

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÓDULO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE
LA QUÍMICA BÁSICA EN LA MEDIA VOCACIONAL POR MEDIO DE LA
REALIDAD AUMENTADA (RA)**

**DIANA MARCELA FIGUEROA QUIROGA
WILMER LEONARDO ANGARITA MALDONADO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2013

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÓDULO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE
LA QUÍMICA BÁSICA EN LA MEDIA VOCACIONAL POR MEDIO DE LA
REALIDAD AUMENTADA (RA)**

**DIANA MARCELA FIGUEROA QUIROGA
WILMER LEONARDO ANGARITA MALDONADO**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de
Diseñador Industrial**

**Director
D.I. MIGUEL ENRIQUE HIGUERA MARÍN
Profesor Escuela de Diseño Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

*A mi madre Dioselina,
Por todo su esfuerzo, apoyo, consejos, respaldo y amor.*

*A mi madre y mi padre,
Por todo este tiempo de esfuerzo, paciencia y tolerancia; por todas sus
enseñanzas que me hicieron ser la persona que soy.*

*A nuestros familiares,
Quienes nos respaldaron y acompañaron durante el proceso.*

*A nuestros amigos,
Por su presencia y respaldo constante en momentos de tensión y alegría, sin la
unión de todos ellos este momento nunca hubiera sido posible.*

*A Daniel,
Por hacer todo posible.*

*A Lina,
Por su inmenso e incondicional apoyo.*

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	24
2.4 IMPACTO DEL PROYECTO	24
2.5 ALCANCE DEL PROYECTO	25
2.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO	26
2.7 USUARIOS	27
2.7.1 Usuarios directos	27
2.7.2 Usuarios indirectos	27
3. MARCO DE REFERENCIA	28
3.1 MARCO TEÓRICO	28
3.1.1 Realidad aumentada .	30
3.1.2 Usabilidad	31
3.1.3 Diseño centrado en el usuario (DCU) .	33
3.1.4 Orden de lectura	33
3.2 ESTADO DEL ARTE	34
3.2.1 Internacional	34
4. METODOLOGIA PROYECTUAL	40
4.1 DISEÑO DE INTERFAZ GRÁFICA DEL USUARIO	40
4.1.1 Análisis jerárquico de tareas (HTA)	40
4.1.2 Lluvia de ideas.	40

4.1.3 Card-sorting cerrado	41
4.1.4 Metodología iterativa.	41
4.1.5 Comprobaciones.	42
4.2 DISEÑO DE PRODUCTO	43
4.2.1 Identificación de las necesidades del cliente	43
4.2.2 Especificaciones del producto	44
4.2.3 Generación de concepto	44
4.2.4 Selección del concepto	44
4.2.5 Prueba de concepto.	44
4.2.6 Diseño estético	44
4.2.7 Diseño industrial	45
4.2.8 Diseño para la manufactura.	45
4.2.9 Elaboración del modelo funcional	45
4.2.10 Comprobaciones.	45
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	48
5.1 DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO	48
5.2 PRIMERA PRUEBA DE USABILIDAD	52
5.2.1 Principios de usabilidad a evaluar	53
5.2.2 Protocolo prueba de usabilidad	54
5.2.3 Pre-prueba	55
5.2.4 Interfaces utilizadas para la pre-prueba	55
5.2.5 Prueba de usabilidad	66
5.3 CARD SORTING ICONOGRAFÍA	70
5.3.1 Selección de participantes	70
5.3.2 Objetivos de la prueba	71
5.3.3 Selección de iconos.	71
5.3.4 Descripción de la prueba.	71
5.3.5 Componentes de la prueba.	72
5.3.6 Tarjetas a evaluar	72
5.3.7 Desarrollo de la prueba	74

5.3.8	Tabla de resultados	75
5.3.9	Conclusiones	76
5.4	INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA	79
6.	DISEÑO DE PRODUCTO	80
6.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO	80
6.1.1	Procedimiento.	80
6.1.2	Formato de encuesta.	80
6.1.3	Resultados encuesta de selección de temas.	81
6.2	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	82
6.2.1	Tabla de requerimientos	82
6.2.2	Jerarquización de las necesidades.	83
6.2.3	Parámetros	84
6.3	GENERACIÓN DE CONCEPTO	85
6.4	SELECCIÓN DE CONCEPTO	92
6.4.1	Pruebas técnicas	92
6.4.2	Conclusiones	97
6.4.3	Prueba con los usuarios.	98
6.4.4	Evolución de la alternativa seleccionada .	99
6.5	PRUEBA DE CONCEPTO	101
6.6	DISEÑO ESTÉTICO	101
6.6.1	Selección del aspecto estético	104
6.6.2	Manual de imagen	105
6.7	DISEÑO INDUSTRIAL	112
6.7.1	Calidad de interface del usuario (física)	112
6.7.2	Atractivo emocional	113
6.7.3	Uso apropiado de los recursos	113
6.7.4	Diferenciación del producto	114
6.8	DISEÑO PARA LA MANUFACTURA	115
6.8.1	Story-board interfaz	115
6.8.2	Story-board información	115

6.8.3 Imagen de la interfaz	116
6.8.4 Marcadores seleccionados	116
6.8.5 Planos técnicos. (Ver anexo F)	117
6.8.6 Proceso de desmaterialización	117
6.8.7 Tabla de costos	118
6.8.8 Diagrama de uso. (Ver anexo G)	118
6.8.9 Diagrama de periféricos. (Ver anexo H)	118
7. CONCLUSIONES	119
8. PERSPECTIVAS	120
BIBLIOGRAFÍA	121
E-GRAFÍA	122
ANEXOS	124

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelo mental de un usuario occidental	34
Figura 2. New Horizon	35
Figura 3 AR Chemistry	36
Figura 4 LearnAR	37
Figura 5 Magic book	38
Figura 6. Colección Bicentenario	39
Figura 7. Metodología diseño de interfaces	41
Figura 8 Secuencia de inicio	48
Figura 9. Diagrama operaciones y funciones 1	49
Figura 10. Diagrama operaciones y funciones 2	49
Figura 11. Wireframe 1	50
Figura 12. Wireframe interfaz 2	51
Figura 13. Wireframe interfaz 3	51
Figura 14. Selección de gamas	63
Figura 15. Tipografía	65
Figura 16. Interfaces Prueba de usabilidad	66
Figura 17. Resultados prueba de usabilidad	68
Figura 18. Tarjetas Card-sorting	72
Figura 19. Desarrollo prueba Card-sorting	74
Figura 20. Resultados Card-sorting	75
Figura 21. Interfaz seleccionada	79
Figura 22. Idea 1 dobleces 2-D	85
Figura 23. Idea 2 ensamble 2-D	86
Figura 24. Idea 3 marcador volumétrico	87
Figura 25. Idea 4 marcador 3-D	88

Figura 26. Idea 5 giroscopio	89
Figura 27. Idea 6 sistema planetario de marcadores	90
Figura 28. Idea 7 marcador en esferas	91
Figura 29. Idea 8 bloque	92
Figura 30. Prueba formas marcador plano	93
Figura 31. Modelo idea planetario	94
Figura 32. Prueba técnica marcador prisma	94
Figura 33. Modelo pirámide	95
Figura 34. Modelo cubo	95
Figura 35. Modelo ensamble	96
Figura 36. Tabla de parámetros	98
Figura 37. Evolución de la alternativa	100
Figura 38. Alternativa amarilla	102
Figura 39. Alternativa rojo	102
Figura 40. Alternativa menta	103
Figura 41. Alternativa orquídea	103
Figura 42. Alternativa mora-azul	104
Figura 43. Resultados aspecto estético	104
Figura 44. Story-board	115
Figura 45. Interfaz del programa	116
Figura 46. Marcadores seleccionados	116
Figura 47. Resultado desmaterialización	117

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados Pre-prueba de usabilidad	60
Tabla 2. Resultados encuesta temas	81
Tabla 3. Tabla de requerimientos	82
Tabla 4. Tabla de jerarquización	83
Tabla 5. Tabla de parámetros	84
Tabla 6. Selección prueba técnica	97
Tabla 7. Prueba de concepto	101
Tabla 8. Tabla de costos	118

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Solicitud enviada a los colegios seleccionados	124
ANEXO B. Formato encuesta pre-prueba de usabilidad	125
ANEXO C. Formato encuesta prueba de usabilidad	126
ANEXO D. Formato encuesta selección de temas	127
ANEXO E. Story-Board Información	130
ANEXO F. Planos técnicos	136
ANEXO G. Diagrama de uso	140

RESUMEN

TITULO: DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÓDULO DE APOYO A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA BÁSICA EN LA MEDIA VOCACIONAL POR MEDIO DE LA REALIDAD AUMENTADA (RA)

AUTORES: Diana Marcela Figueroa Quiroga, Wilmer Leonardo Angarita Maldonado**

PALABRAS CLAVES: Realidad, Aumentada, diseño, marcadores, química y enseñanza.

CONTENIDO

El módulo diseñado integra la tecnología de la Realidad Aumentada al proceso de enseñanza/aprendizaje de la química en la media vocacional, este proceso partió desde lo más básico sin emplear componentes predefinidos de ningún tipo, virtual ni físico, como resultado se logra un producto que reúne un grupo de marcadores diseñados y configurados en un volumen. Además está planteada la interfaz gráfica del usuario que se implementará en el desarrollo del software, siendo este el que finalmente asocia el componente virtual con el físico.

Fue desarrollado utilizando metodologías propias del diseño industrial tales como: instrumentos de usabilidad, análisis jerárquico de tareas y card sorting para el componente virtual; A su vez: diseño y desarrollo de productos y diseño centrado en el usuario, para el componente físico. Teniendo en cuenta los requerimientos técnicos determinados por medio de pruebas y los requerimientos del usuario resultantes de las metodologías aplicadas, se logró definir en su totalidad las características que cumplen con los objetivos propuestos para el proyecto.

Como impacto positivo para la escuela de diseño industrial, el proyecto deja planteado un nuevo campo de acción e investigación donde se puede profundizar en diferentes áreas técnicas y del conocimiento, además de promover espacios de multidisciplinariedad. Además de dicho impacto el proyecto deja sentadas las bases que contribuirán a futuros desarrollos en realidad aumentada y la posibilidad de productos de diseño industrial que combinen elementos virtuales y físicos.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director Miguel Enrique Higuera Marín.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MODULE TO SUPPORT THE TEACHING OF BASIC CHEMISTRY IN HIGH SCHOOL THROUGH AUGMENTED REALITY (AR) *

AUTHORS: Diana Marcela Figueroa Quiroga, Wilmer Angarita Leonardo Maldonado **

KEY WORDS: Reality, Augmented, design, markers, chemistry and education.

CONTENT

The designed module integrates the Augmented Reality technology to the teaching / learning of chemistry in high school, this process started from the basics without using predefined components of any kind, physical or virtual, as result it gets a product that brings together a marker's group designed and configured in a volume. Also is propound a graphical user interface to be implemented in the software development, which is that finally associates the virtual and physical component.

It was developed using industrial design methodologies such as usability tests, hierarchical task analysis and card sorting for the virtual component, also as: product design and development and user-centered design for the physical component. Taking into account the technical requirements determined through testing and user requirements resulting from the applied methodologies, have helped to define fully the features that meet the traced objectives for the project.

As positive impact in the industrial design school, the project leaves raised a new field of research and action where is possible delve into technical areas and knowledge, also promoting multidisciplinary spaces. . In addition to this impact the project does lay the groundwork that will contribute to future developments in augmented reality and the possibility of industrial design products that combine virtual and physical elements.

* Graduation Project

** School of Physics and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Enrique Miguel Higuera director Marin.

INTRODUCCIÓN

La manera de percibir el entorno ha evolucionado significativamente debido al desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que enriquecen y complementan este proceso. La aparición de la realidad aumentada (RA) ha evolucionado cada aspecto de la vida cotidiana, ya que hace presencia hasta en las tareas más básicas de una rutina personal, facilitando los procesos y enriqueciendo la experiencia.

La RA no busca abstraer al usuario de la verdad, por el contrario adiciona información a la realidad, complementando y facilitando la apreciación de la misma. Por esto, emplear esta tecnología en la educación ha enriquecido la manera en que los estudiantes reciben e interiorizan la información, ya que obtienen una visión real de cada aspecto tratado y logran un auténtico acercamiento a estos.

