona	688
4	Casos sin información	99
		29,347

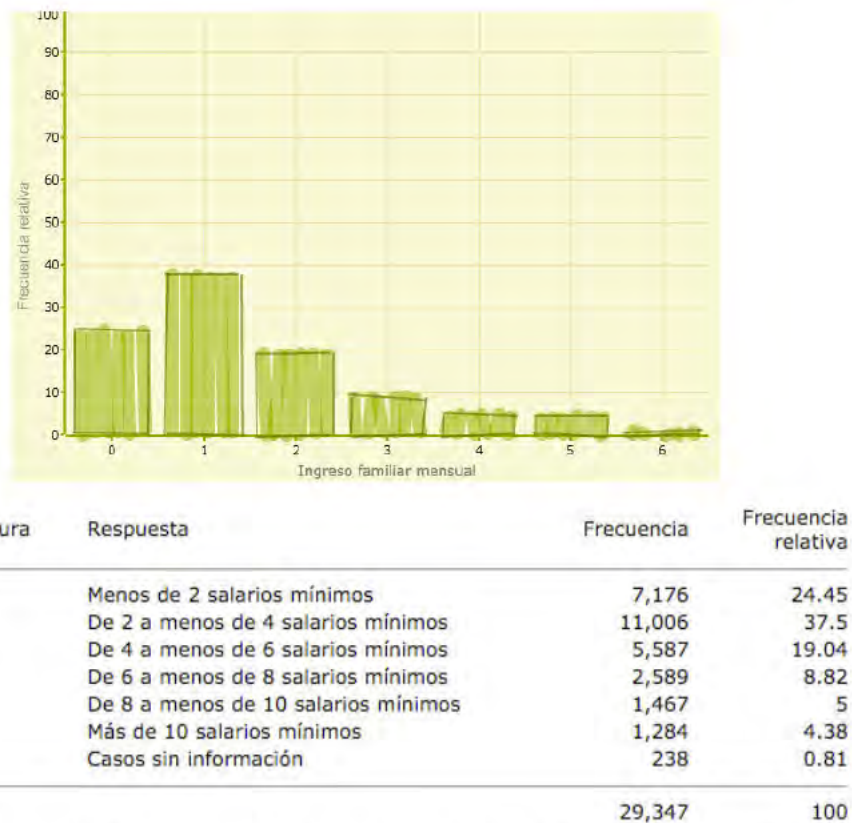
Gráfica 8. Dependencia económica de los estudiantes de la generación 2016.
 Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

En cuanto a las personas que viven en la misma casa y trabajan va de una a cinco personas.



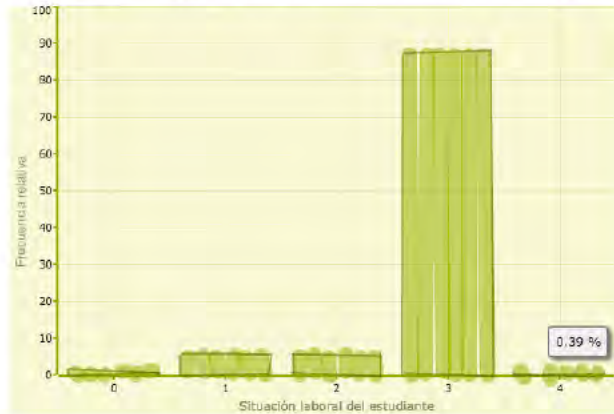
Gráfica 9. Número de personas que viven con los estudiantes de la generación 2016 y que trabajan.
Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

El ingreso familiar que predomina es de 2 a menos de 4 salarios mínimos con 37.5%.



Gráfica 10. Ingreso familiar en número de salarios mínimos de los estudiantes de la generación 2016.
Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

Las estadísticas nos indican que la mayoría de los estudiantes no trabaja 87.47%.



Nomenclatura	Respuesta	Frecuencia	Frecuencia relativa
0	Permanentemente con plaza	294	1
1	Temporal	1,690	5.76
2	Familiar con o sin pago	1,578	5.38
3	No trabaja	25,671	87.47
4	Casos sin información	114	0.39
		29,347	100

Gráfica 11. Número de estudiantes de la generación 2016 que trabajan.
Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

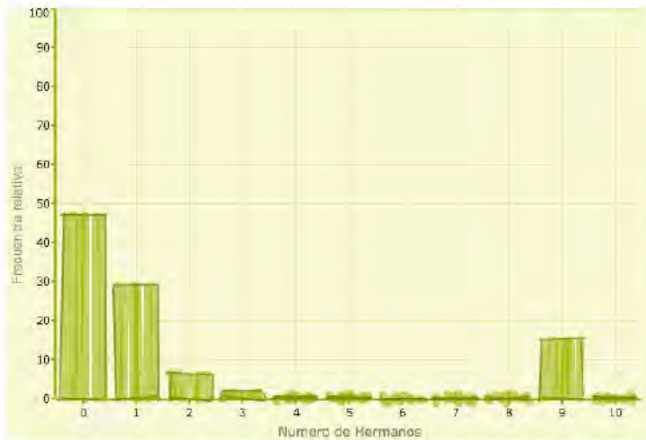
Para reconfirmar, se consultó la información con respecto a si los estudiantes tienen a su alcance algún tipo de móvil y el 84.83% contestó que sí.



Nomenclatura	Respuesta	Frecuencia	Frecuencia relativa
0	No	4,354	14.84
1	Sí	24,895	84.83
2	Casos sin información	98	0.33
		29,347	100

Gráfica 12. Número de estudiantes de la generación 2016 que tienen un acceso a algún tipo de móvil.
Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

En cuanto al número de hermanos la mayoría manifiesta tener solo un hermano con 47.13%



Nomenclatura	Respuesta	Frecuencia	Frecuencia relativa
0	1	13,831	47.13
1	2	8,421	28.69
2	3	1,915	6.53
3	4	489	1.67
4	5	136	0.46
5	6	42	0.14
6	7	28	0.1
7	8	9	0.03
8	9 ó más	11	0.04
9	Ninguno	4,415	15.04
10	Casos sin información	50	0.17
		29,347	100

Gráfica 13. Número de hermanos con que cuentan los estudiantes de la generación 2016.

Imagen tomada del Portal de Estadística Universitaria.

2.2.2 Comentario final

Para el desarrollo de la aplicación aunque los datos muestran un menor conocimiento en el uso de TIC con respecto a generaciones anteriores, podemos apoyarnos en la hipótesis que se plantea en el documento y de que los alumnos saben y se desempeñan de mejor manera en el uso de móviles y podemos suponer que casi la totalidad de alumnos podrá usar e interactuar con la aplicación, porque cuentan con experiencia y conocimiento en el manejo y uso de TIC dentro de los móviles. Otro dato que sirve de apoyo para la creación de una aplicación para dispositivos móviles es el hecho de que el dispositivo más frecuentemente señalado es el teléfono celular con sistema operativo Android, con 17,768 selecciones.

“Además las respuestas de los estudiantes en cuanto a los dispositivos móviles (tabletas y celulares) se encontraron 36,821 dispositivos, más que el total de alumnos evaluados, por lo que se puede interpretar que los estudiantes cuentan con más de un dispositivo móvil a su alcance. Las tabletas muestran un aumento importante, ya que pasan 8,880 a 9,331 menciones. La tableta más frecuente es de sistema operativo Android (5,103) seguida de tabletas iOS (3,449) y Windows8 (774).” Lo que nos indica que tal vez el prototipo de la aplicación sea para sistema Android, pero no debemos descartar la posibilidad de pensar en tener una versión para iOS y para Windows y así poder abarcar casi la totalidad del mercado.

Por otro lado se confirma que la aplicación debe ser diseñada para estudiantes de 15 a 18 años, aunque en los datos muestran un rango más grande de 14 a 23 años, la mayoría se centra entre 15 y 18.

Los estudiantes conviven en casa con padres y hermanos, la mayoría es dependiente económicamente de sus padres y cuentan con dispositivos móviles y uso de red doméstica a su alcance.

2.3 Modelado del usuario

Por medio de la información recopilada en la fase de análisis se trabajaran los arquetipos “personas” de Alan Cooper. Las “personas” ayudan al diseñador de interfaces a conocer al usuario real a determinar las necesidades y sus características.

2.3.1 Fichas de personas

A continuación se presentan las fichas de personas (basadas en la plantilla utilizada en la materia Diseño de Interfaces interactivas) que ayudaran a modelar a los usuarios y determinar sus necesidades. Información de las fichas:

1. Fotografía y nombre de la persona (simulado).
2. Perfil geográfico lugar de residencia y lugar de su lugar de estudios. Aquí se incluye trabajo y nivel de vida.
3. Perfil demográfico incluye edad, sexo, ocupación o educación, familia e ingresos.
4. Perfil psicosocial. Clase social, estilo de vida aficiones y características personales.
5. Relación entre la persona y la aplicación.
6. Nivel de relación entre una persona y la aplicación:
 - Persona focal: es el usuario principal al que va dirigido la aplicación.

Existen otras personas como la secundaria, promotora, no prioritaria, la involucrada y la excluida, pero para el caso de la aplicación nos centraremos en focales.

En caso de existir más de tres personas focales entonces quiere decir que se necesita dividir la interfaz porque existen muchas más tareas que ameritan crear nuevas interfaces para uso de estos usuarios.

7. El escenario ayuda a determinar casos concretos del uso de la aplicación teniendo en cuenta las tareas que la aplicación puede ofrecer y el contexto en que se van a llevar a cabo estas tareas.

Usuario focal 1



Nombre: Jorge Luis Alcalá Sotelo

Frase que define al usuario: Quiero aprender pero usando nuevas tecnologías.

Tipo de usuario: Focal

Aplicación “EQ elementos químicos” quiere que Jorge Luis Alcalá Sotelo

- Vea que con una aplicación en RA, puede ayudarlo a prender de manera innovadora
- Baje e interactúe con la aplicación desde su móvil.
- Aprenda acerca de los elementos químicos.
- Comprenda determinada información por medio de la realidad aumentada.

Demografía

Edad: 16 años

Estudios: Primer semestre de bachillerato, UNAM

Hobbies: Bajar aplicaciones interesantes en su móvil. Jugar videojuegos y hacer deportes extremos.

Capacidades tecnológicas en:

Computadora /Internet

- Es capaz de explorar y explorar algo hasta que entiende como funciona.
- Usar word
- Hacer videoconferencias con sus familiares lejanos.

Smartphone

- Mandar mensajes.
- Descargar aplicaciones.
- Interactuar con las aplicaciones.

Objetivos y motivaciones

Jorge Luis explora la app “EQ elementos químicos” y...

Quiere interactuar con la tableta y aprender sobre los elementos de la tabla periódica a través de la realidad aumentada.

Necesita...

Tener acceso a las tarjetas para imprimirlas cuando el quiera.

Teme...

Que al usar la aplicación sea muy aburrida.

Que no funcione la aplicación en su totalidad, le ha pasado que en algunas aplicaciones no sirven todas las funcionalidades hasta que no las pagas.

Presta atención a...

Las instrucciones de uso de la aplicación.

Al idioma de la aplicación, le interesa que se encuentre en español.

Perfil personal

Jorge Luis Alcalá Sotelo vive en la colonia FOVISSSTE Fuentes Brotantes en la Delegación Tlalpan en la Ciudad de México, en su casa habitan, su mamá que trabaja como Académica de la UNAM, su abuelita que se dedica al hogar, y sus dos hermanos Alex y Naidy. En agosto de 2015 fue aceptado como miembro de la generación 2016 en el Colegio de Ciencias y Humanidades CCH Zona Sur, de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. El CCH fue de sus primeras opciones por lo que está muy contento.

Ha escuchado que en el CCH hay nuevos laboratorios de Ciencias y que usan dispositivos móviles para algunas materias, eso le entusiasma porque el siempre trata de estar al vanguardia en cuanto al uso de tecnologías.

En las primeras clases los dejaron usar las tabletas del laboratorio para investigar acerca de algunos elementos de la tabla periódica. Encontró varias aplicaciones instaladas, pero le llamó la atención una: “EQ elementos químicos”, empezó a explorarla y se dio cuenta que necesitaba unas tarjetas para su uso, por lo que recurrió a su profesor, quién le otorgo las tarjetas. Está muy emocionado ¡realidad aumentada para aprender!.

Descripción del escenario

Es jueves a las 15:30 de la tarde, recién ha iniciado el laboratorio de química. Jorge Luis necesita investigar acerca de los elementos no metales y que características y usos tiene. Para ello, el profesor les dijo que pueden usar las computadoras, los libros o tabletas que se encuentran en el laboratorio.

Jorge por supuesto elige una tableta, encuentra varias aplicaciones, pero le llama la atención: "EQ elementos químicos". Empezó a explorarla y se dio cuenta que necesitaba unas tarjetas para su uso, por lo que recurrió a su profesor, quién le otorgo las tarjetas correspondientes. Hay una tarjeta asociada a cada elemento y dos más que dicen "Usos y aplicaciones" y "Ubicación en la tabla periódica".

Seguramente la tarjeta de "Usos y aplicaciones" le servirá para lo que tiene que investigar, por lo que revisa las instrucciones de uso y busca como debe usar la tarjeta. Jorge Luis se da cuenta que primero tiene que colocar debajo de la cámara la tarjeta de cualquier elemento y después colocar la tarjeta de "Usos y aplicaciones", que interesante puede ver más información explorando la aplicación de diferentes maneras.

Además dos de sus compañeros al ver como se visualizaba el oro, el carbono y otros elementos en su estado de agregación, prefirieron dejar la computadora con las miles de páginas con información por la aplicación "EQ elementos químicos".

La clase ha terminado y Jorge Luis, ya ha concluido el reporte de su práctica, el no se ha dado cuenta pero al estar usando la aplicación ya tiene conocimiento de mucha más información de algunos elementos, pues la información se presenta de manera paulatina y a solicitud del usuario.

Usuario focal 2



Nombre: Daniela Lauro Aguilar

Frase que define al usuario: Estudiante preocupada por cumplir con sus tareas

Tipo de usuario: Focal

Aplicación "EQ elementos químicos" quiere que Jorge Luis Alcalá Sotelo

- Baje e interactúe con la aplicación desde su móvil.
- Aprenda acerca de los elementos químicos.
- Comprenda determinada información por medio de la realidad aumentada.

Demografía

Edad: 15 años

Estudios: Primer semestre de bachillerato, UNAM

Hobbies: Comunicarse con sus amigos en redes sociales, jugar desde su dispositivo móvil.

Capacidades tecnológicas en:

Computadora /Internet

- Consulta correo
- Hacer tareas en word
- Ver videos en YouTube
- Buscar información en internet para realizar tareas

Smartphone

- Consultar notificaciones
- Interactuar en redes sociales
- Bajar aplicaciones de juegos
- Guardar tareas en Google Drive y compartir información con sus compañeros.

Objetivos y motivaciones

Daniela baja la app "EQ elementos químicos" y...

Necesita...

- Que la aplicación se pueda instalar rápidamente en su móvil que tiene sistema Android.

Quiere...

- Que la aplicación le ayude a entender qué es número atómico y estado de agregación.
- Interactuar con su móvil y los elementos químicos en realidad aumentada.

Teme...

- Que al bajar la aplicación, la información se presente como una aburrida tabla periódica solo que de manera digital.

- *Que no funcione la aplicación en su totalidad, le ha pasado que en algunas aplicaciones no sirven todas las funcionalidades.*

Presta atención a...

- Los requisitos de instalación de la aplicación.

Perfil personal

Daniela radica en la Colonia Ciudad Azteca en el Estado de México, vive con su hermana de 12 años y sus padres, ambos trabajan en una escuela particular dando clases. En agosto de 2015 fue aceptada en la Escuela Nacional Preparatoria No. 9 Pedro de Alba, de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Ella muy contenta ha iniciado su ciclo escolar y sus materias preferidas son Literatura, Inglés y Química.

Recientemente en la materia de química, su profesora les pregunto acerca del número atómico y estado de agregación de algunos elementos químicos. Daniela está consternada, y se hace las siguientes preguntas ¿Número atómico? ¿Estado de agregación? ¿Qué es eso?. Para realizar esta actividad la profesora les pidió la clase anterior que descargaran en casa, una aplicación de química en realidad aumentada con la que trabajarían en clase los elementos de la tabla periódica.

Descripción del escenario

Es martes a las 11:00 de la mañana, recién ha iniciado la clase de química, una de las materias preferidas de Daniela, la profesora les pide que se reúnan en equipos de tres personas y que saquen el dispositivo móvil en el que descargaron la aplicación de química y entrega tres tarjetas por equipo, que corresponden a tres elementos, cada tarjeta viene impresa con el símbolo del elemento y unas marcas extrañas. El equipo de Daniela tiene las tarjetas con el símbolo "C", "H" y "Ag".

Antes de usar la aplicación, la profesora hace la siguiente pregunta ¿a qué elemento de la tabla periódica corresponden las fichas que les tocaron? Daniela observa las fichas y sabe que la "H" es de hidrógeno y levanta la mano para contestar. Así como Daniela varios alumnos sacaron por deducción a que elemento correspondían algunas de las fichas. Pero ¿qué elementos son "C" y "Ag"? No lo recuerda.

La profesora les pide inicien la aplicación y Daniela abre la aplicación en su móvil se abre la pantalla de inicio y su amiga Fany toca el botón de iniciar la aplicación. Daniela y su equipo nunca han trabajado con realidad aumentada, por lo que se lleva una sorpresa después de iniciar la aplicación se abre una especie de cámara, pues ven con el dispositivo y la aplicación todo lo que se encuentra en el salón. Además también se visualizan algunos botones que parece están flotando sobre los elementos reales.