En asignaturas como química donde su contenido requiere una visión en tres dimensiones para la total comprensión de sus temáticas, resulta ser un apoyo para los educadores, ya que hasta el momento las ayudas audiovisuales con las que se cuentan no ofrecen una perspectiva cercana ni tangible de este tipo de fenómenos. La realidad aumentada al brindar la posibilidad de percibirlos tridimensionalmente y relacionarse con estos, permite tanto a profesores como alumnos percibir y analizar cada aspecto que conforma la asignatura, resultado de una interacción directa entre ellos.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tecnología de Realidad Aumentada (RA), es una tecnología que aunque ya lleva una gran cantidad de tiempo siendo utilizada en muchas aplicaciones a nivel mundial, es quizás también una de las menos aprovechadas en nuestro país; la falta de información al respecto de estas tecnologías y la incertidumbre que se presenta al tratar de pensar en ellas como una posible vía de solución y desarrollo en diversas áreas pueden ser parte del no aprovechamiento de estos recursos digitales sin embargo esta tecnología ya lleva mucho tiempo en vigencia tanto teórica como práctica.

El concepto de crear en cierta medida una nueva realidad diferente a la que se percibe no es actual, proviene de años atrás. “en el año 1962 Morton Heilig desarrolla el primer dispositivo analógico de inmersión multi-sensorial llamado ‘Sensorama’ (Dra. María Lucila Morales, 2011)”¹. Este dispositivo permitía en cierta medida envolver al usuario en una realidad alterna a través de elementos multimedia, existen muchas otras actividades a las cuales este concepto es aplicable y no solo en el acto de entretener, quizás las ideas más tempranas fueron enfocadas en esa dirección, pero también es posible cambiar completamente muchos paradigmas en otras áreas, creando así una nueva y enriquecida experiencia.

La realidad aumentada está ligada o más bien parte del concepto de la Realidad Virtual sin embargo hay diferencias marcadas en las dos, en otras palabras la realidad aumentada está a medio camino entre la realidad y la realidad virtual, es

¹ DRA. MORALES, María Lucila. (2011). Aplicaciones de los mundos virtuales. Recuperado de http://www.academia.edu/1709123/Aplicaciones_de_los_Mundos_Virtuales

decir que la realidad aumentada posee elementos de las dos con mayor o menor medida; lo que se busca siempre con la Realidad Aumentada y estas tecnologías es complementar y enriquecer la realidad con información acerca de la misma, también para lograr presentar de manera diferente la información que podemos encontrar en la realidad, para hacerla más fácil de adquirir, comprender y utilizar.

La realidad aumentada ha sido utilizada y desarrollada con mucho énfasis en los campos del entretenimiento y del mercadeo, ya que ha sido bastante conveniente para ello puesto que la generación de experiencias nuevas en estas áreas es fundamental y este es el corazón de la Realidad Aumentada; esto ha sido posible al avance de otras tecnologías portables y demás que proporcionan el soporte suficiente para el consumo de la misma. Los resultados han sido muy impactantes, la manera en como la información virtual complementa la real y la capacidad de poder diseñar la experiencia del usuario completamente por medio de estas, son las que impulsan nuestra dirección hacia esta tecnología para darle un aprovechamiento en otras áreas en las que el diseño de experiencias podrían ser muy útiles y otorgar gran ventaja.

La experiencia de la Realidad Aumentada es un proceso que puede diseñarse para crear diversas sensaciones y percepciones de la información presente en la realidad por medio de los complementos virtuales, por lo tanto, es posible realizar procesos racionales con esta en los cuales se muestre la información de una forma consecuente al objetivo que nos hemos planteado al diseñar la experiencia, es por esto que la realidad aumentada tiene cabida en la presentación de contenidos ya sea para simplemente mostrarlos, publicitarlos o incluso para enseñarlos; partiendo de esto vemos que la realidad aumentada puede ser no solo una herramienta de presentación de contenidos, es además una herramienta capaz de complementar la información aislada y abstracta en tiempo real, haciendo posible su fácil entendimiento dependiendo del diseño de la información con la que se va a complementar, es aquí cuando vemos los usos de esta en la

educación, y quizás “uno de los más conocidos sea el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda, en donde el alumno lee un libro real a través de un visualizador de mano y ve sobre las páginas reales contenidos virtuales. De esta manera cuando el alumno ve una escena de Realidad Aumentada que le gusta puede introducirse dentro de la escena y experimentarla en un entorno virtual (Baxogain, 2013)”², siendo este un uso apenas intuitivo del cómo aprovechar la realidad aumentada, sin embargo hay otros usos en los que el diseño de la información puede ir en diversos formatos como en el propuesto por institutos como el MIT, “estos juegos buscan involucrar a los estudiantes de educación secundaria en situaciones que combinan experiencias del mundo real con información adicional que se les presenta en sus dispositivos móviles (Baxogain, 2013)”³ modificando por completo la experiencia de resolución de un problema, aproximando al estudiante a un nuevo nivel en la solución de problemas teniendo en cuenta el entorno real y la información complementaria necesaria virtual.

En todas las áreas del conocimiento es fundamental la habilidad para resolver problemas y el entendimiento de estas áreas es importante para lograr la habilidad de usar esos recursos, sin embargo no todos estos conocimientos están relacionados a la realidad y se los presentan de manera abstracta y en muchas ocasiones de manera poco convenientes para el entendimiento de estos en las aulas de clases; esto es notable sobre todo en las áreas del conocimiento que requieren del uso de elementos gráficos para explicar los fenómenos que ocurren en un espacio tridimensional. Siendo este el caso en la enseñanza de las ciencias como la química.

² BAXOGAIN, M, *et al.* (2013). Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente. Recuperado de http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf

³BAXOGAIN. (2013).

En la educación se han desarrollado métodos de visualización para el ejercicio de la enseñanza, sin embargo estos métodos han estado en uso durante mucho tiempo y es necesario actualizarlos y mejorarlos, o incluso cambiarlos completamente, tales como las fichas impresas, carteleras, etcétera.

Hoy día contamos con grandes herramientas que enfocadas apropiadamente, pueden lograr un gran cambio en la experiencia de nuestras aulas de clase y porque no de romper el paradigma de una educación estática y poco atractiva a los ojos de los estudiantes más jóvenes.

La química es una de esas áreas del conocimiento que requiere de un uso extremo de los recursos gráficos, pero en una educación orientada a desarrollar este tipo de conocimientos en la tradicional hoja de papel o pizarrón es muy difícil que un estudiante no solo conozca sino que además interiorice el conocimiento y lo haga suyo, es por esto que las tecnologías como la Realidad Aumentada nos podrían proporcionar una nueva vía para este proceso educativo, incorporándola como una herramienta más de visualización de conceptos dándonos la oportunidad de diseñar la experiencia de la enseñanza/aprendizaje en nuestras aulas de clase haciendo de estas mucho más dinámicas y relacionadas con lo que nos rodea, por lo tanto surge la necesidad de desarrollar un módulo de apoyo a la enseñanza de la química básica en la media vocacional por medio de la realidad aumentada, buscando con esto nuevas experiencias y medios para apoyar a la educación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar por medio de la Realidad Aumentada (RA) un módulo de enseñanza-aprendizaje para apoyar la enseñanza de la química básica en la media vocacional; el módulo está compuesto por elementos virtuales como el diseño de la información y la interfaz gráfica; además, de elementos físicos como los marcadores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los contenidos del área de química que se van a implementar en el módulo
2. Definir cómo se visualizarán cada uno de los contenidos establecidos.
3. Aplicar metodologías del diseño industrial en el desarrollo del módulo que apoya el proceso de enseñanza/aprendizaje.
4. Diseñar la interfaz gráfica del usuario que se propondrá para la implementación del software.
5. Desarrollar un producto: marcador, donde se integren las necesidades del usuario, requerimientos técnicos, y de uso, permitiendo una adecuada interacción entre los docentes y el módulo.
6. Proponer una herramienta didáctica que aporte en el desarrollo de una nueva experiencia de enseñanza/aprendizaje de la química básica en las aulas de clase.

2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el proceso de enseñanza/aprendizaje son muy importantes los métodos de visualización y presentación de conceptos, puesto que estos son las herramientas con las cuales la transmisión de los conocimientos es posible, la importancia de renovar y mantener estos métodos funcionando correctamente es fundamental para lograr que este proceso de comunicación entre maestro y estudiantes sea claro. Sin embargo el proceso educativo no es un proceso estático, los conocimientos así como el ámbito que nos rodea, en donde estos serán aplicados, cambia a todo momento, esto demanda que los métodos de visualización y presentación de conceptos tengan que evolucionar y renovarse o incluirse unos completamente nuevos a este proceso.

La necesidad de cambiar y renovar estos métodos nos orienta a nuevas tecnologías y maneras de organizar la información para su mejor entendimiento, y desde la perspectiva del diseño es posible lograr una construcción consciente de estos procesos, es entonces la realidad aumentada una alternativa enteramente viable para desarrollar un nuevo método de visualización ya que amalgama realidad con virtualidad permitiendo cambiar la experiencia del estudiante y del maestro en el aula de clases.

2.4 IMPACTO DEL PROYECTO

El proyecto busca intervenir el proceso de enseñanza de la química en los niveles correspondientes a media vocacional en el aula de clase, específicamente en aquellos temas donde el maestro requiere un medio de expresión gráfico para transmitir el contenido del tema y a su vez facilitar la visualización y comprensión del mismo a los estudiantes.

Igualmente se da una alternativa al docente para enriquecer su metodología de enseñanza a través de la tecnología de RA que permite una interacción en tiempo real entre la información correspondiente al área de conocimiento y los receptores de la misma, representándola por medio de volúmenes, colores, texturas, animación, etcétera añadidos al entorno del aula simultáneamente a la teorización que el docente va impartiendo tradicionalmente.

Indirectamente la forma en la que el estudiante recibe e interioriza la información puede cambiar positivamente con respecto a la manera en la que lo venía haciendo, ya que el método tradicional se ve alterado con representaciones tridimensionales (modelados y animaciones 3-D) agregadas al ambiente real que permite una mayor interacción con el conocimiento adquirido, y la asociación que podría realizar de éste, sería de carácter dinámico gracias a la percepción que el estudiante tendría del tema.

En un aspecto más global, el proyecto aporta un nuevo método de aplicación para la realidad aumentada, que trasciende los estándares preestablecidos en el uso de la RA. Ya que la forma en la que se plantea el producto no se limita a mostrar una imagen fija del tema acompañado de un texto (libro) sino la representación interactiva de todo el contenido apoyado por la cátedra impartida por el maestro, por lo tanto el proceso de comunicación entre el usuario y la información es totalmente dinámico.

2.5 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto abarca todo el proceso de diseño desde la recolección de los datos necesarios para la identificación de las necesidades del cliente hasta la elaboración de un prototipo funcional que complementa la enseñanza impartida por los docentes del área de química a sus estudiantes en los niveles de media vocacional.

Dentro del desarrollo de la herramienta se busca incluir los temas comprendidos en ésta área del conocimiento, que requieran de un medio de apoyo gráfico e interactivo, ya que su contenido no es fácilmente representable en un tablero de dos dimensiones y su visualización es fundamental para la comprensión del mismo.

Se implementará el uso de la RA como eje central del proyecto además de tecnologías de visualización tales como: modelado 3-D y animación digital. El diseño de los códigos, el diseño de interacción y la programación básica que requiera para su funcionamiento serán los canales de comunicación entre el usuario final y el módulo.

En un aspecto particular se genera un interés por incluir las nuevas tecnologías en el desarrollo de productos de Diseño Industrial de naturaleza híbrida donde éste no solo tiene una parte física (tangibles) sino que también posee un componente virtual (intangibles) indispensable para su funcionamiento además de otorgarle un carácter propio de innovación.

2.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO

El contenido del módulo se limita a un número determinado de temas definidos por medio de una recolección de datos con los usuarios finales.

Los temas predefinidos serán una representación gráfica de la información dada por el docente y no la totalidad del contenido teórico.

La disposición de los maestros a incluir una nueva herramienta multimedia a su metodología de enseñanza.

El grado de colaboración por parte de las instituciones educativas para lograr el contacto con los usuarios finales (docentes del área de química).

El nivel de actualización e interés que cada uno de los docentes manifieste.

El sistema operativo donde se ejecutará el módulo será Windows XP o recientes.

Requiere para su funcionamiento una cámara digital adecuada con una correcta iluminación de “200 lux (Universidad Complutense de Madrid, 2013)”⁴.

El nivel de programación requerido sea muy complejo, haciendo necesaria la intervención de personal capacitado para realizarlo.

El tiempo para el desarrollo del proyecto.

2.7 USUARIOS

2.7.1 Usuarios directos. Profesores del área de química en los niveles de media vocacional en colegios de la ciudad de Bucaramanga.

2.7.2 Usuarios indirectos

- Estudiantes de los niveles de media vocacional.
- Directivos de los colegios de Bucaramanga.
- Entidades de evaluación para el nivel académico de las instituciones educativas.
- Fabricantes y distribuidores de material educativo para media vocacional.

⁴ Universidad Complutense de Madrid. (2013). Ergonomía ambiental. Recuperado de http://alvarocamps.wikispaces.com/file/view/ERGONOMIA+2_ambiental.pdf.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 MARCO TEÓRICO

En la actualidad la educación en Colombia ha venido evolucionando de manera lenta, en cuanto a los procesos de enseñanza/aprendizaje, por muchas razones, principalmente por las bajas inversiones en tecnología, siendo el nuestro uno de los dos países con menor porcentaje de penetración de PC en la región. “1,76 millones a fines del 2004, lo que representa una penetración de 3,9% (Business News Américas, 2005)”⁵

Estos objetos de uso (virtuales o reales) son muy importantes para nuestro problema planteado ya que son ellos los que modificarán en mayor o menor medida las dinámicas que serán el puente para transmitir el mensaje del conocimiento en las aulas de clase, es así como un libro con tipografías adecuadas e ilustraciones llamativas y bien elaboradas puede permitir a los estudiantes mantenerse más interesados en él, que si uno que no tiene estas características, logrando así el primero, un pequeño aporte al proceso de enseñanza/aprendizaje.

Estos “aportes” que dichos objetos puedan realizar en los procesos de enseñanza/aprendizaje son en gran parte los que modificaran la experiencia del estudiante, es así como diseñar o incluir nuevos objetos de uso en estos procesos contribuye al desarrollo de nuevas y mejores experiencias de enseñanza/aprendizaje en la educación.

⁵ Business News Américas. (2005). Penetración de PC alcanza 3.9%. Recuperado de http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Penetracion_de_PC_alcanza_3,9*

Es entonces cuando el diseñar estos objetos incluidos dentro de una dinámica en las aulas, es contribuir al diseño de nuevas experiencias, es incorporar el diseño industrial en el proceso metodológico de enseñanza/aprendizaje, desde un punto de vista objetual, no para crear un nuevo modelo pedagógico, que es una tarea mucho más compleja y ardua, tal como lo menciona Press y Cooper (2009) “Si bien el diseño puede incursionar, no es la respuesta definitiva, pero si puede ayudar a transformar el conjunto de vivencias en este determinado ámbito de la cotidianidad” (p. 88). Por lo tanto cambiar la experiencia que el maestro y alumno comparten en este mismo.

Teniendo en cuenta las etapas planteadas por Press y Cooper (2009):

“El ciclo de la experiencia comienza con el contexto vital, el fondo cultural y social de cada diseño. El curso de esta experiencia continúa con la etapa de vinculación, durante la cual el usuario toma consciencia inicial del diseño. En esta etapa el diseño debe cumplir con tres objetivos: debe lograr que los usuarios perciban su naturaleza distintiva, debe atraer y mantener el interés y debe comunicar los atributos fundamentales del producto. La siguiente etapa es la de la experiencia en sí misma. En este caso el desafío no es solo satisfacer las expectativas del usuario, sino ir más allá y proporcionar beneficios extraordinarios e inesperados” (p.88 - 91)⁶.

Son estas tres etapas usualmente mencionadas para fines de mercadeo en el diseño de experiencias de consumo las cuales son de interés para nuestro diseño de experiencia ya que la última etapa tiene que ver con la desvinculación del usuario hacia el objeto, esto quiere decir que dentro de esta concepción de diseño se espera que el usuario adquiera otro nuevo objeto o que tienda a querer actualizar el mismo incluyendo así al usuario en la maquinaria del consumo, sin embargo para nuestros objetivos esta etapa no es necesaria ya que se quiere lograr una experiencia duradera y satisfactoria en los usuarios y el deseo de adquirir o no un nuevo objeto o de actualizarlo no es el objetivo de esta experiencia, no se trata de comercializar el diseño en las aulas, lo que se intenta

⁶ PRESS, Mike. COOPER, Rachel. (2009) El diseño como experiencia: El papel del diseño y los diseñadores en el siglo XXI. Barcelona: Gustavo Gili.

es transformar la manera en la que se desarrolla el proceso de enseñanza/aprendizaje, es incorporar de una forma el aprendizaje en el estudiante y el ejercicio de la enseñanza en el maestro, por medio de un objeto de uso para los mismos.

3.1.1 Realidad aumentada. “La realidad aumentada es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real combinada con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real (Daniel Abril, 2013)”⁷. Esto quiere decir que esta tecnología no aísla la realidad recreando una nueva como lo hace la realidad virtual, sino que le adiciona información a la realidad jugando el papel de complemento, ya sea por medio de gráficos 2d o 3d o simplemente datos o esquemas para facilitar cierta información.

La integración de objetos con mundos reales y virtuales, a veces agregados, combinados o intercambiados, es el área de la creación y manejo de la realidad mezclada. Básicamente si en el entorno donde se encuentra inmerso el usuario predomina un ambiente virtual donde se agregan elementos tanto virtuales como reales, se habla de realidad virtual; mientras que si el entorno dominante es real y se le agregan objetos virtuales, se habla de RA.

Al definir claramente el concepto de RA separándola totalmente de la realidad virtual se diferencian fácilmente las aplicaciones y usos logrados con cada una de éstas, para el interés del proyecto de centra totalmente la atención en la primera. Ésta puede ser usada en varios artículos electrónicos hoy día, desde computadores hasta dispositivos móviles, sin embargo cada uno tiene sus propias limitaciones y requerimientos de acuerdo a sus características, a su vez los alcances logrados en cada una de las ramas posibles generan variedad y

⁷ ABRIL, Daniel. (2013). Realidad Aumentada. Recuperado de <http://museusinovestecno.files.wordpress.com/2012/09/realidad-aumentada.pdf>

resultados llamativos en comparación con las herramientas tradicionales (libros, revistas, fichas ilustradas, videos educativos, etcétera).

“En la actualidad podemos encontrar dos tipos de realidad aumentada, una basada en marcadores o imágenes y otro basado en la posición (Fundación telefónica, 2011)”⁸.

El que se encuentra basado en marcadores es la más común de todas y la más fácil de implementar, esta utiliza imágenes o marcadores que están impresos en algún material y al reconocerlos el software de realidad aumentada por medio de la cámara este superpone la información asociada al marcador.

El otro tipo es la que está basada en la posición, a estos le llama comúnmente navegadores de realidad aumentada y se han desarrollado principalmente debido al avance de los dispositivos móviles, esta funciona gracias a otras tecnologías y herramientas que se encuentran en el dispositivo tales como el GPS y el acelerómetro. Cuando el usuario mueve el dispositivo captando con la cámara el entorno esta añade en la imagen los puntos de interés a partir de un mapa de datos.

3.1.2 Usabilidad. Según la norma ISO 9241-11 (1998) se define el término como “La medida en la que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos concretos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un determinado contexto de uso”, para abarcar esta temática se tendrán en cuenta los principios y consideraciones de Jacob Nielsen (1990) en cuanto a usabilidad en productos.

⁸ Fundación telefónica. (2011). Realidad Aumentada: Una nueva lente para ver el mundo. Recuperado de http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/Realidad_Aumentada_Completo.pdf

Estos son:

- Visibilidad del estado del sistema: el sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.
- Relación entre el sistema y el mundo real: el sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario, más que con términos relacionados con el sistema. Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
- Control y libertad del usuario: hay ocasiones en que los usuarios elegirán las funciones del sistema por error y necesitarán una “salida de emergencia” claramente marcada para dejar el estado no deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben apoyar las funciones de deshacer y rehacer.
- Consistencia y estándares: los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa; siga las convenciones establecidas.
- Prevención de errores: mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error es realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas.
- Reconocimiento antes que recuerdo: se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones, El usuario no tendría que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.
- Flexibilidad y eficiencia de uso: la presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos que la que el sistema puede proveer a los usuarios de todo tipo. Se debe permitir que los usuarios adapten el sistema para usos frecuentes.

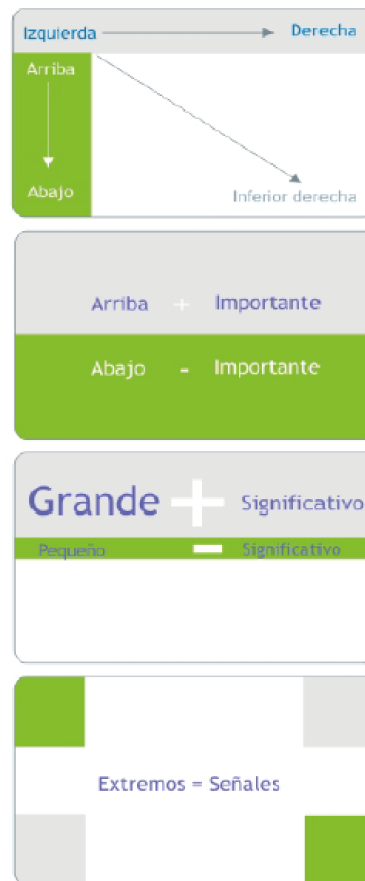
- Estética y diseño minimalista: los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información en un diálogo, compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.
- Ayudar a los usuarios a reconocer: diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
- Ayuda y documentación: incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

3.1.3 Diseño centrado en el usuario (DCU). Los productos resultantes de un proceso de Diseño Industrial solucionan necesidades reales de usuarios concretos en contextos específicos. Por este motivo el eje central del proyecto será justamente el usuario tanto primario como secundario, y cada una de las metodologías que se implementarán corresponden a ésta premisa.

El diseño de un sistema de visualización en RA requiere de una doble interfaz, objeto físico y virtual se combinan para dar forma a la totalidad de la experiencia del uso, teniendo en cuenta que no se pueden manejar e forma separada el proceso debe llevarse a cabo en conjunto.

3.1.4 Orden de lectura. Teniendo en cuenta el orden de lectura de una persona occidental se considera la distribución de los elementos dentro de la interfaz teniendo en cuenta el nivel de importancia que tengan.

Figura 1. Modelo mental de un usuario occidental⁹



3.2 ESTADO DEL ARTE

3.2.1 Internacional

3.2.1.1 New horizon: Estos libros de texto conocidos como New horizon hacen parte de un curso de inglés implementado por la editorial japonesa TokyoShoseki que busca crear una transición entre los libros tradicionales y el ideal en el cual

⁹ DURAN, M. Y. (2009). Herramientas multimediales para la comercialización nacional e internacional de productos y servicios de la fundación cardiovascular de Colombia (FCV) diseño y desarrollo. Tesis de pregrado no publicada, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

cada uno de los estudiantes tendrá un Ipad. Básicamente combina el contenido o texto con videos que complementan la temática, éstos se pueden observar al descargar la aplicación que permite su visualización. La editorial japonesa “cree que un teléfono inteligente simple sería un enfoque más práctico a la educación. (Mobile commerce news, 2012)”¹⁰. A su vez un libro de texto no aporta el mismo nivel de interacción que un Smartphone o una Tablet, pero gracias a la masificación de los mismos puede lograrse un híbrido entre ambos haciendo que el nivel de incidencia de la tecnología en la educación sea mayor y en un futuro definitivo.

Figura 2. New Horizon



Fuente: Disponible en: <http://img.youtube.com/vi/j4qgT2QJUFA/0.jpg>

3.2.1.2 Ar Chemistry: Es una aplicación de realidad aumentada por medio de la cual se muestran algunas de las interacciones de los elementos de la tabla periódica tales como el agua (H₂O) la sal común (NaCl). Desarrollada por la empresa “Paradox D&D es una joven empresa creativa con base tecnológica, localizada en Valencia, dedicada al desarrollo de aplicaciones interactivas y videojuegos basados en nuevas tecnologías como Realidad Aumentada, Interfaces

¹⁰ Mobile commerce news. (2012). Tokio Shoseki lanza línea de realidad aumentada para libros de texto nuevos de la marca Horizon. Recuperado de <http://www.qrcodepress.com/tokyo-shoseki-launches-line-of-augmented-reality-textbooks-for-new-horizon-brand/857947/>

Naturales, Superficies Interactivas y smartphones & tablets. (Paradox design & development, 2013)”¹¹

Ar Chemistry consiste en una serie de marcadores con formato de fichas a través de las cuales los usuarios interactúan con la aplicación, de esta forma pueden crear algunos de los enlaces posibles entre elementos, observando la atracción entre electrones; el resultado del compuesto y como se encuentra en su estado natural.