Les pide que exploren por medio de las tarjetas y el dispositivo para ver si los elementos que habían adivinado era correctos y que revisen las de los elementos desconocidos.

Daniela coloca la tarjeta debajo de su móvil y... ¡Sorpresa! Observan que además de ver la tarjeta, aparece el nombre del elemento, dos elementos más a lado de la tarjeta. Daniela toca uno de estos elementos y descubre que permiten ver el número atómico y la masa atómica del elemento.

Después de explorar varias veces cada una de las tarjetas (hidrógeno, carbono y oro), se detienen para escuchar la siguiente pregunta ¿Saben qué es el estado de agregación de un elemento?. Y un compañero de Daniela contestó que es el estado en que los elementos se encuentran en la naturaleza: sólidos, líquidos, gaseosos, etc. Entonces les pregunta al equipo de Daniela ¿Qué estado de agregación tiene el carbono? Como no es fácil responder esa pregunta, les pide que con la opción de "Estado de agregación" observen que el carbono es una especie de piedra negra sin brillo.

Daniela y el resto de sus compañeros están muy entusiasmados, pueden explorar muchas más cosas sobre los elementos con la aplicación. Ahora la profesora entrega a cada equipo otra tarjeta que tiene impresa la palabra "Usos y aplicaciones". Les pide la coloquen junto a la tarjeta de alguno de los elementos y ahora aparecen fotografías y algunas explicaciones del uso que se le da al elemento.

La clase ha terminado, Daniela ahora conoce más acerca de algunos elementos. Claro tiene de tarea buscar en dónde puede encontrar los elementos. Pero es no importa, ahora ya sabe que por medio del estado de agregación puede ser más fácil su búsqueda.

Capítulo 3: Diseño

3.1 Diseño conceptual

En la fase de diseño conceptual se definió la navegación y organización de la aplicación. Se determinaron las relaciones entre los diferentes contenidos así como la navegación entre las pantallas. El diseño conceptual sirvió al equipo de desarrollo para conocer la visión global del proyecto, alcances y medir tiempos de producción.

En esta fase se realizó un prototipo esquemático (Ver Anexo B. Prototipo Esquemático) y se desarrolló el mapa de navegación de la aplicación.

3.1.1 Mapa de navegación

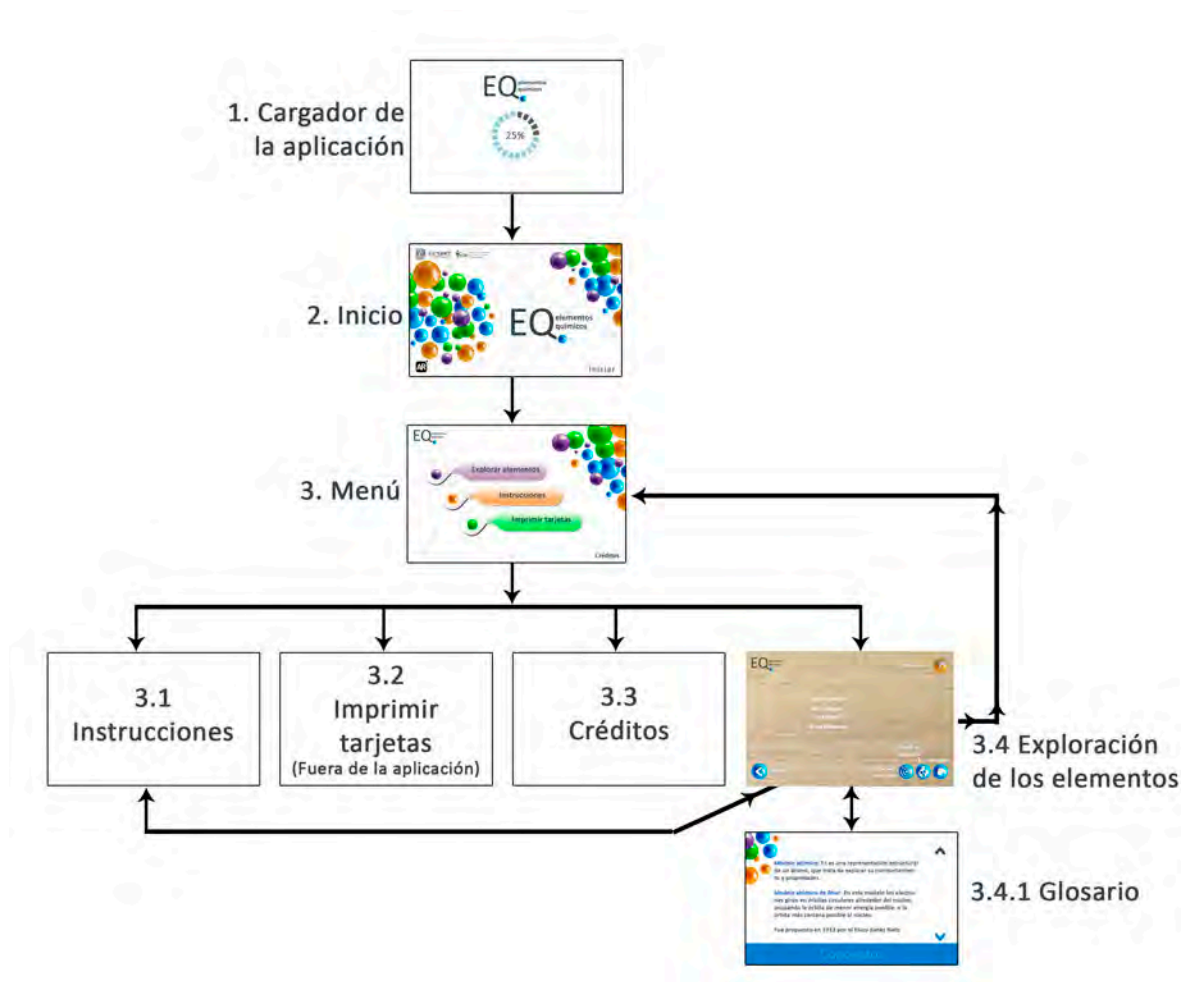


Imagen 5. Mapa de navegación de la aplicación EQ elementos químicos.

El mapa de navegación consta de:

1. Pantalla del Cargador de la aplicación: Tiene la función de cargar los contenidos (gráficos, base de datos, etc.) de la aplicación
2. Pantalla de Inicio: Tiene la función de permitir el paso a la pantalla de menú.
3. Pantalla de Menú: Tiene la función de mostrar las opciones de “Explorar elementos”, “Imprimir tarjetas”, “Instrucciones” y “Créditos”.
 - 3.1 Pantalla de instrucciones: muestra las instrucciones de uso de la aplicación y las marcas.
 - 3.2 Opción de imprimir tarjetas: mandará a un sitio externo donde se encontrarán las marcas.
 - 3.3 Pantalla de créditos: mostrará los nombres y cargos de todas las personas que colaboran en el proyecto (No desarrollada para este prototipo).
 - 3.4 Pantalla de Exploración: tiene la función de mostrar la cámara para interactuar con las tarjetas. También se puede revisar la lista de conceptos y las instrucciones.
 - 3.4.1 Pantalla de Glosario: muestra una lista de conceptos vistos en la aplicación.

3.2 Diseño visual

En el documento “Usuarios y sistemas interactivos” [5] nos dice que en esta parte de la fase se “definen las características gráficas de la interfaz, tomando en cuenta toda la información que se recopiló en la fase de análisis, en el modelado de usuario y el diseño conceptual”. A continuación se presenta la propuesta y estilo gráfico de la aplicación.

3.2.1 Gama cromática

Dado que es una aplicación enfocada principalmente en los elementos de la tabla periódica, se tomaron como base los colores regularmente utilizados en ella: verde, naranja, morado, azul. Para completar y unificar la aplicación se utilizó el blanco, gris y azul.

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS
<http://www.periodic.com/es/>

Esta tabla periódica muestra los elementos químicos clasificados en grupos y períodos. Incluye una paleta de colores que categoriza los elementos en: Metales alcalinos, Metales alcalinotérreos, Elementos de transición, Metales alcalinos, Gases nobles, No metales, Semimetales, y No metales. También indica el estado de agregación (sólido, líquido, gaseoso) y el grupo IUPAC.

Imagen 6. Tabla periódica que sirvió como referencia para sacar la gama de color principal de la aplicación.



Imagen 7. Gama de color principal de la aplicación.

Los colores naranja, verde, azul y morado se utilizaron para realizar elementos de la pantalla de inicio y botones de navegación principales. Los colores de complemento se ocuparon de la siguiente manera:

Blanco para el fondo de algunas pantallas, ya que al tener muchos colores no era conveniente agregar otro color de fondo, además el blanco ayuda a resaltar los elementos más importantes de la aplicación.

Gris se utilizó para unificar todos los elementos gráficos, en la tipografía y algunos elementos para dar textura a la aplicación.

3.2.2 Tipografía

Para favorecer la legibilidad en pantalla se eligió una tipografía de palo seco: Calibri. Solo se utilizaron dos variedades: Bold y Regular. Regular para los bloques de texto y Bold para los títulos.

Calibri

ABCDabcd - Regular

ABCDabcd - Bold

Imagen 8. Tipografía ocupada en la aplicación.

Los bloques de texto están alineados a la izquierda para ayudar a guiar la lectura y ayudar al usuario a no perder la línea que se encuentra leyendo. Cada línea tiene entre 40 y 60 caracteres que es lo recomendado para facilitar la lectura en pantalla. Además las tipografías presentan el tamaño mínimo de 12 puntos para facilitar la lectura.

3.2.3 Retícula

El diseño de la interfaz está basado en una retícula libre que toma como referencia el rectángulo áureo, para trazar líneas que ayuden a organizar los elementos dentro de la pantalla. Con la retícula se asignaron espacios para los fondos, textos, imágenes y colores.

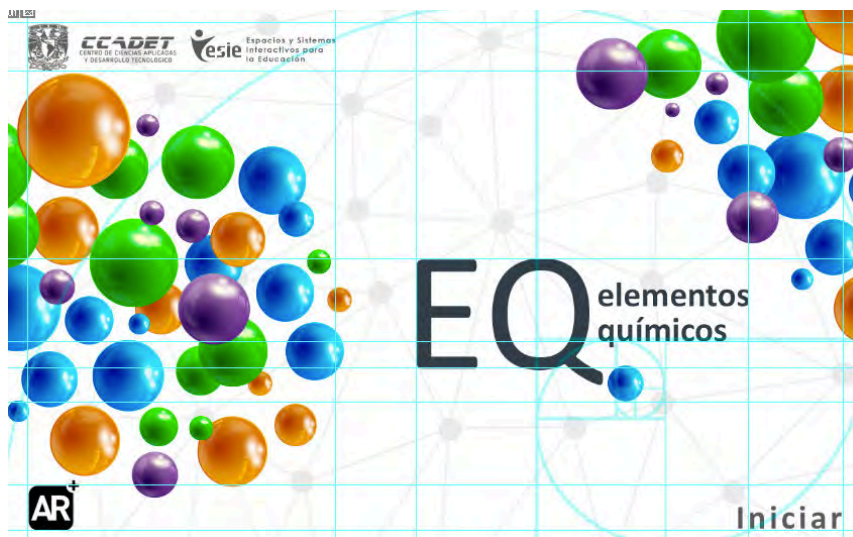


Imagen 9. Retícula de la página de "Inicio".

Todas las pantallas se diagramaron con base a la misma retícula, para asegurar la unificación y el mejor aprovechamiento de los espacios. En la pantalla de "Exploración de elementos", los elementos se ubicaron a las orillas, para dejar el mayor espacio para la presentación de los elementos en realidad aumentada y la visualización de las tarjetas.

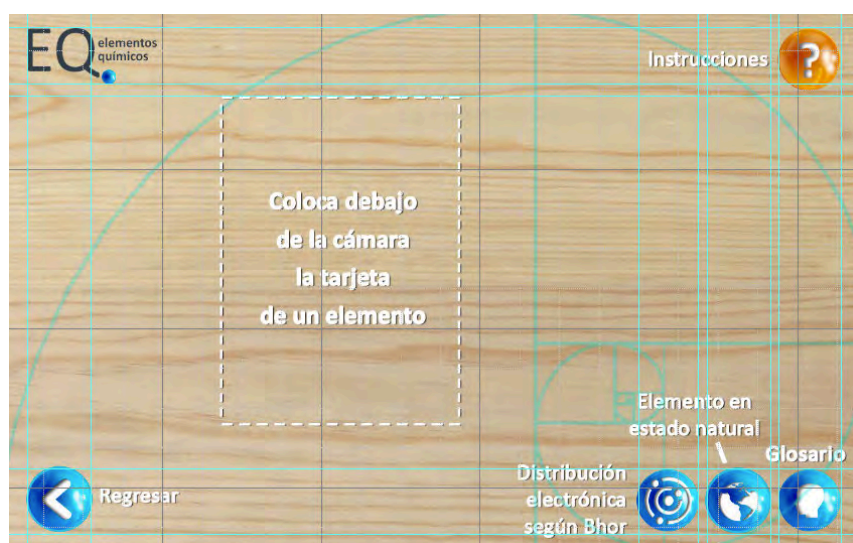


Imagen 10. Retícula de la página de Exploración de elementos".

3.2.4 Logotipo

Se decidió diseñar un logotipo de estilo minimalista que tuviera pocos elementos pero muy sencillos, rectilíneos y ordenados. Tomando otra vez el tema de la tabla periódica y como unidad mínima de un elemento al átomo, se decidió utilizar una esfera para representarlo. A este elemento se le agregó la palabra elementos químicos y la abreviatura EQ en mayor tamaño, para hacer que el nombre de la aplicación fuera más fácil de aprender. En cuanto al color, se utilizó el azul que se considera es un color que remite a una corporación seria, tranquilidad, eficiencia, pero también es brillante y amistoso, lo que permitirá por una parte dar formalidad a la aplicación y por otro poner un acento brillante que ayude a atraer a los estudiantes. A lo largo de la aplicación el logotipo se presenta en diversos tamaños, por lo que se eligió una tipografía de palo seco para mejorar la legibilidad en pantalla, cuando el logotipo se encuentre en su tamaño mínimo. También se utilizó el gris, ya que es un color neutro que ayuda a unir todos los elementos.



Imagen 11. Logotipo de la aplicación EQ.

El logotipo está construido a partir de una retícula de cuadrados perfectos, marcando líneas auxiliares libres para la justificación de los elementos.

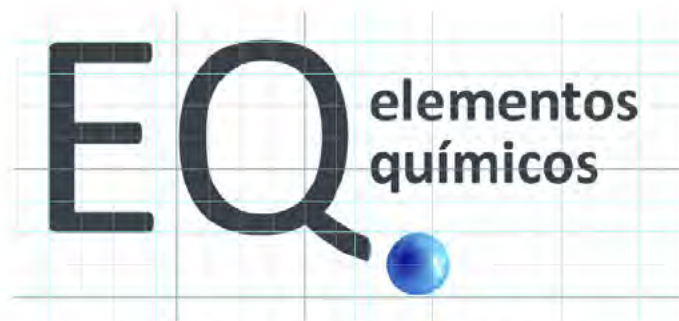


Imagen 12. Reticula del logotipo de la aplicación EQ.

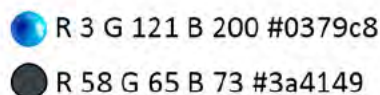


Imagen 13. Colores ocupados en el logotipo EQ.

3.2.5 Diseño gráfico de interfaz y tarjetas

A partir del estilo definido en el logotipo, se diseñaron el resto de los elementos. En la pantalla de inicio se realizó una composición de esferas de color naranja para representar a los semimetales, esferas verdes a los no metales, esferas azules a los metales y esferas moradas a los lantánidos y actínidos.

Se agregó el logotipo EQ dando mayor jerarquía en la pantalla. Además en la parte superior izquierda se agregaron los logotipos de el Grupo Espacios y Sistemas Interactivos para la Educación, el del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y el Escudo de la UNAM. En la parte inferior izquierda se agregó el logotipo de realidad aumentada para identificar a la aplicación como parte de esta tecnología.

En algunas secciones de la interfaz se utiliza de manera ornamental una red que representa los enlaces atómicos, en color gris muy sutil para no intervenir con el resto de los elementos.

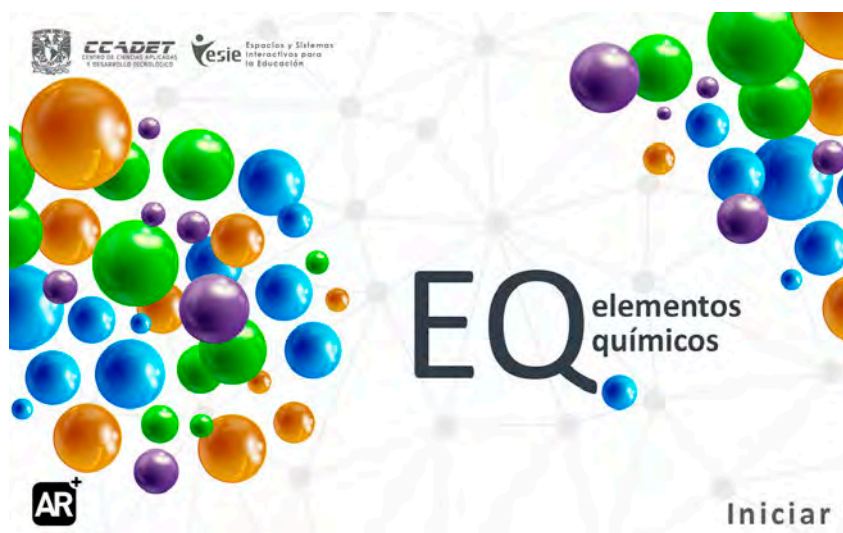


Imagen 14. Página de inicio de la aplicación EQ.