Figura 3 AR Chemistry



Fuente: Disponible en: <http://www.digitalavmagazine.com/wp-content/uploads/2013/03/AR-Chemistry-605x336.jpg>

3.2.1.3 LearnAR: “Se trata de un paquete de diez recursos curriculares para profesores y estudiantes a explorar mediante la combinación del mundo real con contenido virtual utilizando una cámara web (James Alliban, 2010).”¹² A través de

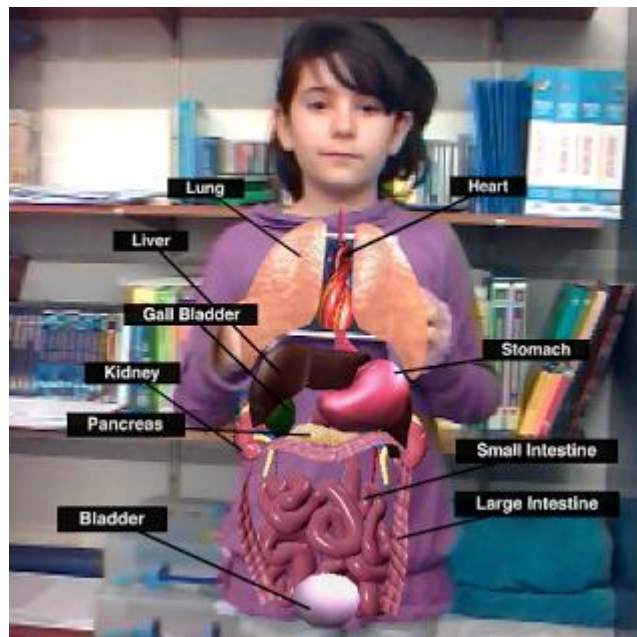
¹¹ Paradox design & development. (2013). Quienes somos. Recuperado de <http://www.pdxstudio.com/>

¹² ALLIBAN, James. (2010). LearnAR - eLearning con realidad aumentada. Recuperado de <http://jamesalliban.wordpress.com/2010/03/16/learnar-elearning-with-augmented-reality/>.

su página web esta organización muestra por medio de realidad aumentada temas básicos de la enseñanza para estudiantes en áreas como: química, biología, idiomas, entre otros. Los van desarrollando a manera de cuestionarios donde el usuario debe analizar la información que se le muestra y escoger la respuesta correcta dentro de las cuatro opciones que se le ofrecen.

Su mercado objetivo son los colegios, ya que buscan a través de ésta enriquecer la experiencia de aprendizaje para los estudiantes y apoyar el proceso de enseñanza de los maestros. Gracias a esta interacción los usuarios obtienen un acercamiento más real a la información brindada, logran una imagen más tangible que las presentadas en imágenes de textos, o videos educativos.

Figura 4 LearnAR



Fuente: LearnAR. Disponible en: <http://3.bp.blogspot.com/-XmflJA9EpZE/TW>

3.2.1.4 Magic Book: El proyecto Magicbook desarrollado por el grupo activo HIT de Nueva Zelanda, explora la transición perfecta entre la realidad y la realidad virtual cuando los usuarios ven las páginas del libro real a través del dispositivo de mano, pueden ver contenido virtual superpuesto a las páginas reales.

“Cuando ven una escena a través de RA, el usuario puede volar en la escena y experimentarla como un entorno inmersivo virtual. Además, el libro es cooperativo. Cuando varios usuarios buscan en la misma página del libro se puede ver la imagen de AR desde su propio punto de vista y cuando uno se cruza en el modelo virtual, los demás usuarios lo ven como un personaje virtual en la escena. De esta manera, el MagicBook apoya la colaboración como un objeto físico, una experiencia compartida AR y un usuario multi-entorno virtual inmersivo. El MagicBook tiene muchas posibles aplicaciones en la educación, la arquitectura y el entretenimiento, entre otros. (HITLabNZ, 2013)”¹³

Figura 5 Magic book



Fuente: <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmentedreality?view=project&task=show&id=54> Disponible en:

¹³HITLabNZ. (2013). Magic book. Recuperado de <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>

3.2.1.5 Colección Bicentenario: La editorial Santillana apoyada en la agencia 3dementes lanzó en 2011 una colección de libros educativos para Colombia y Latinoamérica llamada colección bicentenario en la que se incluía la realidad aumentada como material de apoyo para sus textos, “de Matemática y Lenguaje de 1º a 8º Básico, Sociedad y Ciencias Naturales de 5º a 8º Básico. (Santillana, 2013)”¹⁴.

La mecánica desarrollada es muy simple para que los niños puedan acceder a esta, se registran en la página web donde acceden el código del libro y desde allí interactúan con las representaciones tridimensionales de los temas que se tratan en clase. Ha sido una herramienta ampliamente aceptada por los usuarios ya que “existen 20.000 niños inscritos en este programa.”¹⁵

Figura 6. Colección Bicentenario



Fuente: Editorial Santillana. Disponible en: <http://www.3dementes.com/resultados/sant>

¹⁴ Santillana. (2013). Bicentenario. Recuperado de <http://www.santillana.cl/Bicentenario/>

¹⁵ Editorial Santillana. Disponible en: <http://www.santillana.cl/Bicentenario/>.

4. METODOLOGIA PROYECTUAL

Para el desarrollo integral del proyecto es necesario considerar de manera global todos los aspectos que encierra, y determinar cómo afectará cada decisión tomada en el resultado final, para poder abarcar esa totalidad es necesario subdividir el mismo en varias etapas, cada etapa tendrá un proceso de desarrollo diferente pero complementario. No se puede concebir este proceso como lineal ya que algunas de las etapas son llevadas a cabo en simultánea.

4.1 DISEÑO DE INTERFAZ GRÁFICA DEL USUARIO

4.1.1 Análisis jerárquico de tareas (HTA). Es el punto de partida para el proceso de diseño de la interfaz. Para el desarrollo del HTA es necesario conocer los requerimientos del proyecto que son el punto inicial del proceso del diseño de la experiencia y son dados por la primera encuesta realizada a los usuarios directos del proyecto (profesores del área de química en la media vocacional) donde se indican los temas que ellos consideran pueden aprovechar mejor la herramienta en su campo. Al conocer éstos temas se procede a establecer la importancia relativa de cada uno de los componentes dentro de la aplicación. Por medio de un diagrama de operaciones y funciones, se asigna todos los pasos que debe realizar el usuario para lograr cada objetivo teniendo en cuenta su relevancia, es una primera diagramación de la información.

4.1.2 Lluvia de ideas. Teniendo definida la estructura que debe tener el programa se procede a realizar una lluvia de ideas donde se planea generar alternativas iniciales de la interfaz del programa. Esta etapa de generación de ideas es llevada a cabo por los diseñadores y evaluada por los usuarios. Al analizar los resultados de ésta primera prueba se generan las alternativas que se emplearán en la primera prueba de usabilidad.

4.1.3 Card-sorting cerrado. La prueba de card-sorting nos define toda la parte de iconos del programa. Teniendo en cuenta la traducción realizada por Mónica Aguerri (2004) del libro A syllabus of certain topics of logic de Charles Peirce (1903) se generan alternativas iconográficas para la aplicación, asignándole una tarjeta a cada una de éstas, finalmente el encuestado asignará a cada botón la tarjeta que considera mejor representa su contenido. De ésta forma quedará completamente definida la interfaz gráfica del usuario.

4.1.4 Metodología iterativa. Durante el proceso de diseño todas las metodologías empleadas arrojan resultados sobre partes específicas del proyecto, y el conjunto de estas interpretaciones finalmente formaran la totalidad del producto. Cada etapa del mismo se llevará a cabo de manera iterativa, de tal manera que permita “volver a las fases anteriores sin necesidad de realizar re-procesos y permitiendo la evolución del producto en diferentes ciclos de acuerdo al grado de especificación de los requerimientos. (Martinez, 2007).”¹⁶

Figura 7. Metodología diseño de interfaces



Fuente: MARTÍNEZ, Javier. Enfoque metodológico para el diseño de interfaces de usuario. Tesis de maestría

¹⁶ MARTÍNEZ, J. M. (2007). Enfoque metodológico para el diseño de interfaces de usuario. Tesis de maestría no publicada, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

4.1.5 Comprobaciones. Cada una de las etapas del proceso metodológico que encierra esta primera parte del desarrollo de la interfaz del usuario se acompaña con una comprobación por parte de los usuarios, abarca la pre-prueba y prueba de usabilidad y el card-sorting ya que requieren de una interacción constante con éstos.

4.1.5.1 Comprobación pre-prueba de usabilidad.

Objetivo: Determinar e identificar los elementos que deben componer la prueba de usabilidad para la interfaz.

Metodología:

- Se definen alternativas de interfaz
- Se establece una serie de tareas para la interacción usuario-interfaz.
- Se elabora una encuesta que registre la experiencia del usuario con relación a las variables a evaluar.
- Se procede a realizar la prueba.
- Se analizan los resultados.

4.1.5.2 Comprobación prueba de usabilidad

Objetivo: Determinar el diseño de interfaz más eficiente y comprensible para el usuario.

Metodología:

- Se definen alternativas de interfaz basados en los resultados anteriores
- Se establece una serie de tareas para la interacción usuario-interfaz.
- Se elabora una encuesta que registre la experiencia del usuario con relación a las variables a evaluar.
- Se procede a realizar la prueba.

- Se analizan los resultados.

4.1.5.3 Comprobación Card-sorting

Objetivo: Determinar la iconografía correspondiente a los botones del programa.

Metodología:

- Se definen alternativas de iconos.
- Se procede a realizar la prueba.
- Se analizan los resultados cualitativa y cuantitativamente.

4.2 DISEÑO DE PRODUCTO

Para el desarrollo de esta etapa del proyecto se toma como base la metodología propuesta por el libro Diseño y desarrollo de productos de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger, cuarta edición. Donde se exponen las fases de un proceso que culmina con un producto integral, el cual ha sido analizado y concebido en función de las necesidades reales que debe satisfacer y centrado totalmente en el usuario. A continuación se enumeran los pasos extraídos de la metodología que se van a seguir.

4.2.1 Identificación de las necesidades del cliente. Para poder determinar los requerimientos es necesario identificar inicialmente las necesidades del cliente. Para esto se procede a realizar una encuesta con el fin de determinar las temáticas que los docentes consideran pueden tener un mejor aprovechamiento de la tecnología RA y por ende de la herramienta de apoyo. Estos temas elegidos darán el inicio del proceso de diseño y concepción tanto del producto físico como de la interfaz del programa ya que nos limita a un número determinado de contenido a abarcar (los resultados de esta encuesta se muestran en la Tabla 5).

4.2.2 Especificaciones del producto. Esta fase va directamente relacionada con la anterior ya que busca expresar las necesidades manifestadas por el cliente de manera técnica y cuantitativa, ya que establece un rango medible dentro del cual se debe encontrar el producto. Fija los parámetros del proyecto.

4.2.3 Generación de concepto. Se busca explorar los diversos conceptos de producto que puedan dar solución a las necesidades del usuario. Teniendo en cuenta las especificaciones ya recolectadas en la etapa anterior y por medio del proceso creativo del equipo, se inicia el desarrollo de conceptos e ideas que puedan reunir todas las posibilidades de solución al problema de diseño planteado. Estos conceptos se presentarán en forma de bocetos acompañados de notas que describen la naturaleza de la idea y la forma en la que se está intentando dar solución a partir de dicho concepto.

4.2.4 Selección del concepto. El objetivo de esta fase es depurar los conceptos concebidos por el equipo de diseño, usando como filtro los parámetros fijados previamente. Adicionalmente esta fase puede dar lugar a refinamientos y evolución de las alternativas resultantes de la etapa anterior ya que es un proceso iterativo.

4.2.5 Prueba de concepto. Se busca determinar cuál es la alternativa que mejor se ajusta a las necesidades de los clientes, teniendo en cuenta las interacciones previas entre el usuario directo y las alternativas, y cuál de los conceptos enriquece más la experiencia del usuario al estar en contacto directo con él.

4.2.6 Diseño estético. Una vez teniendo seleccionado el concepto funcional que mejor se adapta a la intención del proyecto, se procede a hacer un estudio formal que busca generar empatía del usuario hacia el producto por medio de su estética.

Todo lo concerniente al manual de imagen del producto se lleva a cabo en esta fase para constituir su identidad.

4.2.7 Diseño industrial. Es la evaluación de calidad del producto en términos de solución de diseño a un problema real de los usuarios objetivo. Los criterios de calificación estarán dados por todos los aspectos que engloba el diseño industrial ya sean ergonomía, usabilidad, aspecto funcional, aspecto formal-estético, etc.

4.2.8 Diseño para la manufactura. Se establecen los materiales y procesos que se seguirán para la construcción del producto, incluyendo planos técnicos, diagramas de procesos, tablas de costos de producción y documentación para la programación del software.

4.2.9 Elaboración del modelo funcional

- En esta etapa se construye el modelo funcional del producto teniendo en cuenta la evaluación del diseño industrial y el resultado de todo el proceso en las etapas anteriores.

4.2.10 Comprobaciones. A continuación se describen las comprobaciones correspondientes a todo el proceso de diseño de experiencia.

4.2.10.1 Identificación de las necesidades del cliente:

Objetivo: Determinar las temáticas que se van a incluir en el módulo de apoyo.

Metodología:

- Se toman los contenidos tratados en la educación media vocacional de química.
- Se elabora una encuesta donde se registre la selección y las observaciones por parte de los profesores con respecto a las expectativas del proyecto.

- Se procede a realizar las encuestas.
- Se analizan los resultados.

4.2.10.2 Selección de conceptos:

Primer filtro de selección: prueba técnica

Objetivo: determinar los conceptos que son viables para la posterior prueba con los usuarios.

Metodología:

- Se realiza una matriz de selección.
- Se ordenan los conceptos en nivel de importancia.
- Se descartan las opciones con menos nivel de importancia para los objetivos del proyecto.

Segundo filtro de selección:

Objetivo: Evaluar las alternativas propuestas con los usuarios primarios y seleccionar la más adecuada para continuar con el proceso de desarrollo.

Metodología:

- Se seleccionan los conceptos que se evaluarán con los usuarios.
- Se construyen modelos de los conceptos seleccionados.
- Se procede a elaborar una simulación para la evaluación.
- Se realiza la prueba con los usuarios primarios.
- Se realiza el análisis de los datos recopilados.

Tercer filtro de selección: Evolución de la alternativa

Objetivo: Evolucionar el concepto seleccionado de acuerdo a las observaciones obtenidas en el segundo filtro.

Metodología:

Se toma el concepto seleccionado y se evoluciona, generando nuevas configuraciones teniendo en cuenta las observaciones positivas de las alternativas anteriores.

4.2.10.3 Prueba de concepto:

Objetivo: Determinar el concepto final que se va a emplear en el proyecto.

Metodología

- Se realiza una matriz de selección.
- se analizan los conceptos mejorados.
- Se selecciona el concepto.

4.2.10.4 Diseño estético:

Objetivo: determinar el aspecto estético del producto físico.

Metodología

- Se elabora el formato de encuesta.
- Se muestran las alternativas estéticas definidas por los diseñadores.
- Se recopilan las preferencias manifestadas por los encuestados.
- Se interpretan los resultados.

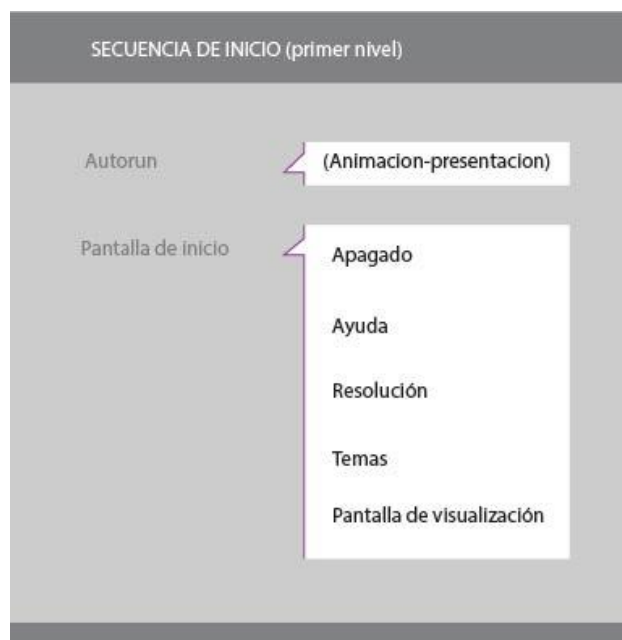
5. DESARROLLO DEL PROYECTO

Como se mencionaba anteriormente éste proyecto es necesario concebirlo en dos grandes partes una física y una virtual, sin significar que el proceso se lleva a cabo de manera separada, ya que las decisiones tomadas en cada una de estas dos partes afectan directamente a la otra.

5.1 DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

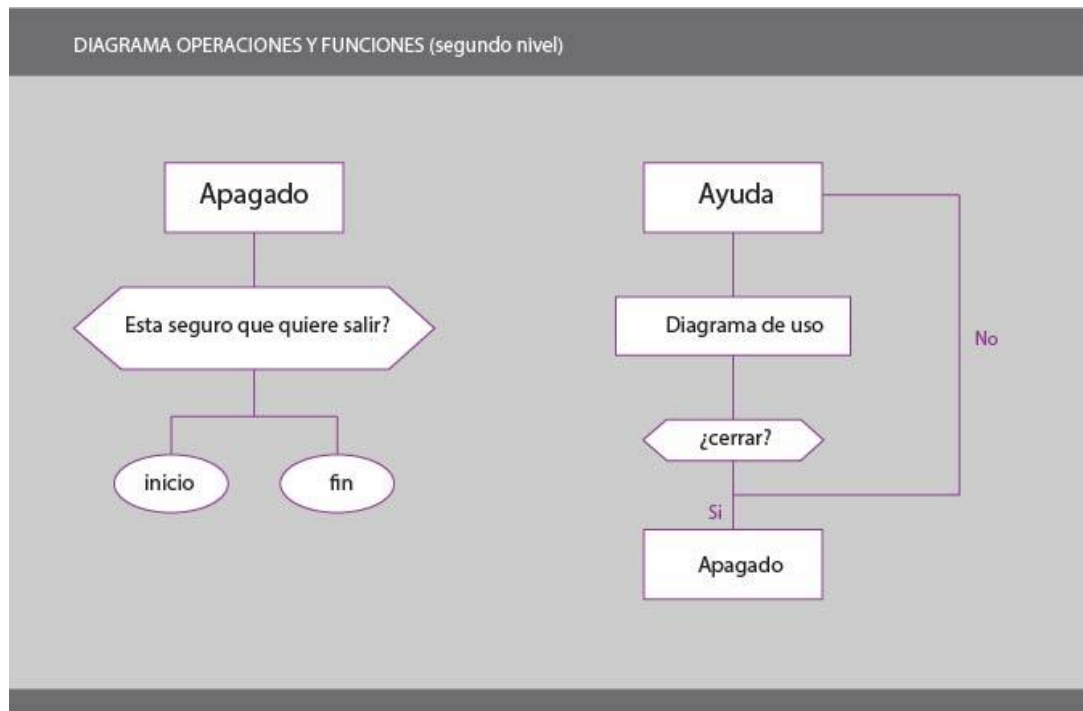
Este aspecto es netamente interactivo entre los diseñadores y los usuarios, ya que para evolucionar en este tema en particular es necesario centrar el proceso en torno a las personas que finalmente se relacionarán con el producto. Previamente al primer encuentro con los participantes se requiere identificar todas las tareas que deberá llevar a cabo el programa, para este fin se construye un diagrama de operaciones y funciones donde se determinen plenamente estos factores.

Figura 8 Secuencia de inicio



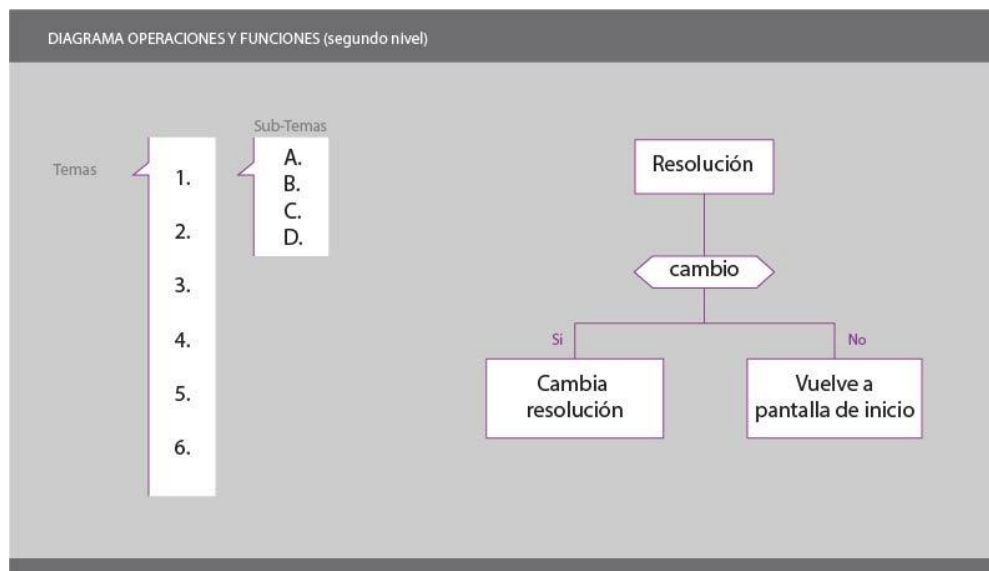
Fuente: Autores

Figura 9. Diagrama operaciones y funciones 1



Fuente: Autores

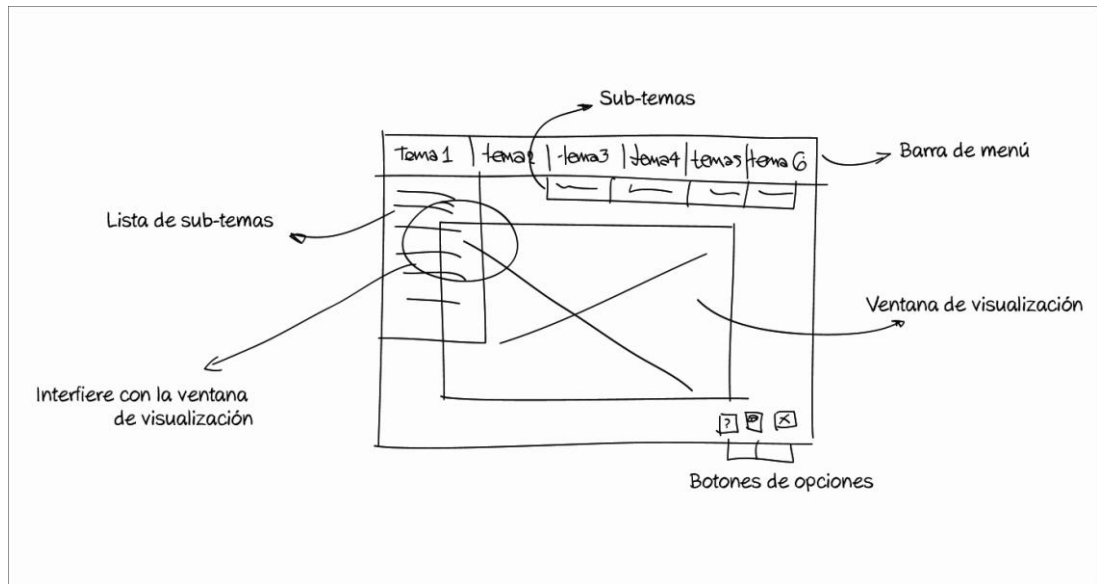
Figura 10. Diagrama operaciones y funciones 2



Fuente: Autores

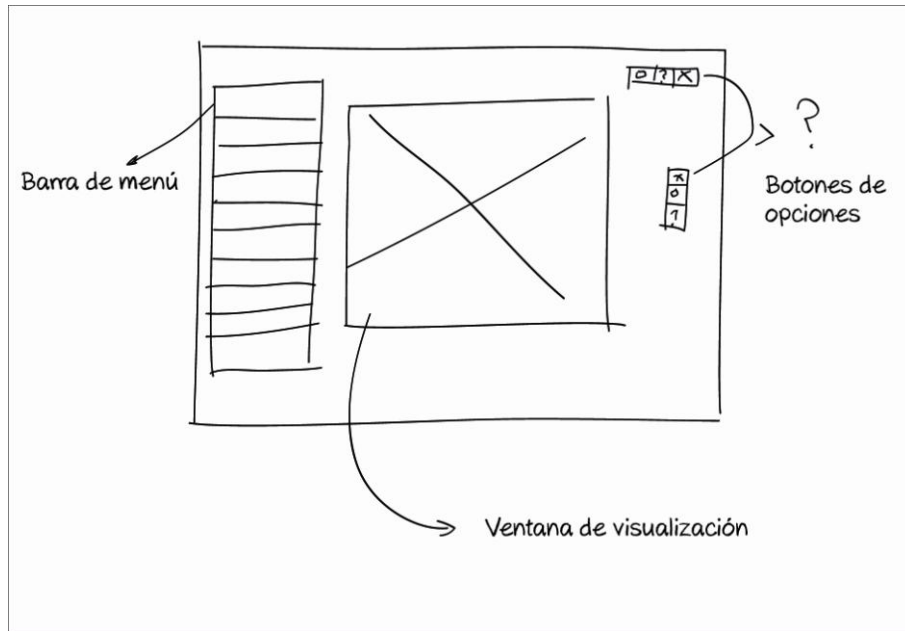
Teniendo en cuenta los resultados arrojados por este primer análisis se procede a realizar una lluvia de ideas buscando concluir en 3 alternativas de distribución de los elementos contenidos en la interfaz que se evaluarán con los usuarios y así determinar cuál de éstas se ajusta más a las necesidades del proyecto.