Se utilizaron iconos para presentar las diferentes opciones del interactivo.

- Un enlace atómico para “Explorar elementos”.
- Un signo de interrogación para “Instrucciones”.
- Unas tarjetas desplegadas en abanico para “Imprimir tarjetas”.
- Una flecha para “Regresar”.
- El perfil de una cabeza humana para “Glosario”.
- La representación esquemática de la configuración electrónica para “Distribución electrónica según Bhor”.
- Un mundo para representar “Elementos en estado natural”.

En cuanto al color, se utilizaron naranja, morado y verde para el menú principal y para el resto de la iconografía color azul para unificar los iconos de uso común con el logotipo.

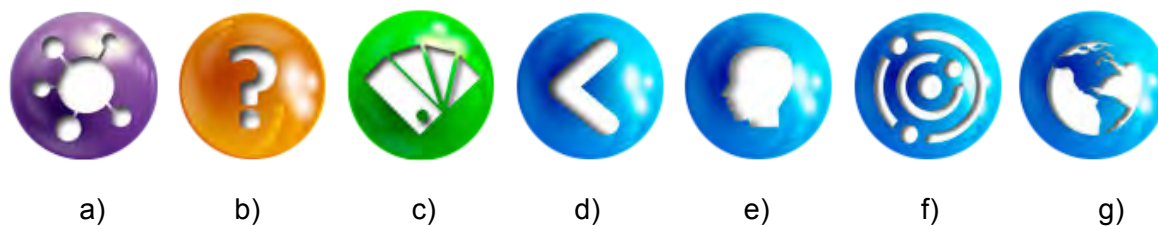


Imagen 15. Iconografía de la aplicación EQ.

Para los botones del menú se utilizaron formas curvas que remitieran a tubos de ensaye utilizados en el laboratorio de química.



Imagen 16. Propuesta de botones para el menú principal de la aplicación.

Las tarjetas de los elementos, “Usos y aplicaciones” y “Ubicación del elemento en la tabla periódica” presentan el mismo diseño utilizado en la interfaz, para unificar los productos.

Las tarjetas se encontrarán disponibles en formato pdf, en un sitio web que aun está en proyecto, para que los usuarios puedan bajar los archivos e imprimirlas.

Estructura de la tarjeta. En la parte superior, se encuentra el QR y los símbolos que ayudan a identificar cada elemento ante el dispositivo. En la parte inferior derecha se presenta el QR que presentará el nombre del elemento.

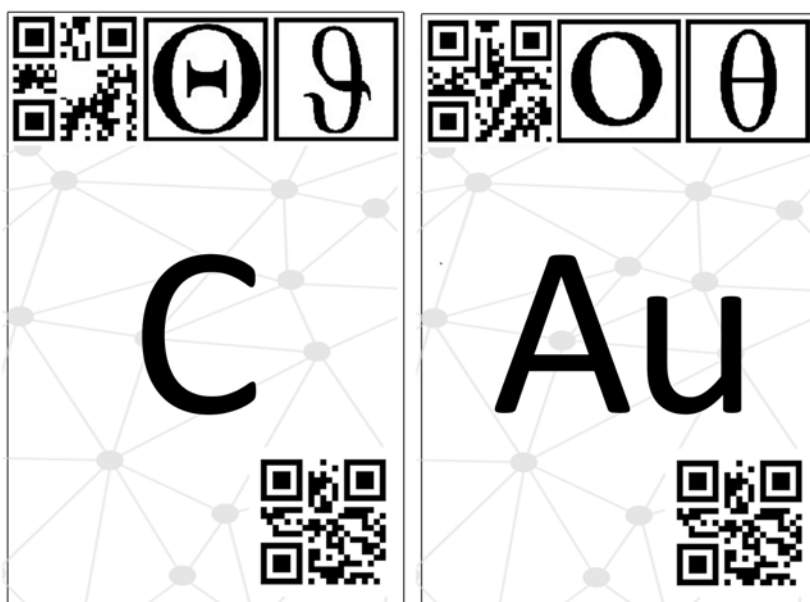


Imagen 17. Propuesta de diseño gráfico para las tarjetas de los elementos.

En las tarjetas de “Usos y aplicaciones” y “Ubicación en la tabla periódica” se presenta el QR que ayuda a traer la información correspondiente, de los elementos.



Imagen 18. Propuesta de diseño gráfico para las tarjetas de “Usos y aplicaciones” y “Ubicación en la tabla periódica” a color y blanco y negro.

3.2.6 Contenidos

Los contenidos presentados en la aplicación son breves, porque la lectura en pantalla es más lenta e incómoda que en papel. Por ello la información de los elementos químicos es resumida y concreta.

En la pantalla de “Glosario” se presentan un listado, con tipografía en color azul en el nombre de los conceptos para distinguir uno de otro.

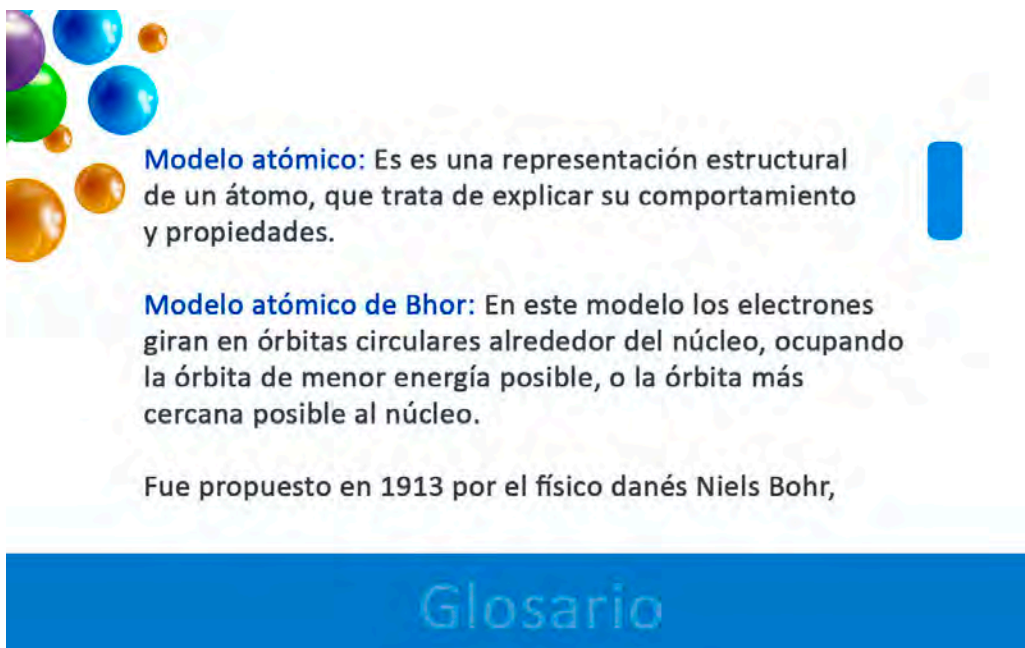


Imagen 19. Propuesta de presentar el "Glosario" de la aplicación.

Ya que los usuarios tienden a la lectura en diagonal, es decir rastrean visualmente la pantalla para encontrar la información importante, en la ventana de "Usos y aplicaciones" el nombre del elemento se presenta en negrita y de mayor tamaño para acentuar el nombre. En el contenido se presentan algunas palabras en negritas para destacar las palabras clave y facilitar el rastreo.

Y pensando en la realidad aumentada es primordial asegurar que los textos presentados sobre el mundo real se presenten de manera legible. Por ello los textos son presentados en color gris oscuro sobre fondo blanco. El tamaño ocupado en los bloques de texto es de 14 puntos.



Imagen 20. Propuesta de presentar los usos y aplicaciones de cada elemento.

3.3 Diseño de experiencia del usuario

En la guía de usabilidad Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (2006) nos dice que es importante aplicar las siguientes pautas para mejorar la experiencia del usuario.

No mostrar ventanas o gráficos no solicitados. En la aplicación todos los elementos surgen a partir de la acción del usuario.

Aumentar la credibilidad de la aplicación. La aplicación estará acompañada de un sitio donde el usuario podrá revisar, información sobre la creación de la aplicación. Información de los desarrolladores. Sistema operativo y requerimientos de instalación. Instrucciones de uso y de instalación. Las referencias de donde se extrajeron los contenidos. Además la aplicación presenta un diseño gráfico profesional para hacer sentir al usuario que no está ante una aplicación creada por aficionados.

Agrupación de elementos funcionalmente relacionados. Los botones de la aplicación se organizaron y acomodaron jerárquicamente según la funcionalidad. Por ejemplo los botones de “Glosario” “Elemento en estado natural” y “Distribución electrónica según Bhor” están agrupados y separados de los botones de “Instrucciones” y “Regresar”, los primeros presentan información adicional de los elementos y el de “Regresar” sirve para retornar a un paso anterior y el de “Instrucciones” te lleva a la pantalla con las instrucciones de la aplicación.

No pedir al usuario que ejecute otra tarea mientras lee. La aplicación está diseñada para que cuando se presenten las explicaciones como “Glosario” o “Usos y aplicaciones” sea la única tarea que ejecute el usuario. Sin embargo, esta aplicación servirá para analizar que tanto trabajo le implica al usuario, leer y mantener el dispositivo a cierta distancia de la tarjeta, sin moverlo para poder hacer la lectura correspondiente.

Proporcionar indicaciones de tiempo de espera. Al momento de iniciar la aplicación se presenta un cargador visual que le indica al usuario que la aplicación se ha cargado correctamente.

3.4 Diseño para la interacción

Con base en el documento Diseño de interfaces para dispositivos móviles [4], se realizó la propuesta de interacción para la aplicación.

Toque. El toque es el gesto más natural y primario que se puede ver en todos los dispositivos móviles, por ello se ocupa de manera sistemática a lo largo de la aplicación.

Movimientos del dispositivo. La aplicación en realidad aumentada propone la interacción del móvil con tarjetas, lo que implica un grado de dominio del usuario para manejar el dispositivo a cierta distancia de las tarjetas.

Patrones para el diseño de interfaz móvil

A continuación se describen algunos patrones que fueron utilizados en la aplicación EQ. Estos patrones son modelos que proponen soluciones a problemas ya resueltos y hacen que la interfaz sea fácil de usar.

Botones. Los botones que se presentan en la interfaz son fáciles de usar y muestran un cambio de estado para hacer saber al usuario que está reaccionado a la interacción. Por otro lado los botones son de gran tamaño para facilitar su toque, ya que al ser para dispositivos móviles es muy importante contemplar este factor.

Página de inicio. El usuario está acostumbrado a tener una pantalla de inicio, por lo que la aplicación muestra una página en donde se muestran el logotipo de la aplicación, logotipos de RA, UNAM, CCADET y grupo ESIE y la opción para Iniciar la aplicación, con ello se da el poder al usuario de entrar en el momento que se sienta preparado para interactuar con la aplicación.

Menú. En la aplicación seguimos conservando un menú que permite al usuario elegir la opción que más le convenga.

Indicadores de espera. Los indicadores sirven para evitar la frustración del usuario al esperar a que carguen los elementos. En la aplicación se presenta un cargador antes de la página de inicio para cargar todos los elementos de la aplicación, el cargador en este momento se presenta de manera animada y muestra el avance en porcentaje de lo que falta por cargar, así la espera se hace menos lenta y da claros indicios de que la aplicación sigue trabajando. Y en este prototipo no se encuentra, pero se prevé que para la versión final de la aplicación se agregue otro cargador en el momento que se elige la opción de "Explorar elementos" porque en ese momento la aplicación carga la información de todos los elementos de la tabla periódica.

Ayuda e instrucciones. Una aplicación bien diseñada no necesita instrucciones ni ayuda, pero como estamos frente a una aplicación de realidad aumentada, en donde la tecnología no es muy usada aún por muchos usuarios, es necesario agregar instrucciones de cómo debe interactuar el usuario con el móvil y las tarjetas impresas. Así mismo se colocará una ayuda rápida en la pantalla de Exploración de elementos para indicar el nombre de los botones y el primer paso para empezar a usar la aplicación. Esta ayuda rápida se puede quitar en cuanto el usuario toque la pantalla.

3.5 Principios de usabilidad para el diseño de interfaz

A continuación se presentan algunos principios que se tomaron en cuenta en el diseño de interfaz de la aplicación.

Interacción. En el caso de dispositivos móviles es importante que el usuario reciba respuesta a sus acciones, cada que el usuario toque algún elemento interactivo de la pantalla deberá haber una reacción, esto le permitirá interactuar con los contenidos. En el caso de EQ, además de la interacción táctil, el usuario podrá interactuar con las tarjetas impresas a través de la cámara del dispositivo. Recibirá una respuesta diferente al acercar las diferentes tarjetas. Para ayudar al usuario se presentarán instrucciones que ayuden a clarificar los pasos a seguir, para usar las tarjetas. Pero es importante recalcar que esta aplicación permitirá explorar nuevas formas de interacción y nos ayudará a comprobar si la aplicación en realidad aumentada es funcional y usable.

Simplicidad. Aunque está es una aplicación que va a ser usada en un contexto específico (Laboratorio de Ciencias de Bachillerato o salón de clases de la UNAM), finalmente es será una aplicación que va a ser usada desde un dispositivo móvil y por lo tanto deberá ser fácil de usar desde el primer momento y presentar solo las opciones que ayuden al objetivo del usuario. El uso que se propone es fácil por lo que el usuario podrá aprender los gestos necesarios de manera rápida. Además los gestos permitirán de manera divertida acerca de las características de los elementos.

Eficiencia. El número de pasos y toques para llegar a los objetivo principal de la aplicación es reducido.

Consistencia. Los elementos están estructurados sobre una retícula para asegurar que se coloquen en el mismo lugar y ayuden a facilitar el aprendizaje por parte del usuario. A lo largo de toda la aplicación se utiliza un mismo estilo de diseño, colores y tipografías. También se preservan algunos elementos que ya son conocidos por los usuarios como la flecha que sirve para regresar a una pantalla anterior o el signo de interrogación para representar ayuda o instrucciones.

Uso de metáforas visuales. Para la creación de los iconos se utilizaron elementos del mundo real que ayudaran al usuario a relacionar la funcionalidad con el objeto. Por ejemplo: en "Glosario" se utilizó el contorno de una cabeza, que simboliza todo los conocimientos reunidos en un solo lugar.

Capítulo 4: Desarrollo del prototipo

Esta fase se centra en construir un prototipo de alta fidelidad: que incluye diseño gráfico y programación muy cercanos a la versión final. Es necesario hacerlo en alta fidelidad, porque resulta muy complicado hacer evaluaciones y presentar la realidad aumentada en un prototipo de baja fidelidad.

El prototipo presentará las pantallas clave y se podrá interactuar con las tarjetas de dos elementos: oro y carbono para obtener información como: número atómico, masa atómica, nombre, distribución electrónica, estado natural del elemento. También se podrá interactuar con dos tarjetas al mismo tiempo, la del elemento y la tarjeta de “Usos y aplicaciones” o “Ubicación en la tabla periódica”.

Con el prototipo el equipo de desarrollo podrá realizar evaluaciones de usabilidad con usuarios, para corregir problemas antes de completar la aplicación.

Para llegar a la construcción del prototipo, en la parte de diseño gráfico se desarrollarán todos los elementos gráficos 2D y 3D de acuerdo al estilo visual establecido en la fase de diseño, se prepararán los archivos y se entregarán al equipo de programación. Después de la entrega se trabajará en conjunto con los programadores para verificar que se respete el diseño gráfico. En la parte de diseño de interacción se verificará que los patrones y pautas marcados en la fase de diseño se implementen de manera correcta.

Para la parte de programación la implementación de la realidad aumentada se desarrollará con Unity, Vuforia Developer [9], MonoDevelop y VisualBasic. Como lenguaje de programación se usará C#. Las APIs utilizadas: API Vuforia, API Unity, Microsoft MSDN. Los sistemas operativos de desarrollo: OS X El Capitán y Windows 10.

Para la identificación de los elementos químicos se programará un autómata, que es un conjunto de estados con reglas de transiciones entre ellos para hacer el comportamiento de la aplicación, es decir un primer estado es la identificación de los elementos, dependiendo de que información se quiera mostrar, otro estado sería la información del elemento que se está identificando. Así cada estado puede tener distintos comportamientos, para que al momento de que se haga el reconocimiento se pueda mostrar distintos objetos con sus respectivos comportamientos, por ejemplo mostrar la masa atómica desplegará el número de la masa atómica del elemento.