Figura 11. Wireframe 1



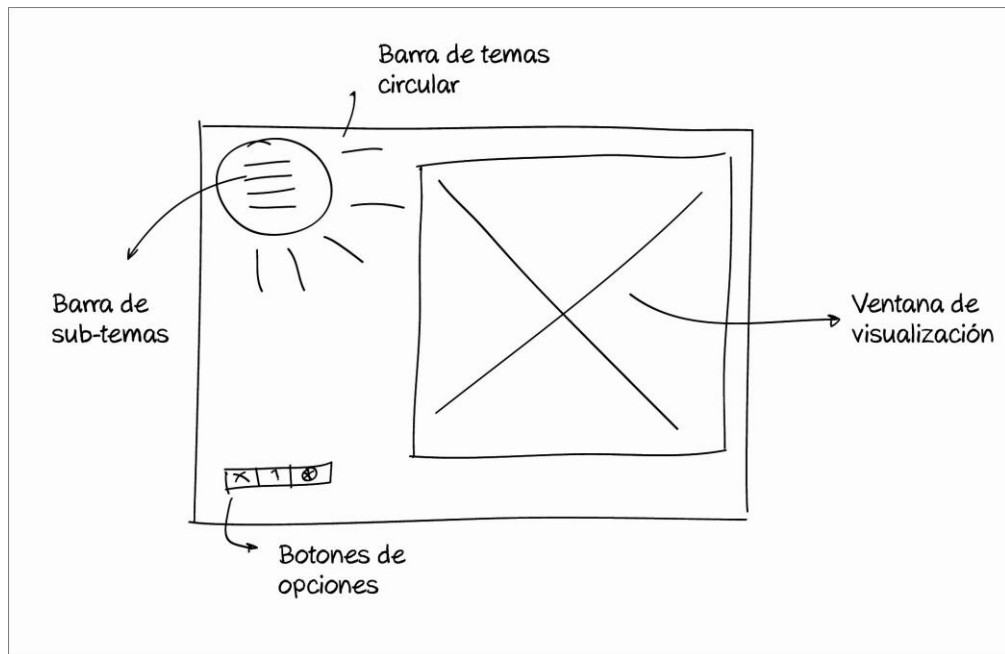
Fuente: Autores

Figura 12. Wireframe interfaz 2



Fuente: Autores

Figura 13. Wireframe interfaz 3



Fuente: Autores

Después de determinar las alternativas de disposición de los diferentes elementos se proceden a realizar 5 modelos de interfaz de acuerdo al proceso previamente realizado, con el fin de hacer un primer acercamiento con los usuarios, y determinar si las decisiones tomadas fueron acertadas o es necesario reconsiderar algunos aspectos.

5.2 PRIMERA PRUEBA DE USABILIDAD

Para el desarrollo de las pruebas con los usuarios se seleccionaron los siguientes colegios del área de Bucaramanga, a su vez se envió una solicitud (Ver Anexo A) con el fin de lograr el acercamiento con los docentes del área de química:

- Colegio Nuestra señora del pilar
- Colegio Nacional de comercio
- Colegio Psicopedagógico Carl Rogers
- Instituto técnico superior Dámaso Zapata
- Colegio Santander
- Colegio Virrey Solís
- Colegio integrado Santa Teresita
- Colegio San Bernardo
- Colegio Normal Superior

Después de realizar las visitas respectivas a los colegios se seleccionan 10 docentes de los mismos, con los cuales se realizó todo el seguimiento al proceso de diseño.

5.2.1 Principios de usabilidad a evaluar

Eficiencia

Es el tiempo que le toma al usuario realizar una tarea correctamente en la interfaz.

Variable: Numero de errores

Definición operativa: el número de errores que el usuario comete al realizar operaciones en la interfaz determina que tan rápido puede desarrollar la tarea.

Clase de variable: Cuantitativa.

Escala de medición: eficiente, normal, deficiente

Variable: Agilidad

Es la capacidad del usuario de ejecutar eficientemente una serie de pasos en la interfaz.

Clase de variable: Cuantitativa

Escala de medición: rápido, medio, lento

Reconocimiento

Es el nivel de identificación de cada uno de los elementos de la interfaz por el usuario.

Variable: Interpretación de la interfaz:

Que tan comprensible es la interfaz para el usuario.

Clase de variable: Cualitativa

Escala de medición: comprensible, no comprensible.

5.2.2 Protocolo prueba de usabilidad

5.2.2.1 Objetivo general: Determinar el diseño de interfaz más eficiente y comprensible para el usuario.

5.2.2.2 Procedimiento: La prueba se realizará con modelos de las interfaces propuestas, que contienen todos los elementos que debe poseer el programa según lo determinado por el diagrama de operaciones y funciones (diagrama1). Se aplicará un cuestionario a cada uno de los participantes al término de la prueba.

Previamente a iniciar la prueba se hace una breve explicación de lo que se va a realizar, los aspectos más básicos que encierra el proyecto, sin exponer a profundidad la interacción ni la mecánica de cada interfaz, ya que es necesario conocer el lenguaje de uso propio del producto directamente desde la percepción del usuario. A continuación se le pedirá que interactúe con cada una de las opciones por medio de la secuencia previamente definida por los diseñadores para la evaluación de las variables dependientes. Todo el procedimiento será registrado en video para posteriormente realizar la toma e interpretación de datos con las evidencias recolectadas (videos y encuestas).

5.2.2.3 Selección de participantes

- Número de usuarios: 6 para la pre-prueba, 12 para la prueba
- Tipo de usuario: Hombres y mujeres entre 25 y 50 años no requieren conocimientos específicos.

5.2.3 Pre-prueba

Objetivos:

Determinar e identificar los elementos que deben componer la prueba de usabilidad para la interfaz.

Revisar que variables están siendo correctamente controladas, definidas y evaluadas y cuáles no, determinando posibles errores en el planteamiento de la prueba.

5.2.4 Interfaces utilizadas para la pre-prueba. Las configuraciones de interfaces propuestas se diseñaron de acuerdo a la lluvia de ideas desarrollada anteriormente.

Sin embargo muchas características de estas interfaces fueron dejadas al escrutinio de la pruebas, para su posterior configuración.

- Primera interfaz seleccionada para la pre-prueba



- Segunda interfaz seleccionada para la pre-prueba



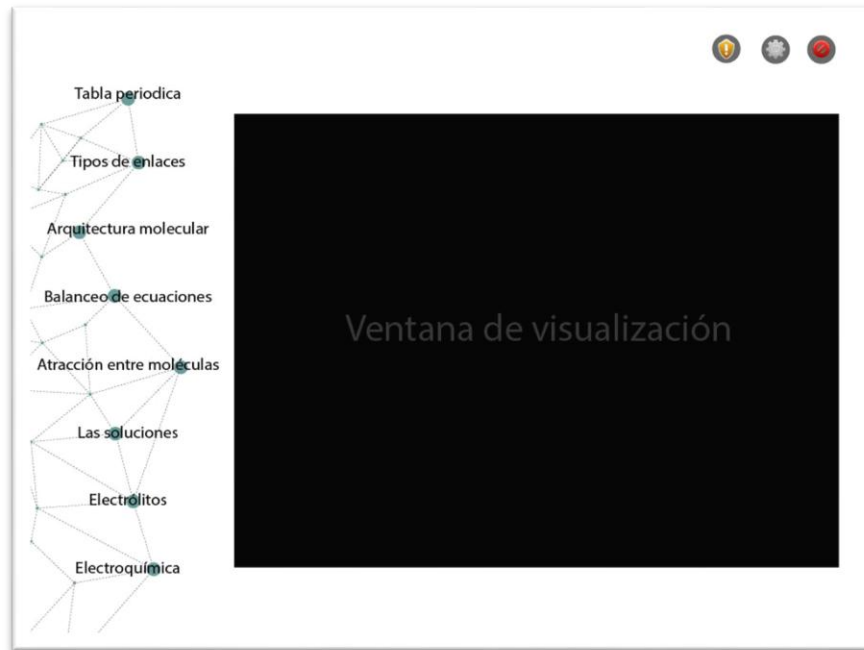
- Tercera interfaz seleccionada para la pre-prueba



- Cuarta interfaz seleccionada para la pre-prueba



- Quinta interfaz seleccionada para la pre-prueba



Fuente: Autores

Para la realización de la pre-prueba se definieron con anterioridad las variables (independientes, dependientes, controladas y ambientales) que serán utilizadas posteriormente también en la prueba.

5.2.4.1 Determinación de variables

- **Variables independientes:**

- Variables ambientales: Iluminación 200 lux (RD 486/1997)
- Variables personales: Hombres y mujeres entre 25 y 50 años, no requieren conocimientos específicos.
- Variables de equipo: Mesa donde se dispone el computador con altura de 70 cms
Sillas con altura de 45 cms
El dispositivo de pruebas: interfaces predefinidas.

- Tiempo de la prueba: 40 segundos por interfaz.

- **Variables dependientes:**
 - Reconocimiento: Es el nivel de identificación de cada uno de los elementos de la interfaz por el usuario.
 - Eficiencia: Es el tiempo que le toma al usuario realizar una tarea correctamente en la interfaz.

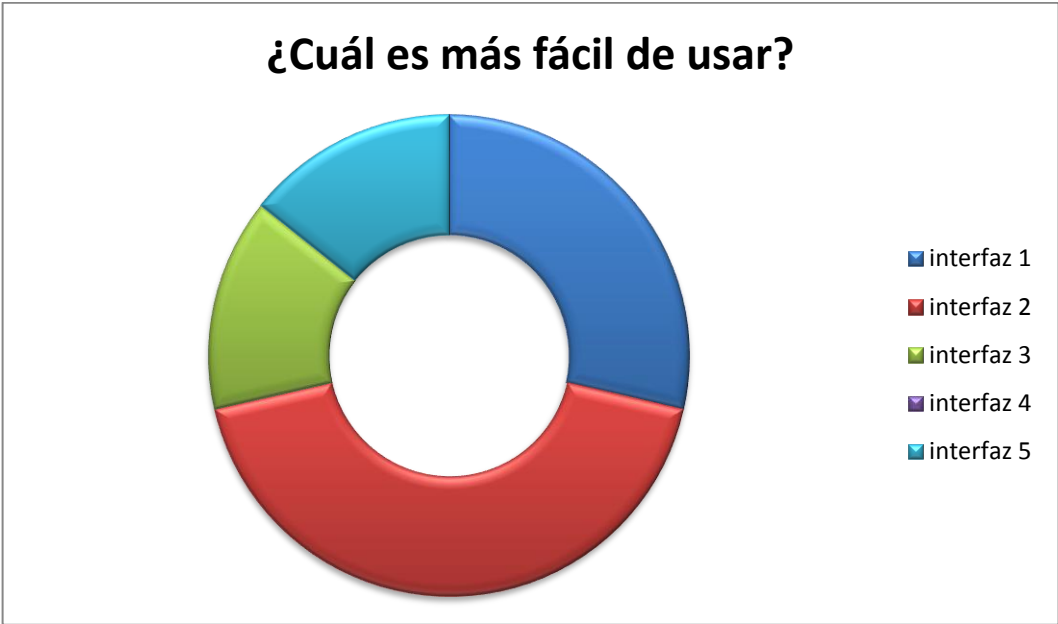
- **Variables controladas:**
 - Temperatura de 23-26 °C (ISO 7730)¹⁷
 - Resolución de pantalla: 1440*900 pxls
 - Hardware: Procesador Intel® Core™2 Quad CPU Q8400 @2.66GHz 2.67 GHz. Memoria RAM: 4 GB. Sistema operativo de 32 bits.
 - Secuencia de prueba para cada interfaz.

5.2.4.2 Formato de la encuesta. (Ver anexo B)

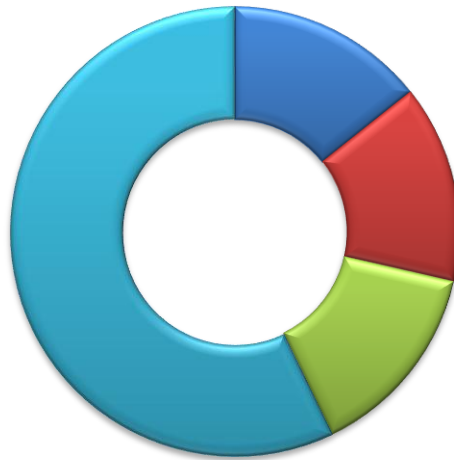
¹⁷Ergonomía ambiental niveles de confort, Instituto Tecnológico de Pachuca, julio 28-2011

5.2.4.3 Resultados

Tabla 1. Resultados Pre-prueba de usabilidad



¿Cuál es más agradable visualmente?



- Interfaz 1
- Interfaz 2
- Interfaz 3
- Interfaz 4
- Interfaz 5

Columna1	Usuarios					
	A	B	C	D	E	F
Interfaz 1	1	2	2	1	0	1
Interfaz 2	0	1	0	1	0	0
Interfaz 3	0	1	1	0	1	1
Interfaz 4	0	0	1	2	2	0
Interfaz 5	0	2	2	0	0	1

Fuente: Autores

5.2.4.4 Conclusiones: De acuerdo a los datos recopilados se puede determinar que la segunda interfaz tiene un lenguaje de uso más acertado ya que según los usuarios es la más comprensible y fácil de usar, además se puede ver que los usuarios cometieron menos errores al interactuar con ella, sin embargo no es la más aceptada estéticamente hablando.

Se puede notar mediante la observación de los registros de video que los usuarios siempre necesitaron de un botón de inicio y uno para llevarlo operación anterior, pero esto puede deberse al hecho de que no hay una retroalimentación apropiada y el usuario no puede realmente saber en qué estado se encuentra.

Por último la interfaz número 5 es estéticamente muy aceptada, pero su lenguaje de uso es pobre e inapropiado, la configuración que tiene el fondo y su distribución la hace confusa.

Entre algunas de las observaciones hechas por los usuarios fue algunas incoherencias con respecto a los iconos de las interfaces, algunos no eran totalmente reconocibles como tal, también se mencionó que se debería plantear mejor ciertos submenús de algunas interfaces.

Entre otras cosas, se determinó que todas las interfaces habían sido diseñadas con una gama de colores aún muy reducida y no muy llamativa, y que no daban una relación e identificación con la química, que era el tema de estudio del proyecto, este punto sería así como los otros sería tenido fuertemente en cuenta para el desarrollo de las posteriores propuestas.

Color:

El color es una herramienta que puede resaltar y enmarcar el producto si es aplicada de una manera asertiva, sin embargo si no se hace un estudio y análisis correcto de este, podría generar un efecto no deseado en la interacción del usuario con la interfaz. Es importante establecer un criterio basados en los requerimientos del producto y los resultados que se desean obtener para así lograr incluir una paleta de colores que se acople y sobre todo resalte el programa.

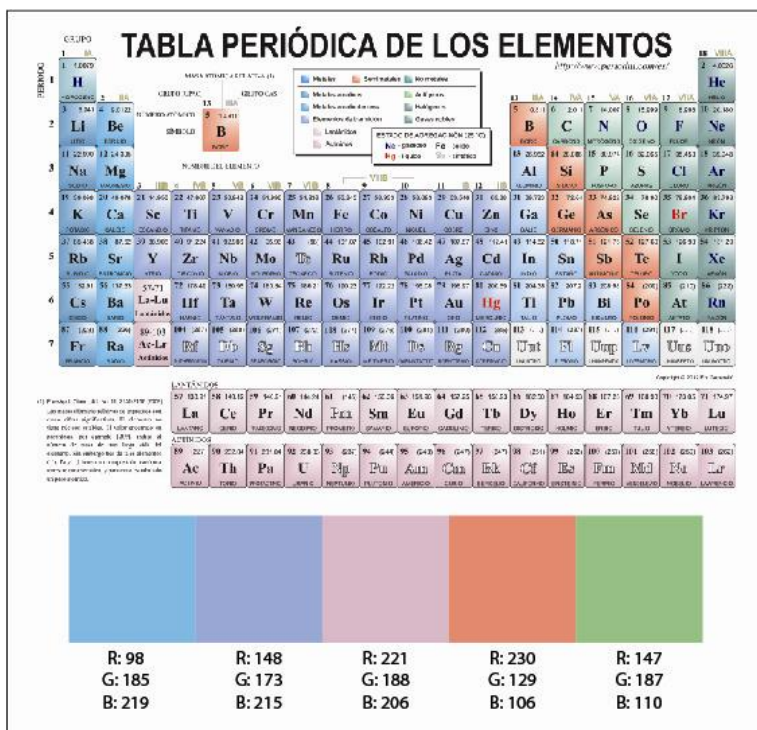
Según Munari (1985) “Para el diseñador los colores más adecuados son los de las materias con que se producen los objetos. Un objeto de acero inoxidable tiene su color natural, al igual que un objeto de madera. Toda coloración superpuesta a la materia, además de ser arbitraria y de dar una información falsa, priva al objeto de su naturaleza” (p. 354)¹⁸. Si bien muchos de los colores naturales de los

¹⁸ MUNARI, B. (1985). Diseño y comunicación visual. Contribución a una metodología didáctica. Barcelona: Gustavo Gili.

componentes de la química son desconocidos, se le han asignado un color para representarlos. De acuerdo a esto se tomarán como base aquellos colores previamente definidos para el estudio de la química como el tono propio de éste elemento, y de esta forma extraer gamas de colores para la elaboración de las alternativas. Igualmente Munari (1985) afirma: “En el caso de los ambientes, es conveniente que la base sea neutra y que la parte de color sea móvil, superpuesta, y cambiabile según las exigencias del momento” (p. 354)¹⁹. De acuerdo a lo anterior se mantienen colores neutros para todo el entorno fijo del programa y se resaltan los botones, iconos en general todos los elementos de interacción con los colores de la gama previamente seleccionada.

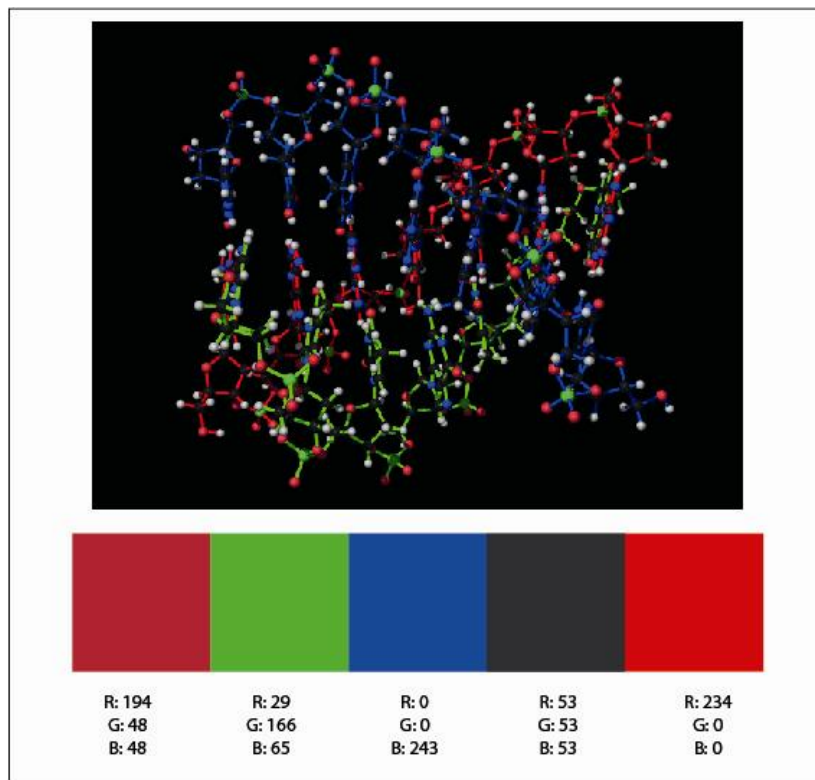
5.2.4.5 Selección de gamas.

Figura 14. Selección de gamas

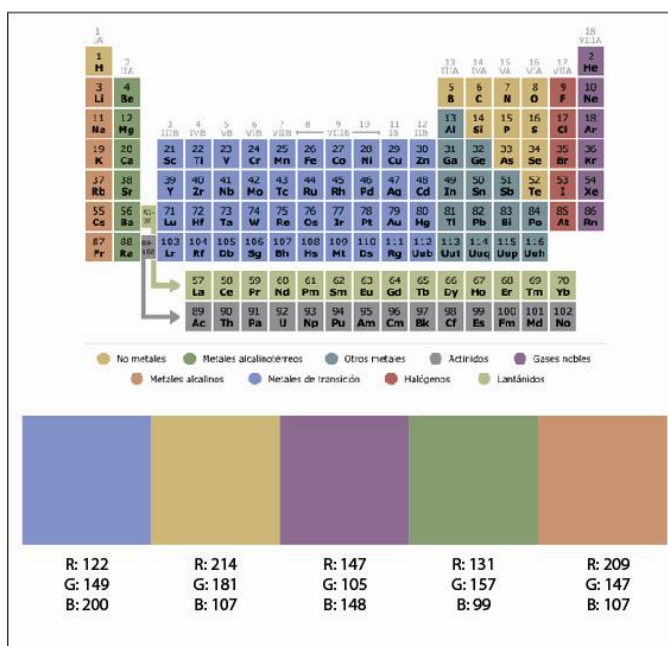


Fuente: Disponible en: <http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/quimica/tabla-periodica-de-los-elementos-quimicos/>

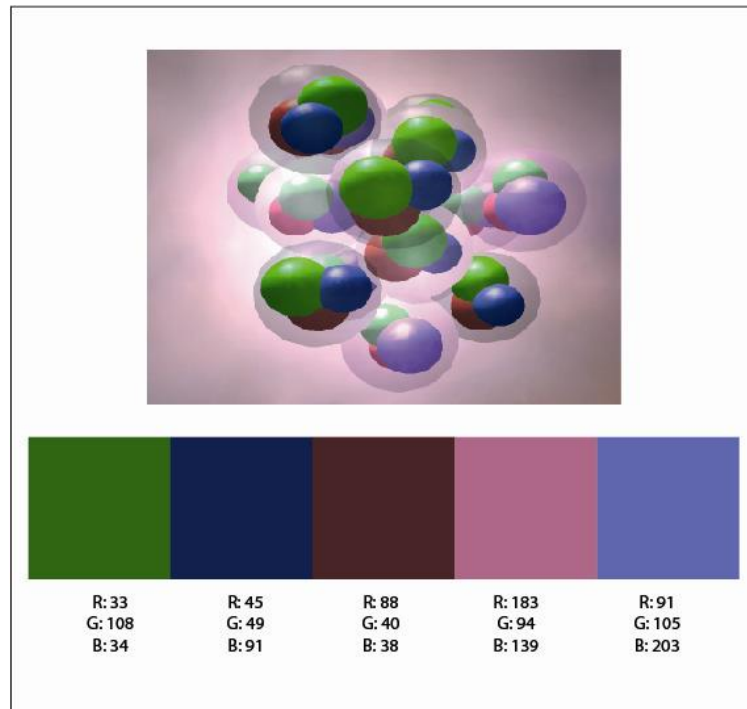
¹⁹ MUNARI, B. (1985).



Fuente: Disponible en: <http://www.chemicalgraphics.com/paul/PovChem.html>



Fuente: Disponible en: <http://www.tablaperiodica.es/tabla-periodica-metales/>



Fuente: Disponible en: <http://www.softsia.com/atoms-and-molecules-download-1.html>

5.2.4.6 Tipografía: Teniendo en cuenta las recomendaciones emitidas por la GUI (Graphical user interface) las fuentes tipográficas sans serif permiten una mayor legibilidad en pantallas. Por este motivo se selecciona dentro de este grupo la Helvética que mantiene una coherencia formal con las propuestas de diseño de la interfaz.