A continuación se muestra el diagrama del autómata de la aplicación con sus respectivos estados y comportamientos:

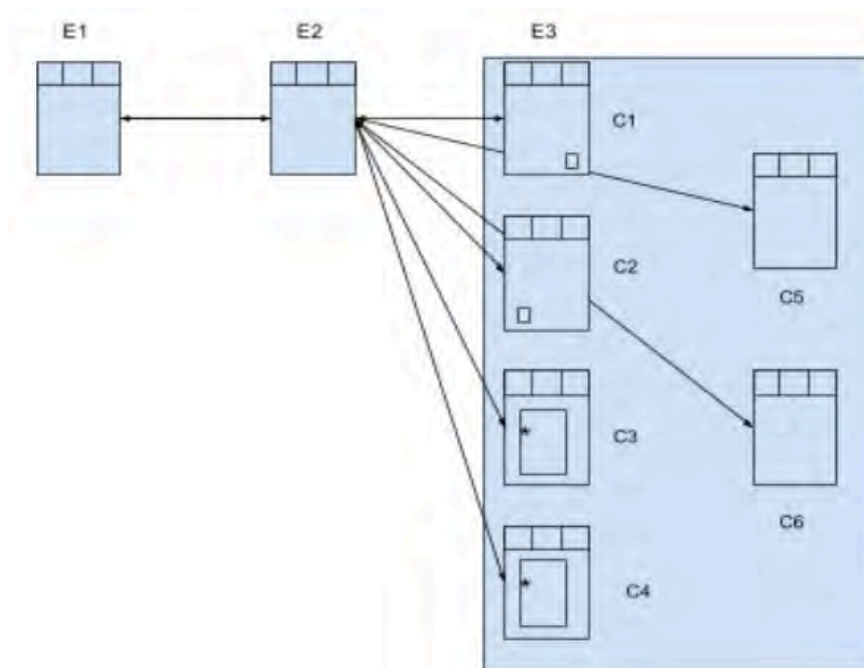


Imagen 21. Esquema que representa el autómata de la aplicación

Los E son los estados del autómata.

Los C son los comportamientos que se tiene en cada estado

E1: No se encontró algún elemento en la base de datos.

E2: Estado en el que identifica el elemento con la cámara de realidad aumentada y se trae la información necesaria del elemento.

E3: Estado que tendrá todos los comportamientos dependiendo de la identificación del elemento.

C1: Mostrar símbolo del elemento.

C2: Mostrar el nombre del elemento.

C3: Mostrar usos y aplicaciones*.

C4: Mostrar tabla periódica*.

C5: Mostrar masa atómica

C6: Mostrar número atómico

* Se muestran con distintos identificadores QR.

Nota: En el prototipo no se alcanzó a implementar C1, pero su funcionamiento se puede ver en C2 ya que funcionan igual.

Para la construcción de las tarjetas de cada elemento, se ocuparán dos códigos QR que ayudan a identificar a cada elemento, cada tarjeta incluye unas letras griegas, las cuales significan una numeración basada en el lenguaje jónico para hacer más sencilla la tarea de identificar las marcas para manejo y organización de los desarrolladores.

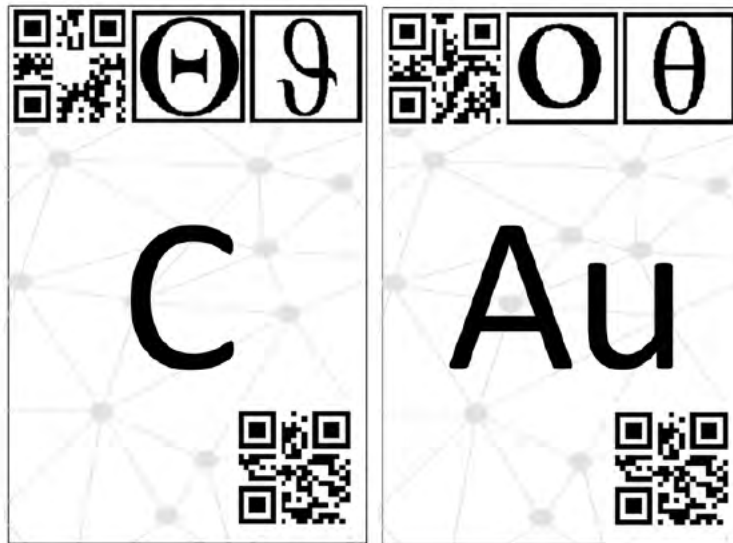


Imagen 22. Marcas asociadas a cada elemento.



Imagen 23. Sesión de pruebas de integración de elementos 2D y 3D.
Alumnos de la Facultad de Ciencias: Sergio Amaro y Omar Ruiz

Capítulo 5: Evaluaciones de usabilidad con usuarios

5.1 Evaluaciones de usabilidad

La evaluación de usabilidad es una de las fases más importantes durante el proceso centrado en el usuario y en el desarrollo mismo. Ya que como se mencionó anteriormente se podrán detectar diversos problemas de usabilidad y de cómo percibe el usuario la aplicación.

Para el estudio de este proyecto se realizarán evaluaciones de usabilidad con usuarios focales. En la evaluación se ocuparán diversos instrumentos que serán utilizados en diferentes momentos, los instrumentos están basados en el informe técnico “Proceso de desarrollo de evaluaciones con usuarios” CCADET, UNAM” [3] (Ver Anexo D. Instrumentos de usabilidad).

- **Hipótesis sobre las tareas y elementos de cada pantalla.** Para cada pantalla se creará una o varias hipótesis que ayudaran a determinar si cumple con los objetivos para los cuales fue diseñada.
- **Documento de actividades representativas.** Se plantean una serie de actividades que ayuden a cumplir las hipótesis.
- **Perfil de usuario.** Cuestionario con una serie de preguntas que ayudarán a determinar si el usuario cubre el perfil necesario. Este documento preserva el anonimato del usuario.
- **Cuestionario de usabilidad.** Una encuesta de satisfacción SUS, con diez preguntas, cinco en términos positivos y cinco en términos negativos, que se responden en una escala de Likert de cinco puntos. Cada respuesta del usuario se somete a un cálculo del que se deriva una puntuación que va entre 0 y 100 puntos [1]. Según un estudio de Jeff Sauro [10] basado en 500 encuestas, un sistema es satisfactorio para un usuario cuando el resultado del SUS supera los 68 puntos.
- **Encuesta de percepción del usuario.** Encuesta de percepción de Shneiderman [11], formada por una serie de preguntas que ayuda a conocer la percepción que tuvo el usuario después de usar la aplicación.
- **Protocolo de bienvenida.** Documento que sirve para explicar al usuario el objetivo de la prueba y hacer entender que lo que se está evaluando es la aplicación para hacer que se sienta más seguro. Además se le motiva a hablar en voz alta porque los comentarios serán de utilidad para mejorar la aplicación.
- **Permiso para fotografía y video.** Documento que explica los objetivos para los cuales es necesario grabar y tomar fotografías al usuario y otorgue su consentimiento.

Con las evaluaciones podremos observar como los usuarios consiguen realizar ciertas actividades con la aplicación. Podremos obtener opiniones y reacciones iniciales al diseño y determinar que tan eficiente y usable resulta para los usuarios.

Previamente a la evaluación se comprobaran todos los instrumentos siguiendo las actividades en el prototipo final para verificar que no sobran o se omiten pasos necesarios.

La evaluación se llevará a cabo en el “Aula del Futuro” un laboratorio que se encuentra ubicado en el CCADET, UNAM de la siguiente manera:

1. Se citará a los usuarios de manera escalonada (intervalos de 30 minutos entre cada uno).
2. Cuestionarios de entrada. A cada usuario se le dará a contestar el cuestionario del perfil de usuario y permiso de fotografías y videos.
3. Actividades de la prueba. Al terminar de contestar los cuestionarios de entrada, de manera individual cada usuario pasará a realizar las actividades. En este punto el usuario será acompañado por un “Monitor”. En esta fase el usuario es grabado (tanto su rostro, expresión corporal), para posteriormente en el análisis observar de manera más detallada toda la sesión.
4. Cuestionarios de salida. Al terminar las actividades, el usuario contestará el cuestionario de usabilidad y el cuestionario percepción del usuario.
5. Al final todos los resultados serán compilados y analizados para poder determinar el grado de usabilidad que presenta la aplicación.



Imagen 24. Aula del futuro / Laboratorio de evaluaciones ubicado en CCADET, UNAM.

Personas necesarias para la realización de la evaluación:

- **Experto.** Persona que se encargará de diseñar todos los instrumentos y de analizar la información.
- **Monitor.** Persona que va guiando al usuario para realizar todas las actividades.
- **Observador.** Persona que se cerciora que la evaluación se lleva a cabo según lo planeado, da seguimiento a las actividades verificando que ninguna actividad sea omitida, revisa que se esté grabando la sesión y de guardar los archivos de video al finalizar cada sesión.
- **Anfitrión.** Persona que se encarga de coordinar a los usuarios, de verificar que los cuestionarios son contestados y de organizar los documentos.

5.2 Características del equipo

Las pruebas se realizarán en una tableta con las siguientes características:

Marca: Lenovo

Número de modelo: Lenovo 7600-F

Versión de Android: 4.4

Capacidad: 16GB

5.3 Análisis de las evaluaciones con usuarios

De acuerdo con los desarrolladores, la aplicación permitirá a los usuarios explorar los elementos químicos por medio de realidad aumentada. Los usuarios podrán interactuar con la aplicación en un dispositivo móvil y utilizar diversas tarjetas que le permitirán descubrir las características de los elementos. Para identificar posibles problemas de la aplicación, se realizó de una evaluación de usabilidad con usuarios.

En esta evaluación se analizaron las pantallas y funcionalidades principales de la aplicación con dos elementos químicos (oro y carbono). Se analizaron cada una de las pantallas que se pretendían evaluar y se definieron hipótesis de cada una de las tareas que se realizarían durante las pruebas con usuarios. Para realizar la evaluación se usaron diversos instrumentos que permitieron detectar los problemas de usabilidad del sistema.

Participaron en la evaluación seis usuarios focales. En cada sesión, se tomó un video de la interacción del usuario y fotografías. Los videos permitieron observar las reacciones y comentarios de los usuarios y para analizar con detalle la interacción de cada usuario con la aplicación, lo cual permitió obtener datos fidedignos sobre los problemas de usabilidad que presenta la aplicación. Las fotografías para llevar un registro por cada usuario.

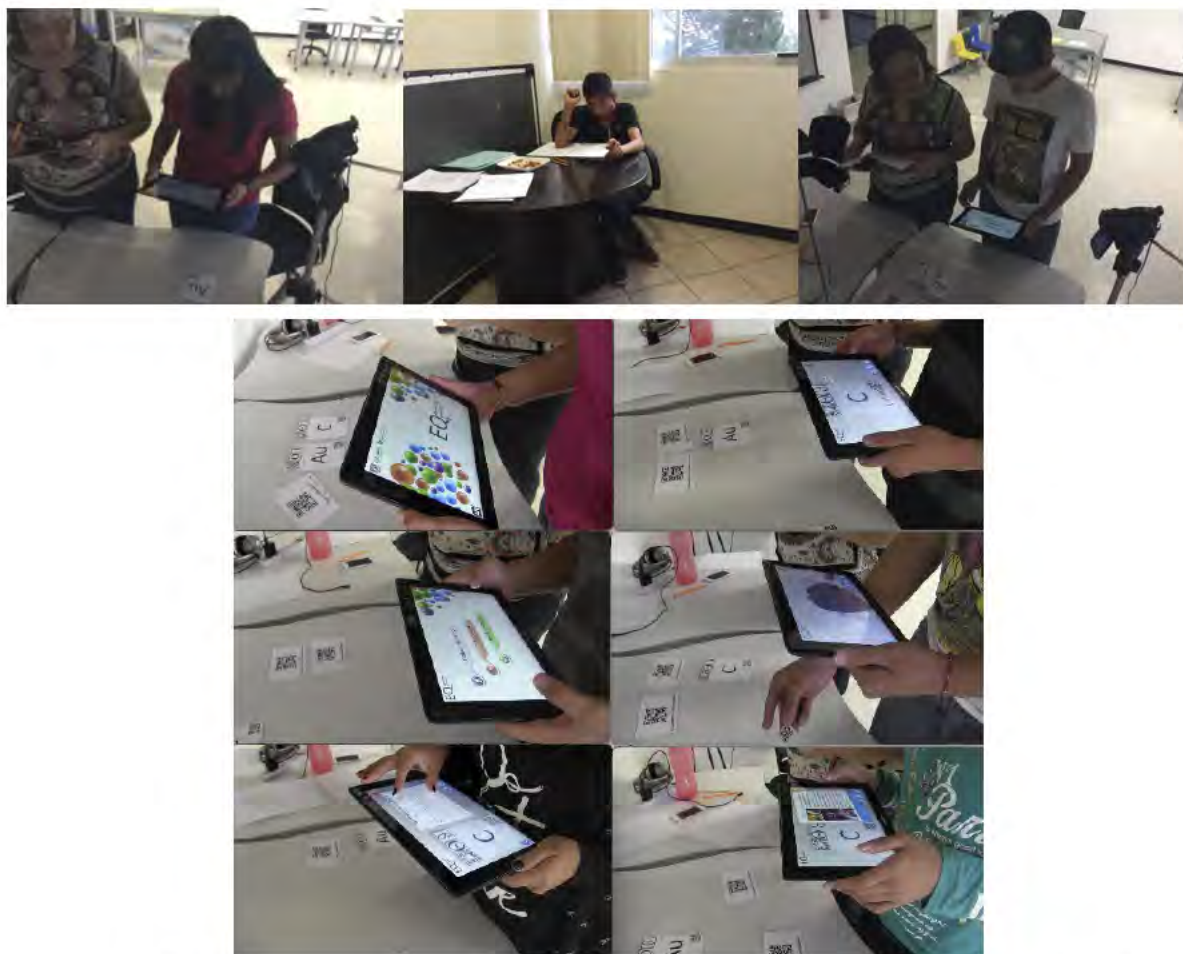


Imagen 25. Algunas escenas de las evaluaciones con usuarios usando la aplicación "EQ elementos químicos".

5.3.1 Observaciones y recomendaciones de las evaluaciones de usabilidad

A continuación se presentan las observaciones y recomendaciones por pantalla.

1. Icono de entrada a la aplicación

Hipótesis: El usuario identifica el icono de la aplicación EQ elementos químicos y lo toca para entrar.

Observaciones: Todos los usuarios lograron identificar el icono "EQ elementos químicos", y pudieron iniciar la aplicación. Solo uno de los usuarios, primero exploró varias pantallas del dispositivo antes de elegir entrar el icono. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

2. Pantalla de cargador de la aplicación

Hipótesis: El usuario podrá describir que el funcionamiento de la pantalla es para cargar la aplicación.

Observaciones: la mayoría de los usuarios lograron identificar que la pantalla servía para cargar la aplicación. Solo uno de los usuarios no entendió lo que se le preguntaba y por lo tanto no identificó el funcionamiento. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

3. Pantalla de inicio

Hipótesis 1: El usuario podrá describir los elementos que se presentan en la pantalla.

Observaciones: Algunos usuarios lograron identificar los logotipos como los entes que intervienen en el desarrollo de la aplicación. Todos lograron identificar el logotipo de la aplicación. Algunos usuarios mencionaron la opción de Iniciar. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 2: El usuario podrá entrar a la aplicación.

Observaciones: A pesar de que algunos usuarios no se percataron de la opción “Iniciar”, cuando se les pidió que empezaran a interactuar con la aplicación, todos los usuarios tocaron si dudar la palabra iniciar. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

4. Pantalla de menú

Hipótesis 1: El usuario será capaz de reconocer e identificar qué está una pantalla que muestra opciones de navegación.

Observaciones: Todos los usuarios lograron identificar que los botones que se presentaban en la pantalla le servirían para navegar por la aplicación.

- El botón de “Explorar elementos” le serviría para revisar o interactuar con los elementos químicos.
- El botón de “Instrucciones” le serviría para saber como utilizar y funcionamiento de la aplicación.
- El botón de “Imprimir tarjetas” algunos usuarios identificaron que serviría para imprimir un archivo, pero no les quedaba claro que exactamente.

La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.

Recomendación: Cambiar la etiqueta “Imprimir tarjetas” por algo que sea más significativo para el usuario, ya que un usuario que se enfrenta por primera vez a la aplicación y que no ha revisado las instrucciones no sabrá que para interactuar con realidad aumentada es necesario tener tarjetas impresas con marcas.

Hipótesis 2: El usuario tocará el botón de “Instrucciones” para pasar a la pantalla de instrucciones

Observaciones: Todos los usuarios tocaron el botón “Instrucciones” para revisar el funcionamiento de la aplicación. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

5. Pantalla de instrucciones

Hipótesis 1: El usuario será capaz de reconocer e identificar qué está en una pantalla que muestra las instrucciones de uso de la aplicación.

Observaciones: Todos los usuarios identificaron que el funcionamiento de la pantalla era para mostrar las instrucciones de uso de la aplicación. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 2: El usuario será capaz de entender el funcionamiento de la aplicación y como deberá interactuar con el móvil y las tarjetas, por medio de las instrucciones.

Observaciones: Con la pregunta - Puedes decirme cómo se usa la tarjeta "Usos y aplicaciones" por favor-, se observó que los usuarios no están acostumbrados a leer instrucciones de uso, por lo que solo exploraron un poco algunos de los puntos y trataban de explicar como se usaba la tarjeta, valiéndose de sus conocimientos previos sobre la realidad aumentada, indicaban que tenían que poner la tarjeta debajo de la cámara del dispositivo móvil y leer el QR que se encontraba en la tarjeta. Solo dos de los usuarios revisaron con un poco más de detenimiento las instrucciones para buscar la forma de uso de la tarjeta y solo uno de los usuarios indicó que tendría que colocar la tarjeta junto con otra para mostrar la información. En cuando a la forma de interactuar con la pantalla dudaron un poco en como tenían que revisar el resto de las instrucciones, ninguno utilizó el botón del "scroll", pues al ser un dispositivo móvil, lo más natural era hacer un gesto, por lo que tocaban la pantalla para ver si se abría algo más y en el toque descubrían que podían deslizar hacia abajo o arriba para revisar las instrucciones. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Hacer las instrucciones más interactivas o en video para que los usuarios se vean más tentados a revisar las instrucciones de uso. Para la interacción poner una ayuda que indique el deslizamiento hacia arriba o debajo de la pantalla.

Hipótesis 3: El usuario tocará el botón "Regresar" para volver a la pantalla de menú.

Observaciones: Todos los usuarios tocaron el botón "Regresar" para volver a la pantalla de menú. Se observó que los usuarios recordaron donde estaba la opción principal para empezar a interactuar con los elementos. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

6. Pantalla de Exploración de elementos

Hipótesis 1: El usuario tocará el botón "Explorar elementos" para revisar la información de los elementos.

Observaciones: Todos los usuarios tocaron el botón "Explorar elementos" para empezar a interactuar con la aplicación y revisar la información de los elementos. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 2: El usuario será capaz de reconocer e identificar los elementos de navegación de la pantalla, por medio de la ayuda rápida.

Observaciones: Los usuarios identificaron las opciones de navegación y que de alguna manera le servirían para saber acerca de los elementos químicos, que la instrucción de cómo empezar a

interactuar con la aplicación era para colocar una de las tarjetas y leer el QR, sin embargo se observó que algunos usuarios mencionaban unas opciones y otros usuarios otras, pero ningún describió de manera completa todos los elementos de navegación. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 3: El usuario será capaz de quitar la ayuda rápida de la pantalla con un toque

Observaciones: Todos los usuarios dieron un toque en la pantalla para quitar la ayuda rápida. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 4: El usuario será capaz de colocar la tarjeta del elemento carbono debajo de la cámara del dispositivo para empezar a interactuar con la aplicación.

Observaciones: Todos los usuarios colocaron la tarjeta del elemento carbono debajo de la cámara del dispositivo. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 5: El usuario será capaz de acceder a la información del número atómico.

Observaciones: Todos los usuarios pudieron decir el número atómico, aunque dudaron un poco donde tenía que tocar. Y un usuario busco como acceder a la información solicitada, regresando a las instrucciones. *La mayoría de los usuarios hicieron la tarea en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Cambiar el texto de “Número atómico” por un botón que ayude a clarificarle al usuario que puede tocarlo para acceder a la información correspondiente.

Hipótesis 6: El usuario será capaz de acceder a la información de la masa atómica

Observaciones: Todos los usuarios pudieron decir la masa atómica. Como los usuarios ya habían aprendido que tenían que tocar la palabra aquí hicieron la actividad sin dudar. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Aunque los todos los usuarios lograron la hacer la actividad, es necesario cambiar el texto de “Masa atómica” por un botón que ayude a clarificarle al usuario que puede tocarlo para acceder a la información correspondiente, porque puede ser que cuando la aplicación funcione de manera autónoma primero busquen la masa atómica y suceda lo mismo que pasó en la actividad de el número atómico.

7. Pantalla de Glosario

Hipótesis: El usuario tocará el botón “Glosario” para buscar el término número atómico.

Observaciones: Dos usuarios tocaron varios botones antes de encontrar el botón de glosario. Dos usuarios mencionaron que podían encontrar la información en el “Glosario” y luego buscaron la opción entre los botones. Dos usuarios expresaron no poder hacer la actividad porque no sabían como hacerlo. Ya estando en la pantalla de “Glosario” todos hicieron el gesto de deslizar para encontrar la

información de el número atómico. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Agregar etiquetas a los botones.

Hipótesis 2: El usuario tocará el botón “Regresar” para volver a la pantalla de “Explorar elementos”.

Observaciones: Todos los usuarios tocaron el botón “Regresar” para volver a la pantalla de “Explorar elementos”. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

8. Pantalla de Exploración de elementos

Hipótesis 1: El usuario será capaz de colocar la tarjeta del elemento oro.

Observaciones: Casi todos los usuarios cambiaron la tarjeta del carbono por la del oro, solo a un usuario se le tuvo que recordar que podía usar el resto de las tarjetas. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 2: El usuario tocará el botón “Estado de agregación” para poder visualizar el estado de agregación del elemento oro.

Observaciones: Dos de los usuarios dudaron en que botón tenían que tocar, por lo que tocaban el botón de “Configuración electrónica” antes de tocar el siguiente que era el de “Estado de agregación”. El resto de los usuarios tocaron si dudar el botón de “Estado de agregación”. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Agregar etiquetas a los botones.

Hipótesis 3: El usuario describirá que lo que apareció es el estado de agregación del elemento.

Observaciones: Casi todos los usuarios identificaron que el modelo 3D era un pedazo de oro algunos dijeron que servía para ver el estado natural del elemento y que servía para saber su estado en este caso sólido. Solo a un usuario se le tuvo que recordar que eran los estados de agregación para que entonces contestará que lo que veía era el estado sólido del oro. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 4: El usuario podrá mover el dispositivo para observar mejor el estado de agregación

Observaciones: *La mayoría de los usuarios movió el dispositivo para observar el oro en varios ángulos. Dos usuarios levantaron la tarjeta para observar el oro en otros ángulos. Dos usuarios primero trataron de girar el elemento directamente en la pantalla. La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Agregar en las instrucciones que para observar el estado de agregación del elemento en varios ángulos se debe mover el dispositivo o levantar la tarjeta y moverla para observar

el modelo 3D de los elementos. Agregar la funcionalidad de girar el elemento directamente tocando el estado de agregación.

Hipótesis 5: El usuario cambiará la tarjeta de oro por la de carbono y tocará el botón “Estado de agregación” a para poder visualizar el estado de agregación del elemento carbono.

Observaciones: Todos cambiaron de tarjeta para visualizar el estado de agregación del carbono y tocaron el botón “Estado de agregación”. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Agregar en las instrucciones que para observar el estado de agregación del elemento en varios ángulos se debe mover el dispositivo o levantar la tarjeta y moverla para observar el modelo 3D de los elementos. Agregar la funcionalidad de girar el elemento directamente tocando el estado de agregación.

Hipótesis 6: El usuario será capaz de tocar el botón configuración electrónica para poder visualizar la configuración electrónica

Observaciones: *Todos los usuarios tocaron el botón de “Configuración electrónica” para ver la configuración del carbono. La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 7: El usuario describirá que el elemento nuevo que se presentó es la configuración electrónica.

Observaciones: Todos los usuarios identificaron que la imagen que apareció era la configuración electrónica y que servía para conocer su formación en base al modelo de Bhor. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 8: El usuario será capaz de presentar información de “Usos y aplicaciones” del elemento

Observaciones: Todos los usuarios eligieron la tarjeta “usos y aplicaciones”, pero a casi todos se les tuvo que decir que tenían que dejar la tarjeta del carbono para presentar su información correspondiente. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Hacer las instrucciones más interactivas o en video para que los usuarios se vean más tentados a revisar las instrucciones de uso.

Hipótesis 9: El usuario describirá que la información nueva es relacionado a los usos y aplicaciones del carbono.

Observaciones: Todos los usuarios identificaron que la ventana que apareció sirve para mostrar información de los usos y aplicaciones del elemento. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 10: El usuario será capaz de cambiar de tarjeta para presentar información de "Ubicación en la tabla periódica" del elemento.

Observaciones: Casi todos los usuarios cambiaron la tarjeta de "Usos y aplicaciones" por la de "Ubicación en la tabla periódica". *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Todos los usuarios sabían que cambiar de tarjeta pero después de que utilizaron la de "Usos y aplicaciones" por lo que se recomienda hacer las instrucciones más interactivas o en video para que los usuarios se vean más tentados a revisar las instrucciones de uso.

Hipótesis 11: El usuario describirá que la imagen nueva presenta al elemento destacado en la tabla periódica.

Observaciones: Todos los usuarios lograron ubicar al elemento en la tabla y que sirve para conocer información con respecto a la tabla periódica. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación.

Hipótesis 12: El usuario será capaz de regresar a la pantalla de menú.

Observaciones: Todos los usuarios supieron como regresar a la pantalla de menú. *La tarea se realizó en menos del tiempo indicado en el documento de hipótesis.*

Recomendación: Sin recomendación

Observaciones generales de las sesiones con los usuarios

Se deduce por la forma en que hablan y se comportan algunos de los usuarios con la aplicación, que tienen idea de cómo funciona la realidad aumentada y que se necesitan códigos QR para interactuar con el móvil. Varios identificaron que en la pantalla de explorar se abría la cámara para leer las tarjetas. Y a pesar de que la primera vez que se les pedía que realizar alguna actividad dudaban un poco para hacerla, pero en tareas posteriores sabían donde estaban ubicadas las cosas o como moverse para la aplicación entre las diferentes pantallas por lo que al parecer es una aplicación fácil de usar.

5.3.2 Resultados del cuestionario de usabilidad

Tabla 6. Calificaciones de usabilidad por usuario.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	96	92	92	80	86	92

Calificación global: 89.66

Según un estudio de Jeff Sauro basado en 500 encuestas, un sistema es satisfactorio para un usuario cuando el resultado del cuestionario supera los 68 puntos. Por lo que ante los números presentados en la tabla anterior se deduce que la aplicación resulta altamente satisfactoria al tener una calificación global de 89.66.

5.3.3 Resultados del cuestionario de percepción del usuario

Para este cuestionario la calificación máxima es de 9 y la mínima 1. A continuación se presentan las calificaciones otorgadas por cada usuario y la calificación global.

1. Reacciones globales de la aplicación

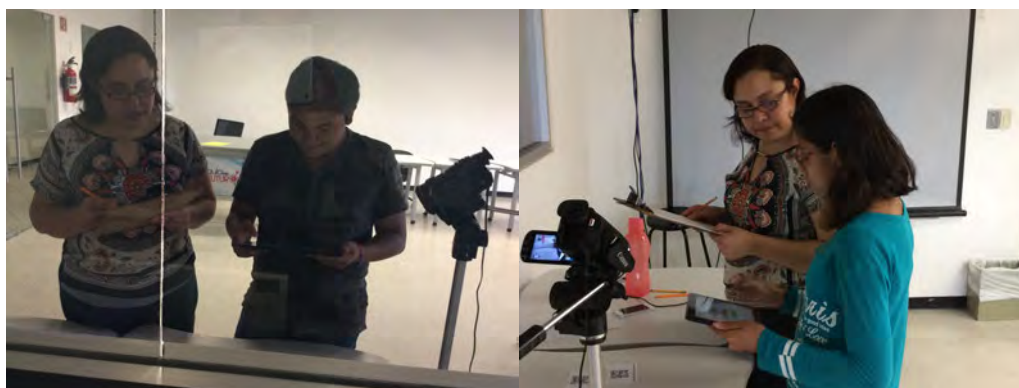


Imagen 26. Algunas fotografías de las sesiones con los usuarios.

Tabla 7. Calificación de los usuarios a que tan terrible o maravillosa es la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	8	9	9	8	9	9

Calificación global: 8.66

Tabla 8. Calificación de los usuarios a que tan frustrante o satisfactoria es la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	7	7	8	8	7	9

Calificación global: 7.66

Tabla 9. Calificación de los usuarios a que tan aburrida o estimulante es la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	8	8	9	8	8

Calificación global: 8.33

Tabla 10. Calificación de los usuarios a que tan difícil o fácil es la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	8	9	8	7	9

Calificación global: 8.33

Tabla 11. Calificación de los usuarios a que tan rígida o flexible es la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	9	8	8	9

Calificación global: 8.66

2. Reacciones a la pantalla

Tabla 12. Calificación de los usuarios con respecto que tan difícil o fácil de leer son las letras en pantalla.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	7	9	9	9	9

Calificación global: 8.83

Tabla 13. Calificación de los usuarios con respecto que tan legibles o no, las letras.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	7	9	9	9	9

Calificación global: 8.66

Tabla 14. Calificación de los usuarios con respecto a si la composición de la pantalla fue inútil o útil.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	8	7	8	9	8

Calificación global: 8.16

Tabla 15. Calificación de los usuarios con respecto a la cantidad de información que se muestra en la pantalla.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	8	9	8	9

Calificación global: 8.66

Tabla 16. Calificación de los usuarios con respecto a si fue predecible o impredecible la secuencia de pantallas.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	7	9	8	8	8

Calificación global: 8.16

Tabla 17. Calificación de los usuarios con respecto a si fue posible o imposible regresar a la pantalla anterior.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	8	9	9	9	9	9

Calificación global: 8.83

3. Aprendizaje de la aplicación

Tabla 18. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil fue aprender usar la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	9	9	9	9

Calificación global: 9

Tabla 19. Calificación de los usuarios con respecto a si se requiere mucho o poco tiempo para aprender a usar la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	8	6	7	8

Calificación global: 7.83

Tabla 20. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil fue descubrir las funcionalidades de la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	9	8	8	8

Calificación global: 8.5

Tabla 21. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil recordar los nombres y funcionalidades de la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	9	8	9	9

Calificación global: 9

Tabla 22. Calificación de los usuarios con respecto a que tan fácil o difícil es hacer las tareas de manera directa en la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	7	9	9	9

Calificación global: 8.66

Tabla 23. Calificación de los usuarios con respecto al número de pasos por tarea.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	7	8	9	9

Calificación global: 8.5

4. Capacidades de la aplicación

Tabla 24. Calificación de los usuarios con respecto a si la velocidad de la aplicación fue demasiado lenta o suficientemente rápida.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	6	9	8	1	7	8

Calificación global: 6.5

Tabla 25. Calificación de los usuarios con respecto al tiempo de respuesta de la mayoría de las operaciones fue demasiado lenta o suficientemente rápida.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	7	9	7	8	8	8

Calificación global: 8.66

Tabla 26. Calificación de los usuarios con respecto a la velocidad con que se muestra la información fue demasiado lenta o suficientemente rápida.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	8	9	9	8	8	9

Calificación global: 8.5

5. Instrucciones de ayuda de la aplicación

Tabla 27. Calificación de los usuarios con respecto a si la ayuda es confusa o clara.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	7	8	8	9	9

Calificación global: 8.33

Tabla 28. Calificación de los usuarios con respecto si la ayuda siempre o nunca es comprensible.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	9	9	8	9	8

Calificación global: 8.66

Tabla 29. Calificación de los usuarios con respecto si fue inadecuada o adecuada la cantidad de ayuda ofrecida por la aplicación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	8	9	9	9	9

Calificación global: 8.83

6. Multimedia de la aplicación

Tabla 30. Calificación de los usuarios con respecto a si la calidad es mala o buena de los dibujos y fotografías.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	8	8	2	9	9

Calificación global: 7.5

Tabla 31. Calificación de los usuarios con respecto si los colores usados en la aplicación son agradables o desagradables.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	6	8	1	9	9

Calificación global: 8.66

Tabla 32. Calificación de los usuarios con respecto si la cantidad de colores es adecuada o inadecuada.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	6	9	1	7	9

Calificación global: 7

Tabla 33. Calificación de los usuarios con respecto si la calidad es buena o mala de los modelos 3D del estado de agregación.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Puntos	9	2	7	8	7	9

Calificación global: 7

5.3.4 Comentarios extra de los usuarios

Usuario 1

“Es una buena idea que motiva a los usuarios a estudiar”.

Usuarios 2, 5 y 6

“Le hace falta música y efectos de sonido para hacerla más entretenida”.

Usuario 3

“La aplicación tiene mucho potencial, a me gustaría usarla”.

Usuarios 2, 3 y 5

“Tal vez debería tener colores más llamativos”.

5.3.5 Comentarios generales de los cuestionarios de percepción

De manera general, se observa que los usuarios manifiestan que la aplicación es fácil de usar y que no requerirán mucho tiempo para aprender a manejarla, además la encuentran entretenida y estimulante.

En la sección de medios perciben que podría mejorarse agregando algunos sonidos y música, con respecto a este punto hay que valorarlo, pues dado que es una aplicación que va a ser usada en el salón de clase o laboratorio tal vez no sea muy conveniente agregarle música y si se agregaran sonidos a los botones o reacciones, se deberá agregar un botón para poder quitar el audio momentáneamente. Un usuario calificó muy bajo los modelos 3D, pero no es preocupante, dado que este prototipo muestra modelos que no son definitivos. Algunos usuarios manifestaron que la aplicación debería tener más color, de igual manera este punto debe analizarse, pues cuando la aplicación es usada con la cámara y las tarjetas es preferible que existan los menores elementos gráficos distractores para dar jerarquía a mostrar los elementos en realidad aumentada que finalmente es el punto importante de la aplicación.

Otro punto que llama la atención es la sección de ayuda, pues al usar la aplicación en las sesión de actividades no la usaron de manera adecuada, pero la percepción de los usuarios es, que es comprensible suficiente y clara.

Un punto muy castigado por los usuarios fue en capacidades de la aplicación ya que la encontraron lenta, a pesar de mostrar la información rápidamente. Esto se debe a que cuando los usuarios pasan a la opción de “Explorar elementos” tarda unos cuantos segundos en desplegarse ya que carga la información de los elementos químicos, y aunque es una versión en prototipo es un punto que debe

estudiarse a fondo para la siguiente versión. Por ello en el cuestionario de percepción fue la calificación más baja.

5.3.6 Resultados del cuestionario perfil del usuario

Al principio de cada sesión se aplicó un cuestionario a cada usuario, con el objetivo de conocer su perfil y con ello rectificar si los usuarios coinciden con los requerimientos de la aplicación.

Entidad federativa

La evaluación se llevó a cabo con usuarios de los lugares de donde habitan regularmente los estudiantes de la UNAM.

Tabla 34. Entidad federativa de los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Estados	CDMX	Estado de México	CDMX	CDMX	CDMX	Estado de México

Edad de los usuarios

La evaluación se llevó a cabo con usuarios focales, y se tenía que comprobar si tienen la edad para la cual fue hecha la aplicación, en este caso entre 15 y 18 años.

Tabla 35. Edad de los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Edad	17 años	16 años	15 años	15 años	15 años	15 años

Escolaridad de los usuarios

Se preguntó al usuario la escolaridad para comprobar si se encuentran en los primeros años de bachillerato.

Tabla 36. Escolaridad de los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Escolaridad	3er. semestre	3er. semestre	3er. semestre	3er. semestre	3er. semestre	3er. semestre

Escuela de procedencia de los usuarios

Se preguntó al usuario la escuela de procedencia para comprobar si son estudiantes de la UNAM. Un usuario es de un sistema académico diferente, aún así se tomaron en cuenta los datos obtenidos con él, porque el resto de los requerimientos se cumplían.

Tabla 37. Escuela de procedencia de los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Escuela de procedencia	CCH Azcapotzalco	CCH Azcapotzalco	Colegio de Bachilleres	CCH Vallejo	CCH Naucalpan	CCH Vallejo

Acceso a móviles

Se preguntó al usuario la escuela de procedencia para comprobar si son estudiantes de la UNAM. Un usuario es de un sistema académico diferente, aún así se tomaron en cuenta los datos obtenidos con él, porque el resto de los requerimientos se cumplían.

Tabla 38. Acceso a móviles.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Acceso a móviles	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Cantidad	1	1	1	2	1	1

Cinco de los usuarios manifestaron tener móvil estilo Smartphone y con sistema Android, solo un usuario no contestó al desconocer esta información. Lo que confirma que la aplicación puede ser usada por los usuarios al estar programada para correr en ambiente Android.

Horas y días a los que tienen acceso a su móvil los usuarios

Los usuarios utilizan su móvil de 4 a 7 días a la semana con un promedio de 6.3 horas a la semana de uso.

Tabla 39. Horas y días a los que tienen acceso a su móvil.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Días	6	7	7	4	7	7
Horas	3	12	10	5	5	3

Tiempo que llevan los usuarios usando el móvil

La mayoría de los usuarios tienen menos de un año usando su móvil, solo un usuario manifestó usar su móvil desde hace cinco años. Esta información sirve para determinar el grado de dominio que tienen los usuarios usando un móvil.

Tabla 40. Tiempo de uso del móvil.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Tiempo	7 meses	4 meses	6 meses	5 años	6 meses	1 año

Actividades que realizan los usuarios en sus móviles

A continuación se muestran las actividades que los usuarios realizan en su móvil, y se observa que hacen tareas que permitirán que ellos puedan aprender a usar la aplicación rápido y fácilmente.

Tabla 41. Actividades que realizan los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Revisar redes sociales	X	X	X	X	X	X
Mandar correos electrónicos					X	X
Mandar mensajes		X	X		X	X

Navegar en internet		X	X		X	X
Realizar tareas	X	X	X	X	X	
Jugar	X	X		X	X	X
Otras	Escuchar música		Tomar fotografías			Leer

Menciona las aplicaciones que más utilizas

Las aplicaciones más usadas por los usuarios son las que se refieren a redes sociales y comunicación.

Tabla 42. Aplicaciones usadas por los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Facebook	X	X	X	X		X
Twitter	X					
Instagram	X					
Whatsapp	X		X	X	X	X
Snapchat	X					
YouTube		X				
Picsart			X			
Messenger			X			
Office			X	X		
YouNow						
Wattpad						X

Aplicaciones educativas instaladas en los móviles de los usuarios.

Se observa que los usuarios no están acostumbrados a tener aplicaciones educativas en su móvil, ya que solo dos usuarios cuentan con una aplicación de este tipo en su móvil.

Tabla 43. Aplicaciones educativas instaladas en el móvil de los usuarios.

	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Usuario 6
Aplicaciones	Alaiko: biblioteca virtual y 2048 juego matemático	No	No	Duolingo	No	No

Capítulo 6: Requisitos, instalación y uso de la aplicación

Nota: Descargar el archivo EQ_elementos_quimicos.apk que se incluye en la carpeta Archivo apk para instalar, en una computadora PC

6.1 Requisitos del dispositivo

Los requisitos mínimos que debe tener el dispositivo para la instalación de la aplicación EQ elementos químicos son:

Dispositivo con sistema operativo Android

Versión de Android: 4.4

Capacidad 8GB

6.2 Pasos para la instalación y ejecución del archivo EQ_elementos_quimicos.apk

Para poder instalar la aplicación se necesita una computadora PC y un dispositivo móvil con los requisitos mínimos.

Paso 1. Permisos

Para poder instalar el archivo EQ_elementos_quimicos.apk de la aplicación, es necesario deshabilitar los permisos del dispositivo. En "Aplicaciones" dar un toque en "Configuración".



Imagen 27. Deshabilitar permisos del móvil.

En "Configuración" dar un toque en "Seguridad" y habilitar "Fuentes desconocidas", para permitir la instalación de aplicaciones provenientes de fuentes desconocidas.



Imagen 28. Configuración de la seguridad del móvil.

Paso 2. Conexión del dispositivo en la computadora

Conectar el dispositivo a una computadora PC donde se tenga guardado el archivo EQ_elementos_quimicos.apk.

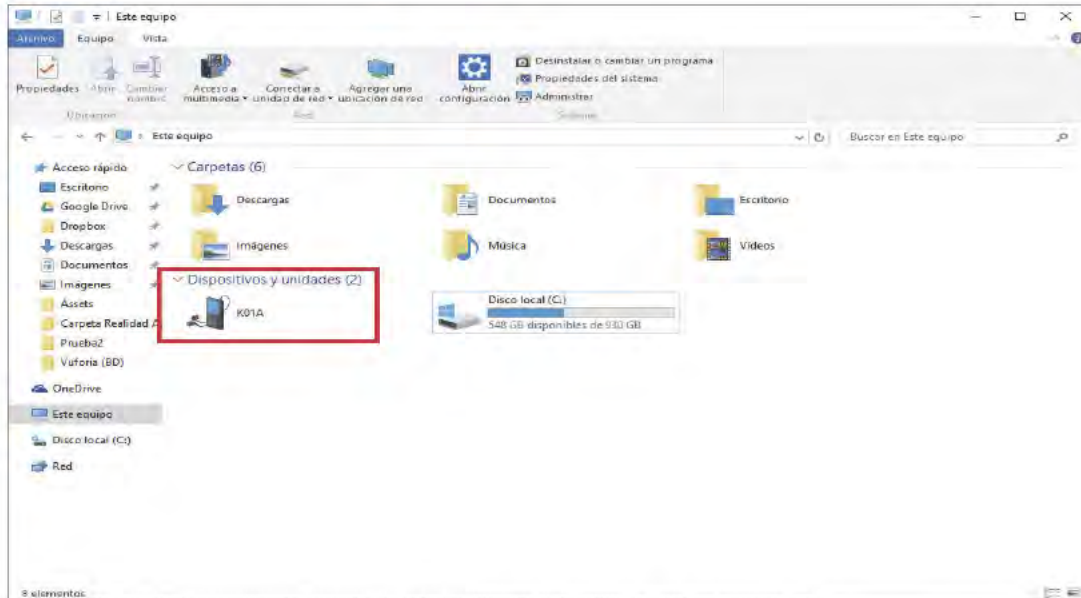


Imagen 29. Conexión del dispositivo a la computadora.

Una vez conectado, abrir el menú de Notificaciones en el dispositivo móvil y dar toque en la opción “Conectado como un dispositivo de medios” y habilitar la opción de “Dispositivos multimedia (MTP)”.

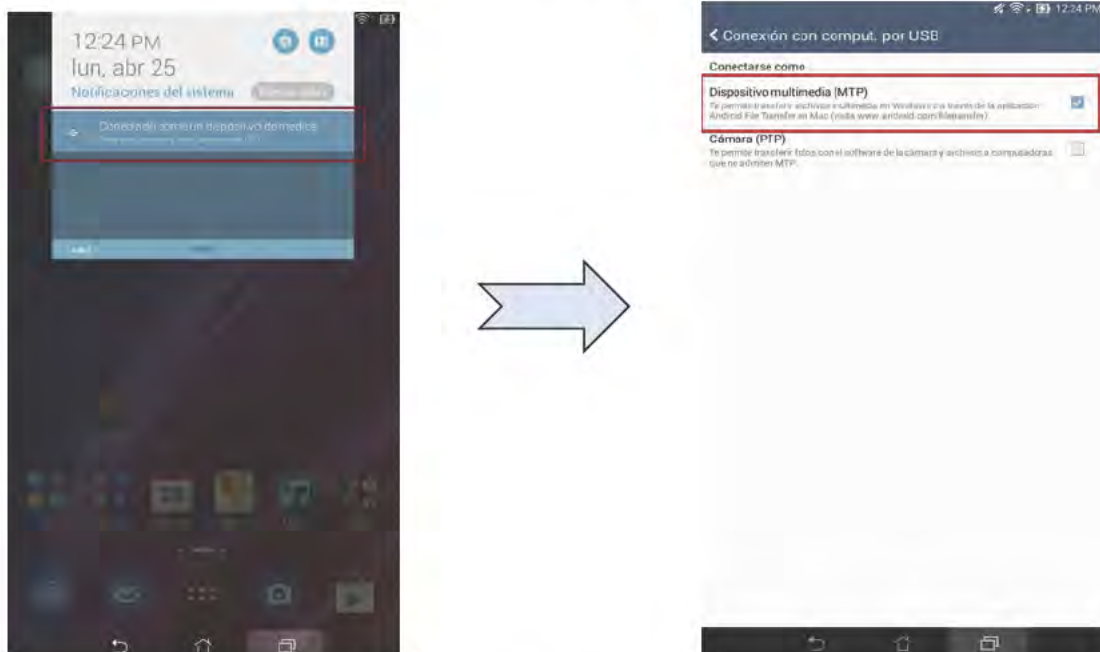


Imagen 30. Conexión como dispositivo de medios.

Paso 3. Copiar el archivo EQ_elementos_quimicos.apk en el dispositivo móvil

En la PC, copiar el archivo EQ_elementos_quimicos.apk.

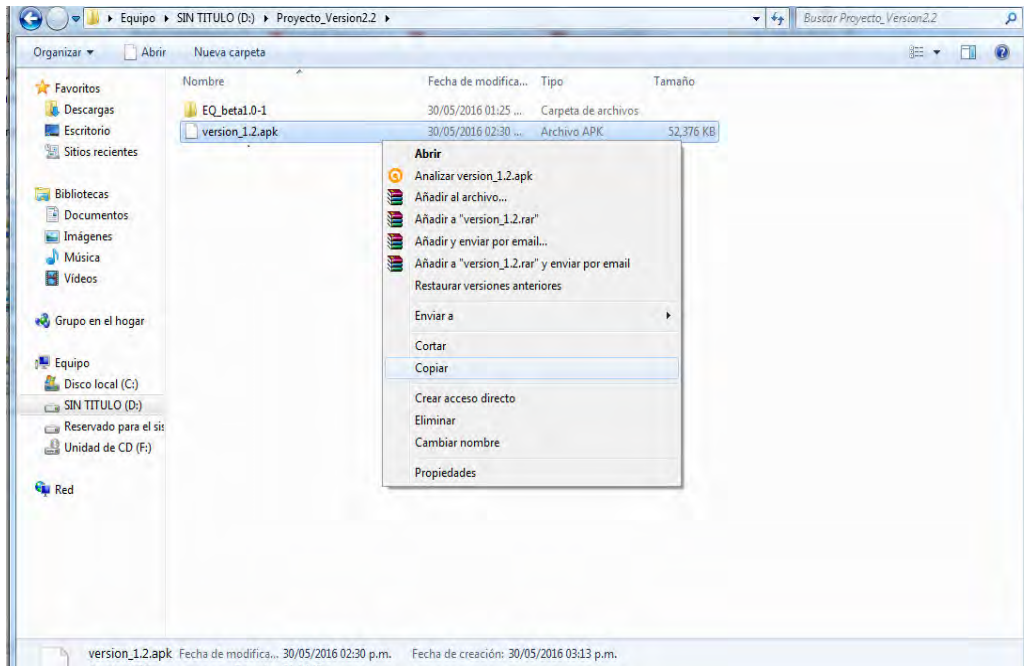


Imagen 31. Copiado del archivo.

Buscar y abrir el dispositivo móvil reconocido.

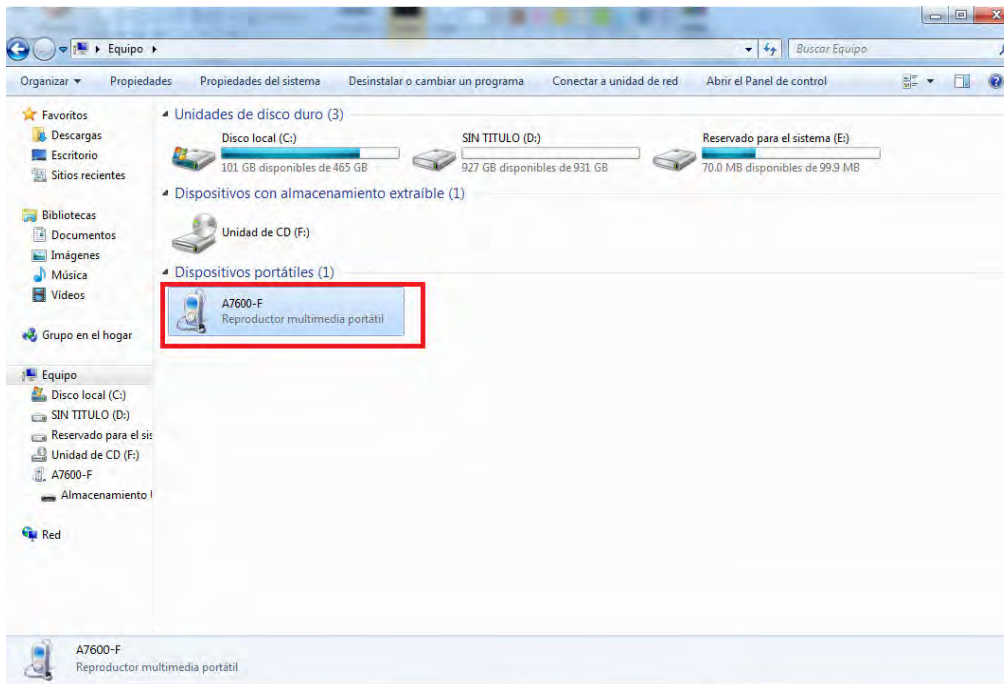


Imagen 32. Abrir dispositivo móvil.

Abrir almacenamiento interno del dispositivo móvil.

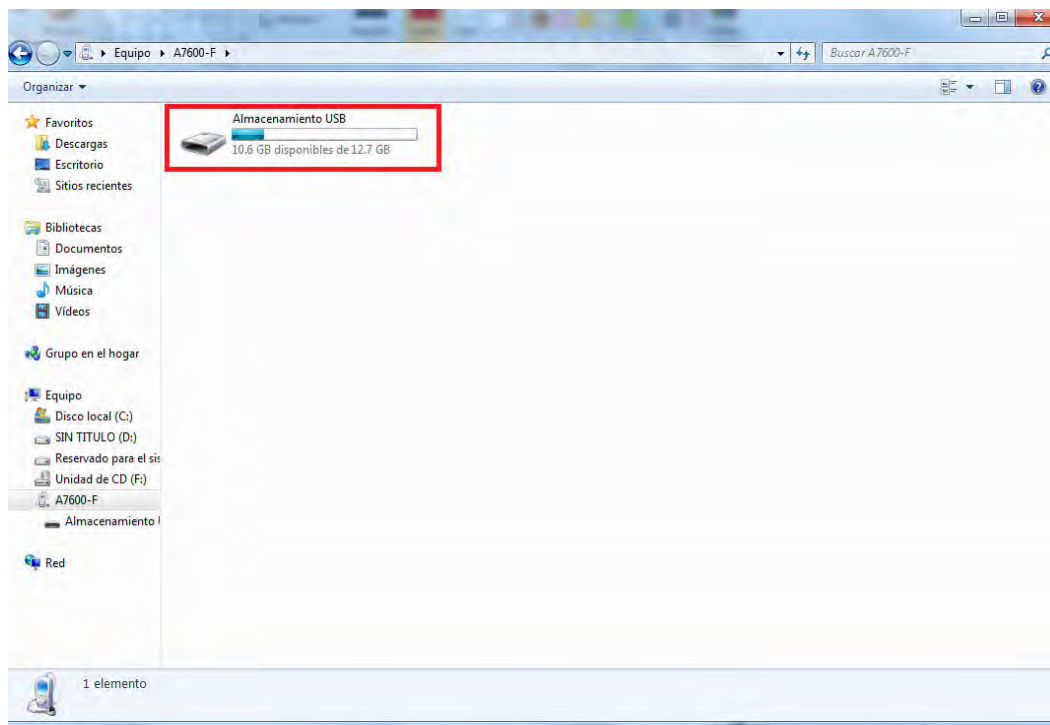


Imagen 33. Abrir almacenamiento del dispositivo móvil.

Seleccionar y abrir la carpeta donde se desea guardar el archivo, por ejemplo la carpeta DCIM.

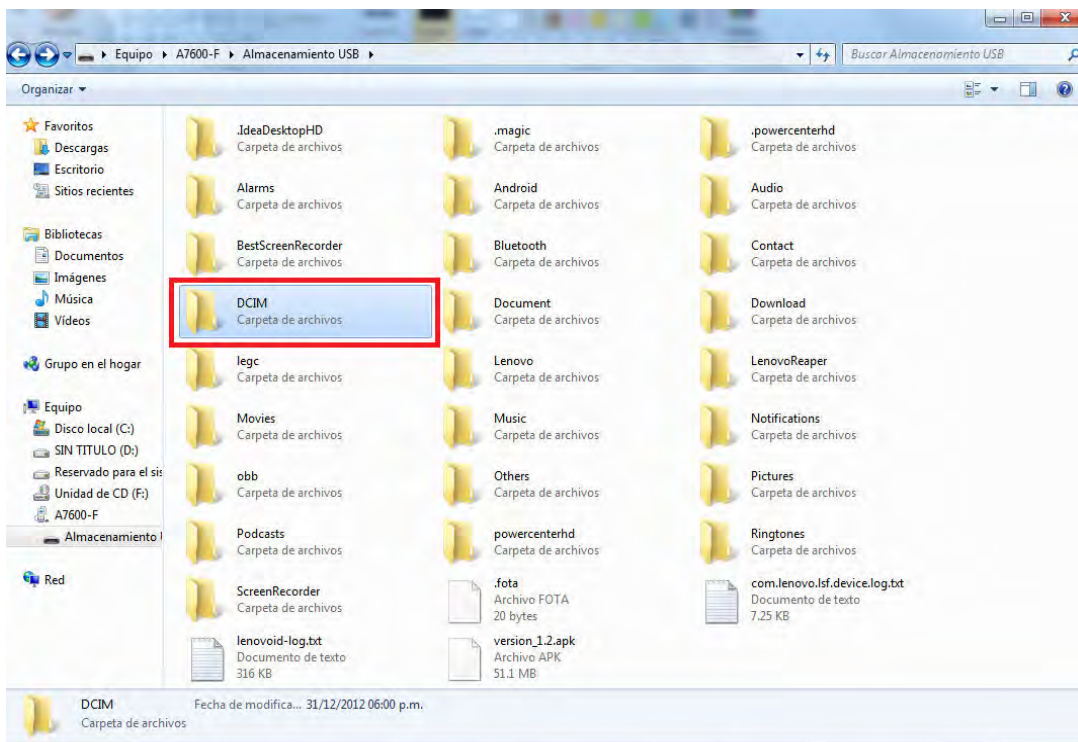


Imagen 34. Abrir la carpeta.

Pegamos el archivo EQ_elementos_quimicos.apk en la carpeta seleccionada.

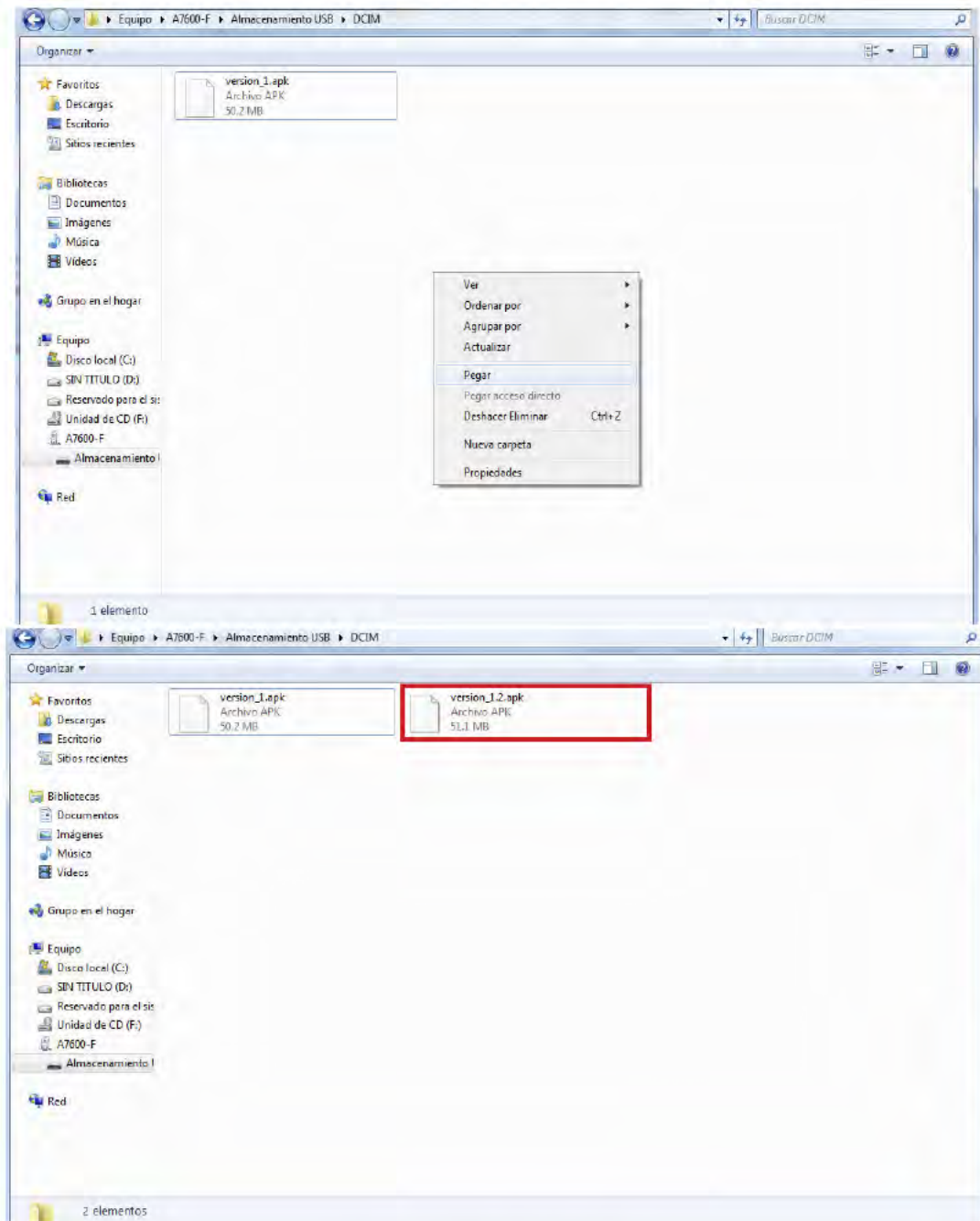


Imagen 35. Pegar archivo.

Paso 4. Instalación del archivo EQ_elementos_quimicos.apk

En el dispositivo móvil, en la sección de “Aplicaciones” buscar el “Administrador interno de archivos”, (esté administrador puede que en el dispositivo venga uno por default o se puede descargar desde la tienda “Play Store”).



Imagen 36. Instalación del archivo en el dispositivo.

En el “Administrador” buscar la carpeta DCIM, y le damos un toque para abrirla.

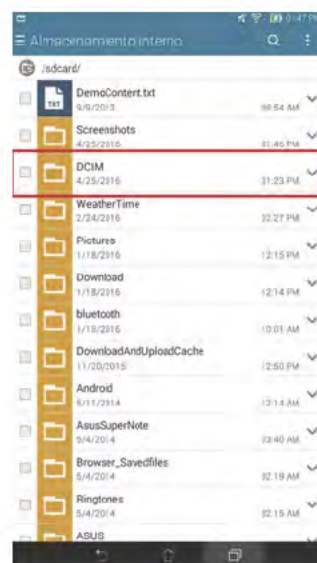


Imagen 37. Abrir la carpeta en el “Administrador”.

En DCIM buscar el archivo EQ_elementos_quimicos.apk y le damos un toque para empezar la instalación.

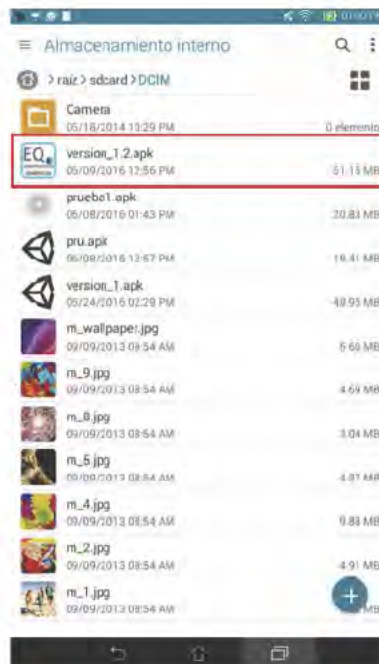


Imagen 38. Dar un toque el archivo .apk.

Al dar toque aparecerá una ventana con dos opciones “Instalar” o “Cancelar”. Dar toque en “Instalar” y esperar a que termine de instalar.

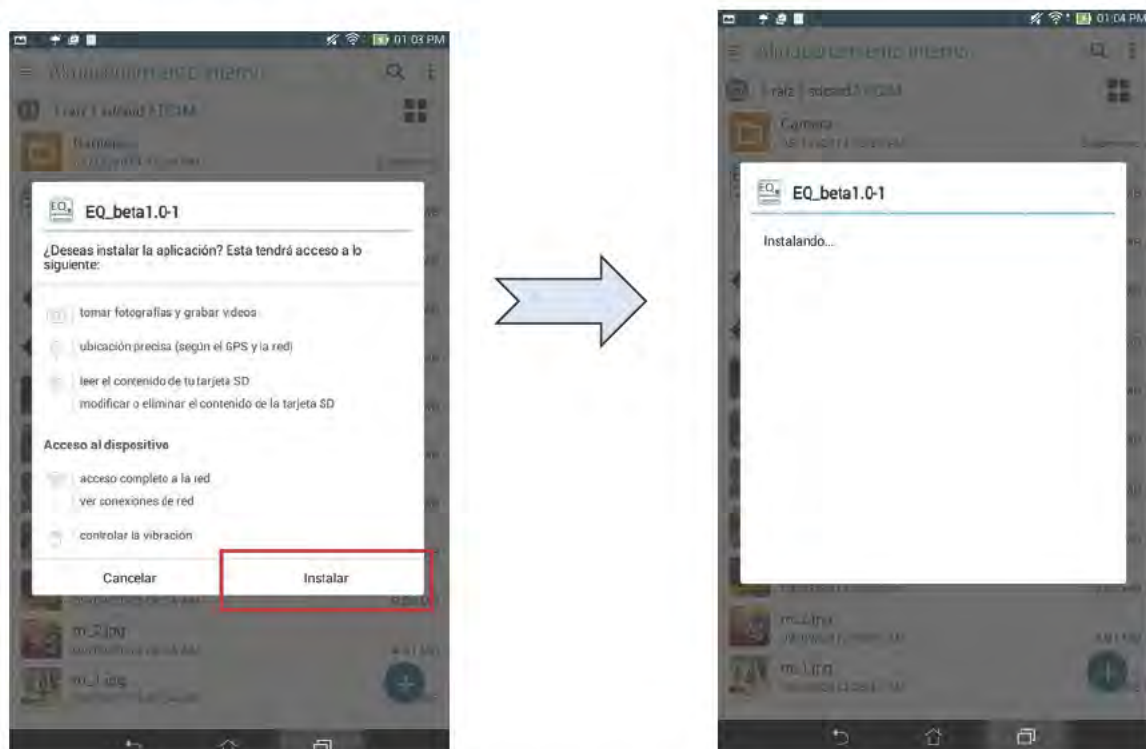


Imagen 39. Instalar el archivo .apk.

Finalmente saldrá una ventana informando que la instalación ha terminado, y presenta dos opciones, una para abrir directamente la aplicación desde ahí y otra para dar por finalizado el proceso de instalación.

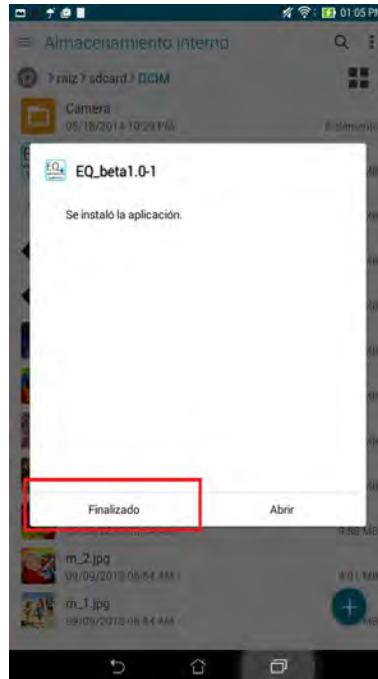


Imagen 40. Instalación terminada.

Si no la queremos abrir directamente de esta ventana. En “Aplicaciones” buscar la aplicación y veremos que se ha instalado correctamente.

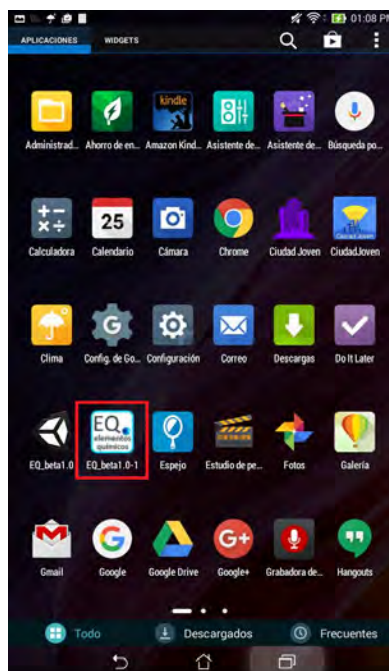


Imagen 41. Instalación completada.

Paso 5. Ejecución de la aplicación.

Dar un toque al icono de la aplicación y automáticamente se ejecutará.

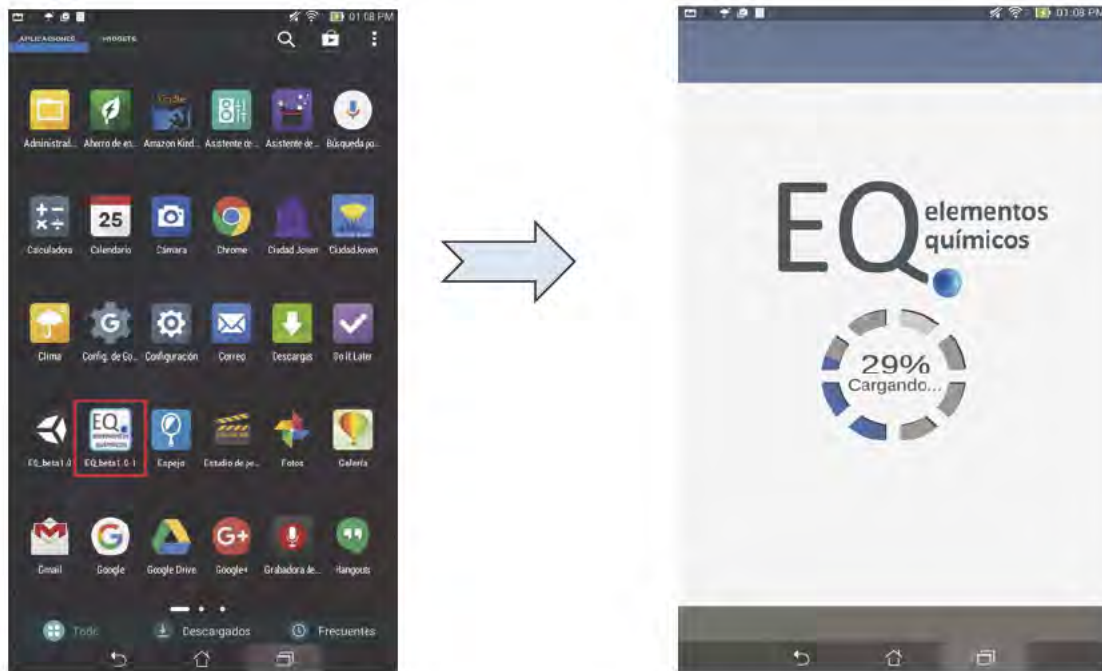


Imagen 42. Ejecución de la aplicación.

6.3 Instrucciones de uso

Nota 1: Para poder interactuar con la aplicación es necesario imprimir las tarjetas de los elementos, “Usos y aplicaciones” y “Ubicación en la tabla” que se encuentran ubicadas en el Anexo D Tarjetas de impresión.

Nota 2: En la aplicación cuando se toca el botón de “Explorar elementos” tarda unos cuantos segundos en pasar a la pantalla siguiente, que es cuando abre la cámara del dispositivo y carga la información de los elementos químicos. Siempre que se salga de esta pantalla y se vuelva a entrar tardará el mismo tiempo.

Para poder revisar la información de los elementos químicos, en la pantalla de “Explorar elementos”:

1. Tocar en medio de la pantalla para desaparecer las instrucciones.



Imagen 43. Tocar la pantalla.

2. Colocar la tarjeta de un elemento debajo de la cámara del dispositivo móvil.



Imagen 44. Colocar la tarjeta debajo de la cámara del móvil.

3. Para conocer la masa atómica del elemento toca la opción masa atómica

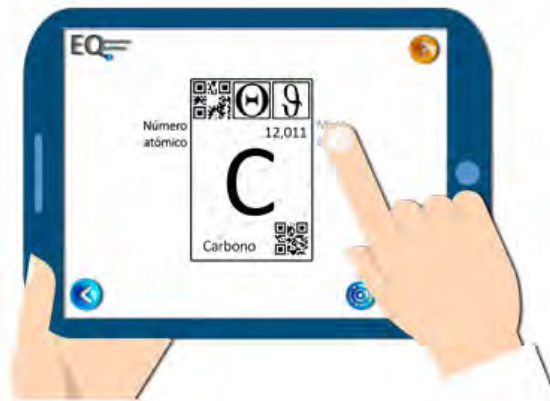


Imagen 45. Tocar el botón masa atómica.

4. Para conocer el número atómico del elemento toca la opción número atómico.

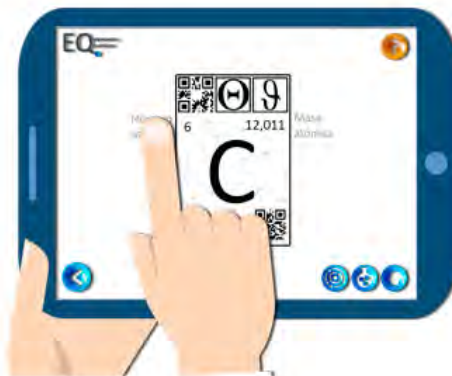


Imagen 46. Tocar el botón número atómico.

5. Para conocer acerca de los usos de un elemento, coloca debajo de la cámara del dispositivo, la tarjeta de “Usos y aplicaciones” al mismo tiempo que la de un elemento.



Imagen 47. Interacción con la tarjeta “Usos y aplicaciones”

6. Para conocer la ubicación del elemento en la tabla periódica, coloca debajo de la cámara del dispositivo, la tarjeta de “Ubicación en la tabla periódica” al mismo tiempo que la de un elemento.



Imagen 48. Interacción con la tarjeta “Ubicación en la tabla”

7. Para revisar los términos usados dentro de la aplicación toca el botón “Glosario”. Para revisar más términos desliza el dedo sobre la pantalla hacía arriba o hacía abajo o usa el “Scroll” para bajar o subir. Para regresar a “Explorar elementos” toca el botón regresar.

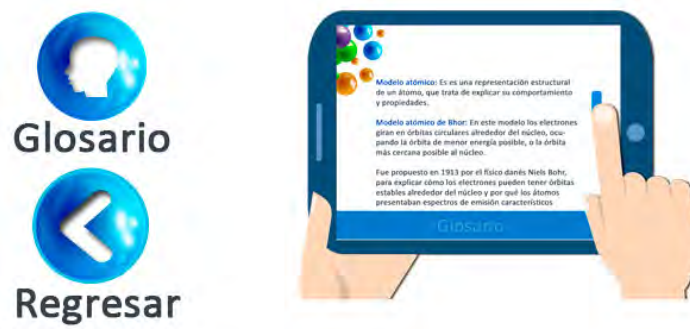


Imagen 49. Glosario de la aplicación.

8. Para saber cómo encuentras a un elemento en estado natural, toca el botón “Elemento en estado natural”



Imagen 50. Estado de agregación de un elemento.

9. Para visualizar la distribución electrónica de un elemento toca el botón “Distribución electrónica según Bhor”.



Imagen 51. Configuración electrónica de un elemento.

Capítulo 7: Conclusiones y líneas de futuro

7.1 Conclusiones

Antes que nada este trabajo final de máster, ha representado un reto personal, tenía el compromiso de sacar adelante un proyecto que al principio parecía imposible: hacer análisis, diseñar, desarrollar, evaluar y además coordinar todas las actividades para tener en menos de cuatro meses el prototipo de una aplicación en realidad aumentada.

Pero si un proyecto es bien organizado y planteado desde el principio, nada tiene por que salir mal. Para la administración del proyecto trabajar con procesos ágiles fue una decisión muy acertada, las actividades iban fluyendo y poco a poco en cada entrega se veían resultados de gran valor para el proyecto. Por medio de la agilidad se pudieron re-organizar algunas actividades, dar prioridad a otras y lograr que todo se entregara a tiempo.

Uno de los ejes importantes de este proyecto, era enfrentar el prototipo a usuarios focales, para ello, se llevo a cabo una evaluación de usabilidad con jóvenes de bachillerato. Era importante averiguar si la propuesta resultaba usable, funcional y agradable para los usuarios, ya que al crear un prototipo, se tiene la ventaja de que estamos a tiempo de hacer cambios o mejoras en donde sea necesario antes de llegar a una versión final. Los jóvenes realizaron una serie de actividades que permitieron descubrir problemas de usabilidad, después de un análisis detallado los resultados fueron favorecedores para la aplicación, nos se presentaron grandes problemas, más allá de poner algunas etiquetas a botones o hacer más interactivas las instrucciones, la interacción y experiencia del usuario están bien planteadas. Al final los usuarios, contestaron un cuestionario para conocer su percepción acerca de la aplicación, resultó que les parece agradable, estimulante, fácil de aprender y usar, algunos expresaron su interés para usarla cuando estuviera terminada. Aunque no todos los resultados fueron tan favorecedores un punto en especial debe ser revisado: la velocidad de la aplicación ya que al trabajar con realidad aumentada hace que la aplicación se vuelva un poco pesada.

Hablando de cuestiones técnicas nunca había hecho un desarrollo en realidad aumentada, fue un proceso interesante, y aunque no estuve encargada de hacer la programación, en la medida de lo posible trate de conocer más fondo acerca del proceso, del software, características y formas de interactuar con el dispositivo móvil, ya que era vital para poder hacer la propuesta interactiva de la aplicación. En un inicio se había planteado interactuar con los movimientos del dispositivo, pero por tiempo esto no fue posible integrarlo en la versión final. Me interesaba agregar el movimiento para hacer la experiencia del usuario más atrayente y funcional para la aplicación.

Finalmente creo que el prototipo "EQ elementos químicos", cumple los requerimientos para los cuales fue planteado, es una aplicación educativa que permite la libre exploración de los elementos, que

muestra información básica, pero de una manera diferente y que con ella los profesores pueden integrarla a sus secuencias didácticas y usarla como mejor convenga. A los estudiantes les proporciona una forma más entretenida de aprender acerca de los elementos químicos. Por lo que no se descarta la posibilidad de que pueda formar parte de los materiales educativos de la UNAM.

7.2 Líneas a futuro

1. En primer lugar se plantea la posibilidad de seguir trabajando en el prototipo, para llegar a convertirlo en una aplicación final. En este punto, el camino es largo, pues aún falta revisar más a conciencia la programación, hay que realizar la investigación de todos los elementos químicos, hacer los modelos 3D y revisar algunas cuestiones del diseño gráfico y sonidos para que la aplicación agrade más a los usuarios.
2. Se seguirá investigando para poder integrar movimientos del móvil e interactuar con realidad aumentada, se ha visto que los jóvenes tienen un gran dominio sobre ellos y es primordial encontrar nuevas formas de interacción que ayuden a captar la atención.
3. Como parte de este proyecto se debe crear un sitio web, que albergue los archivos de impresión, para que los usuarios pueden acceder a ellos siempre que lo deseen. Este sitio, además presentará el objetivo de la aplicación, los créditos y contacto con los usuarios, así junto con la aplicación se ofrecerá un producto completo.
4. De manera personal me interesa hacer una evaluación de la aplicación, pero ahora en el contexto del salón de clases, es necesario hacer una prueba en donde un profesor la integre a una secuencia didáctica, para comprobar si realmente tener una aplicación con realidad aumentada, ayuda a los usuarios a aprender y formar conocimientos más sólidos acerca del tema.

Referencias

Materiales que se referenciaron en la memoria

[1] Arrazola, V., Herrera, S., Mothais, B., Marcos, Mari-Carmen (2013), La confianza en los servicios de atención al usuario/cliente vía chat: la importancia del diseño Universidad Pompeu Fabra https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-11/Servicios_cliente_chat.html

[2] Castañeda Martínez, R., Eslava Cervantes, A.L., Ramírez Ortega, J., (2015). Integración de Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Ciencias: Trabajo práctico de Química, IX Congreso Internacional de Innovación Educativa, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

[3] De la Cruz, M., G., Informe Técnico Proceso de evaluación de usabilidad con usuarios, 2012, CCADET, UNAM

[4] Flamarich Z., J., (2015), Diseño de interfaces para móviles, FUOC PID_00217711

[5] Gil, E. P., de Lera T., E., Monjo P., A., Usuarios y sistemas interactivos, FUOC PID_00143566

[6] Perfil alumnos de primer ingreso, Portal de Estadística Universitaria, UNAM
<http://www.estadistica.unam.mx/>

[7] Programa de estudio de química I a IV Universidad Nacional Autónoma de México, Área de Ciencias Experimentales, (1996)
www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf

[8] Responsable Marina Kriscautzky Laxague, Informe TICómetro 2015, Resultados de la cuarta aplicación del cuestionario diagnóstico sobre habilidades digitales a estudiantes de primer ingreso al Bachillerato de la UNAM. Generación 2016, 2015

[9] Realidad Aumentada con Vuforia
<http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.VxrIIJPhDVo>

[10] Sauro, Jeff (2011), Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS), <http://www.measuringusability.com/sus.php>

[11] Shneiderman, B. and Plaisant, C., (2005), Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction: Fourth Edition, Addison-Wesley Publ. Co., Reading, MA

Materiales que se consultaron pero que no se referenciaron en la memoria

- [1] Aldahleh, N., (2012), The art of product backlog prioritization: How we manage our backlog
<http://blog.sandglaz.com/the-art-of-product-backlog-prioritization-how-we-manage-our-backlog/>
- [2] Cawood, S., (2008) Augmented Reality A Practical Guide, Editado por Daniel H. Steinberg
- [3] Monjo P., A., (2015) Diseño web y de interfaces multimedia, FUOC PID_00143572
- [4] Nielsen, J. Budiu, R., Usabilidad en dispositivos móviles, 2013, Ed. Anaya Multimedia, España
- [5] Jumpp Gestión de proyecto y desarrollo de software
<https://jumpp.wordpress.com/2013/04/27/metodo-moscow/>
- [6] Fombona Cadavieco, J., Pascual Sevillano, M.A., Ferreira Amador, M.F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles
- [7] Milgram, P., Colquhoun, H. (1999). A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration. Mixed Reality, 5–30. http://doi.org/10.1007/978-3-642-87512-0_1
- [8] Mocholí, A., (2014), Claves y herramientas para desarrollar aplicaciones móviles de Realidad Aumentada, YeePLY
<https://www.yeePLY.com/blog/desarrollar-aplicaciones-moviles-de-realidad-aumentada/>
- [9] Morra, S., Elements4D – Exploring Chemistry with Augmented Reality
<http://edtechteacher.org/elements4d-exploring-chemistry-with-augmented-reality-from-samantha-morra-on-free-technology-for-teachers/>
- [10] ¿Qué es la realidad aumentada?, Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología
<http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/RealidadAumentada.aspx>
- [11] Realidad aumentada una nueva lente para ver el mundo, Ariel y Fundación Telefónica Editorial Ariel 2011
https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=realidad+aumentada&ots=3qr6R06jt6&sig=803ZxGNa_ztgoMwhgO0oAPDI2ns#v=onepage&q=realidad%20aumentada&f=false
- [12] Realidad Aumentada en el aula, Usos educativo de las TIC
<http://canaltic.com/blog/?p=1859>

[13] Rodríguez, J. (2013), Experimenta en tu casa con la realidad aumentada
<http://elcodigogutenberg.com/experimenta-en-tu-casa-con-la-realidad-aumentada>

[14] Plantilla de historias de usuario
PMOinformatica.com La oficina de proyectos de informática
<http://www.pmoinformatica.com/2012/10/plantillas-scrum-historias-de-usuario.html>

[15] ¿Qué es Aumentaty Author?
<http://author.aumentaty.com/acerca-de-aumentaty-author>

[16] Ventajas y desventajas de la realidad aumentada, Gigatecno
<http://gigatecno.blogspot.mx/2014/09/ventajas-y-desventajas-de-la-realidad.html>

[17] Wikipedia Realidad Aumentada
https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

[18] Wikipedia MoSCoW method
https://en.wikipedia.org/wiki/MoSCoW_method

Nota: En el Capítulo 2. Análisis se realizó un estudio de mercado en donde se revisaron diversas aplicaciones, los vínculos a las páginas se incluyen directamente en el capítulo.

Ligas a videos de realidad aumentada

[1] Realidad Aumentada Augmented Reality
<https://www.youtube.com/watch?v=m3SJo2u7tQo> (Demostración de RA con código QR)

[2] Juegos: Realidad Aumentada
www.youtube.com/watch?v=lkmfKhd7rIE (RA con video-juegos)

[3] Realidad Aumentada Medicina
www.youtube.com/watch?v=Uhvcz0ueynE

[4] Realidad Aumentada 3dsign
www.youtube.com/watch?v=o-E8OC8EyHA (RA en la arquitectura)

Imágenes y materiales ocupados en la aplicación

[1] Imagen de jóvenes para fichas de personas extraída del sitio web “Los celulares en los adolescentes”

<http://adolescentesj15.blogspot.mx/>

[2] Iconos de carga de colores

http://www.freepik.es/vector-gratis/iconos-de-carga-de-colores_793775.htm>Diseñado por Freepik

[3] Imagen de móviles

[href="http://www.freepik.es/vector-gratis/dispositivos-de-pantalla-tactil_723921.htm"](http://www.freepik.es/vector-gratis/dispositivos-de-pantalla-tactil_723921.htm)>Diseñado por Freepik

[4] Imagen de envoltorio de botones del menú principal

http://www.freepik.es/vector-gratis/infografia-aplicacion-movil_717898.htm>Diseñado por Freepik

Imagen de esferas para representar a los átomos.

[5] Imagen de esferas de colores

http://www.freepik.es/vector-gratis/fondo-abstracto-de-bolas-de-colores_850017.htm>Diseñado por Freepik

[6] Imagen modelos moléculas

<http://www.chemeddl.org/resources/models360/models.php>

[7] Imagen diamantes

<http://www.3dlapidary.com/HTML/Models.htm>

[8] Imagen de modelo sodio

<https://www.tinkercad.com/things/aiTKeJZ3pZe-sodium-atom-model>

[9] Modelos 3D

<http://www.turbosquid.com/3d-models/coarse-salt-max/1006746>

[10] Imágenes de átomos y modelos atómicos

<http://www.yeggi.com/q/carbon/3/>

[11] Icono de conceptos

Icons made by <http://www.freepik.com> "title="Freepik"

[12] Icono impresión

Icons made by <http://www.freepik.com> "title="Freepik">Freepik

[13] Imagen de dientes de oro

<http://www.westminsterrefining.com/wp-content/uploads/full-cast-gold-rounded-300x188.png>

[14] Imagen de gas natural

<http://www.expower.es/imagen/gases-toxicos-incendio/fuego-gas-natural.jpg>

[15] Imagen diamante

<http://www.corazondejotas.com/wp-content/uploads/2013/01/Diamante-en-bruto.jpg>

[16] Imagen de grafito

<https://todosigueigual.files.wordpress.com/2013/07/imagescafo63ru.jpg>

[17] Imagen de Tabla periódica

<http://www.educaljarafe.com/wp-content/uploads/2015/11/Tabla-peri%C3%B3dica1.jpg>

[18] Imagen de Fuente tipográfica Calibri

<http://cdn.instantshift.com/wp-content/uploads/2012/04/00c-calibri.jpg>

[19] Imagen de la textura que se coloca al fondo de algunas pantallas

http://www.freepik.es/vector-gratis/experimento-de-la-ciencia-de-vectores_713852.htm">Diseñado por Freepik

[20] Logotipo de realidad aumentada RA

http://jeanmonemexico.com/images/AR_LOGO_BlackTransparente.png

[22] Tabla periódica que sirvió de base para tomar los colores de la aplicación

http://www.periodni.com/download/tabla_periodica-color.png

[23] Imagen de oro para las instrucciones

http://www.fabreminerals.com/specimens/s_imagesT2/Gold-MB70T2f.jpg?big=1

[24] Tabla blanco y negro para ubicar a los elementos en la tabla

http://www.periodni.com/download/tabla_periodica.png

[25] Merck tabla periódica de los elementos

<https://itunes.apple.com/mx/app/merck-tabla-periodica-los/id375734631?mt=8>

[26] Imagen de referencia para presentación final

http://www.freepik.es/vector-gratis/papeleria-de-negocio-con-cuadrados-de-colores_837565.htm">Diseñado por Freepik

Anexos

Anexo A: Historias de usuario

Documento con las historias de usuario que se plantearon para priorizar y decidir que actividades se acomodarían en los *Sprints*.

Anexo B: Prototipo esquemático

Prototipo en donde se explica el funcionamiento e interacción básica de la aplicación.

Anexo C: TICómetro 2014

Documento de donde se tomó información para crear el perfil del usuario.

Anexo D: Documentos de usabilidad

Carpeta con los instrumentos que se utilizaron en la evaluación con usuarios.

Anexo E: Tarjetas para impresión

Archivo que contiene las fichas para impresión.

Anexo F: Instalación de la aplicación

Archivo que contiene las fichas para impresión.

Anexo G: Instrucciones de uso

Archivo que contiene las fichas para impresión.