Figura 15. Tipografía

Helvética

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

Fuente: Autores

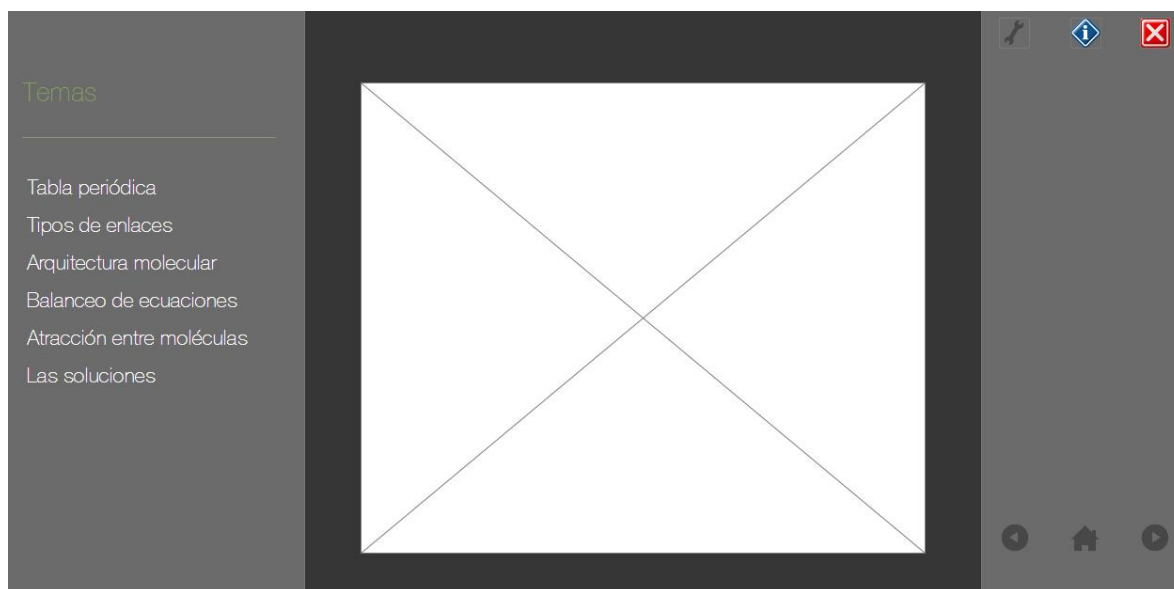
5.2.5 Prueba de usabilidad

5.2.5.1 Objetivo general: Determinar la interfaz gráfica definitiva para la herramienta.

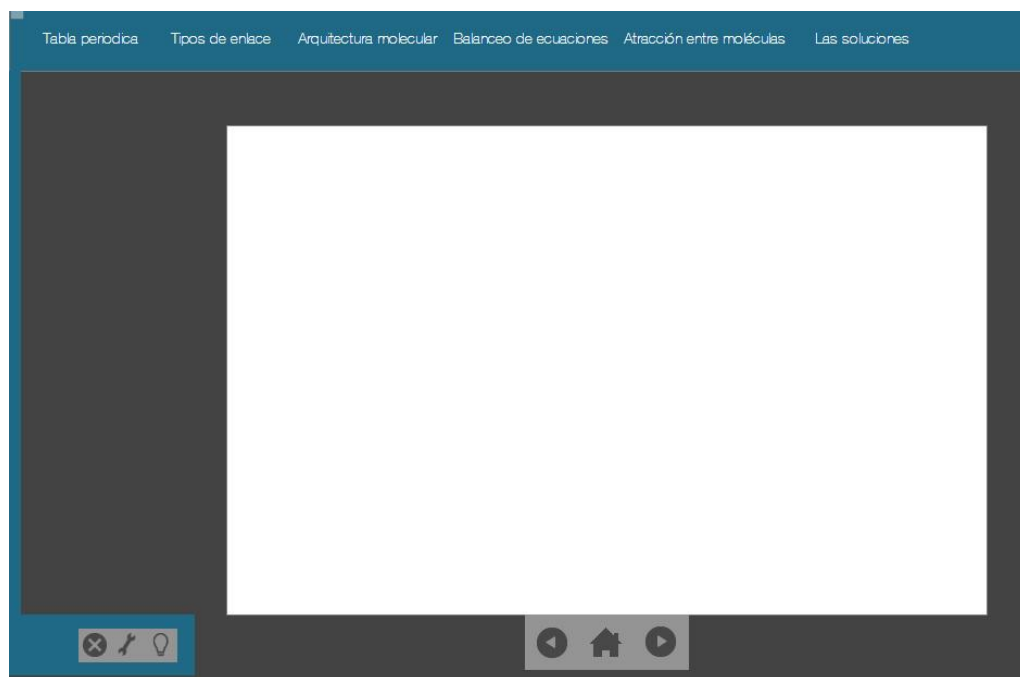
5.2.5.2 Interfaces utilizadas para la prueba: Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas de la pre-prueba se diseñaron 3 alternativas de interfaz gráfica para la prueba.

- Primera alternativa de interfaz

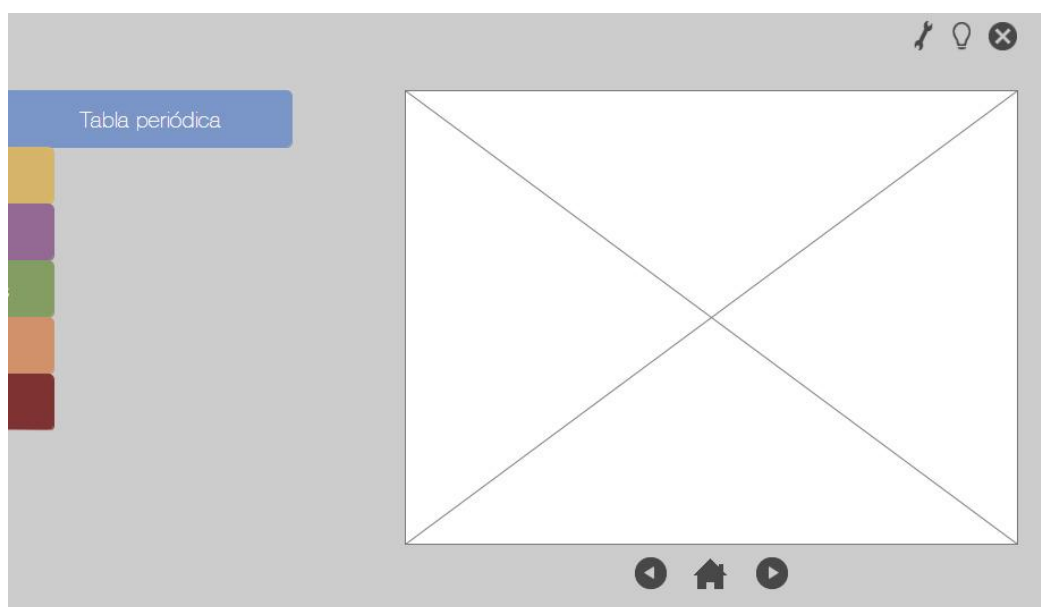
Figura 16. Interfaces Prueba de usabilidad



- Segunda alternativa de interfaz



- Tercera alternativa de interfaz

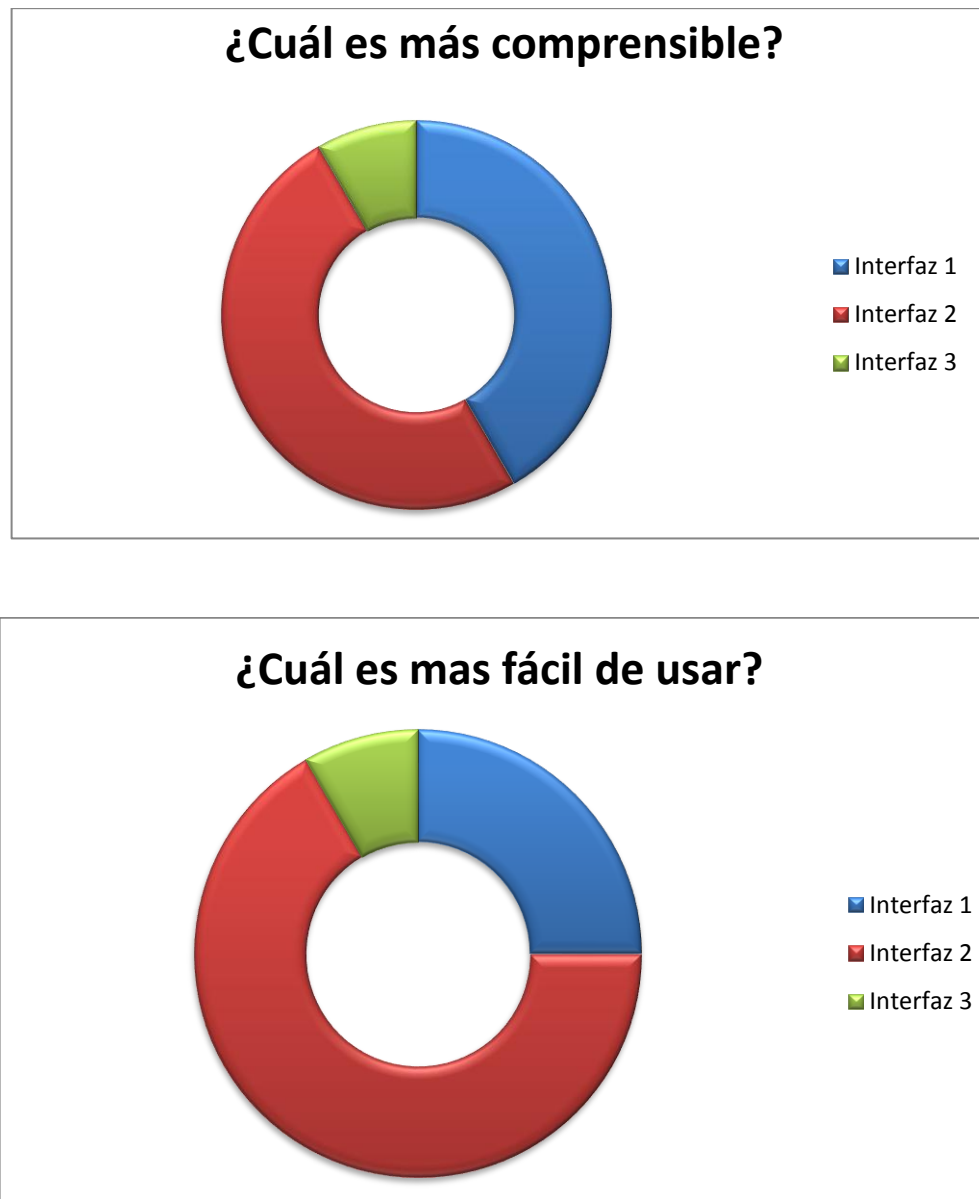


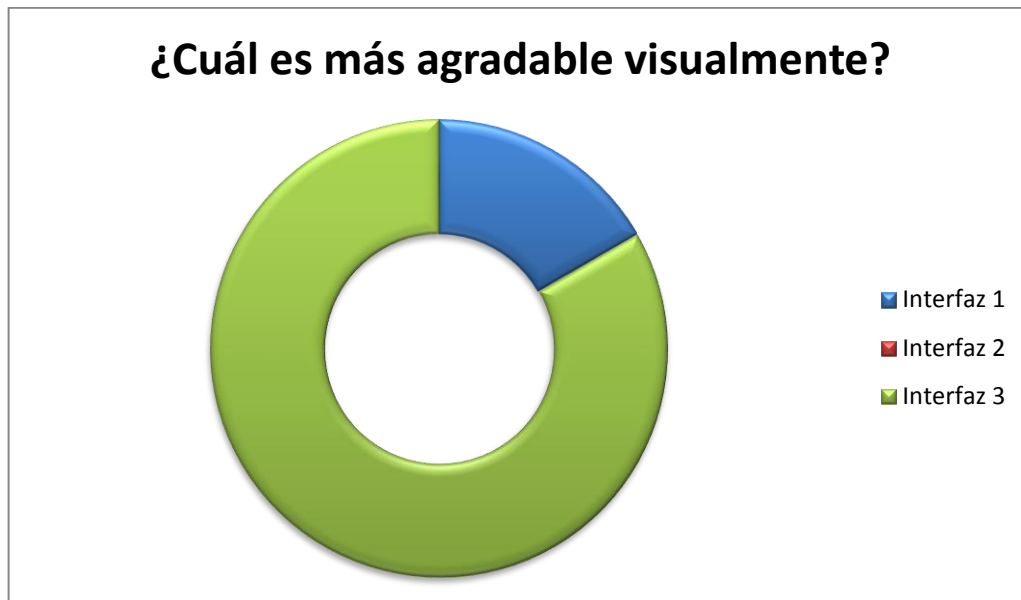
Fuente: Autores

5.2.5.3 Formato de la encuesta: (Ver anexo B).

5.2.5.4 Resultados: De acuerdo a las encuestas realizadas por los participantes de la prueba al finalizar su interacción con cada una de las propuestas, los resultados para *comprensión*, *facilidad de uso* y *visualmente agradable* fueron los siguientes:

Figura 17. Resultados prueba de usabilidad





Fuente: Autores

5.2.5.5 Conclusiones. De acuerdo a los datos recopilados directamente de las personas encuestadas se puede determinar que la segunda interfaz tiene un lenguaje de uso adecuado que permite al usuario interpretar correctamente cada una de las funciones del programa, sin embargo carece totalmente de un aspecto estético agradable a éstos. Según las observaciones escritas la paleta de colores no resulta llamativa y su configuración se torna pesada visualmente.

En cuanto a la interfaz 1 los resultados se encuentran en un rango promedio, para este caso en particular el nivel de comprensión es bueno, sin embargo decae considerablemente en cuanto a su facilidad de uso. Al igual que la interfaz número 2 ésta posee un nivel casi nulo de estética visual (basados en los resultados obtenidos en las encuesta). De acuerdo a las observaciones el factor común es la falta de jerarquía dentro de los temas y subtemas, generando un grado de complejidad a la hora de interactuar con éstos.

Por último la interfaz número 3 es totalmente opuesta a las 2 anteriores, ya que su nivel de comprensión y facilidad de uso es muy bajo, pero resulta muy agradable visualmente, la opinión de los usuarios es que carece de señales que le muestren el contenido de cada enlace, por esta razón se hace difícil interpretar el mensaje que busca transmitir.

Para finalizar el análisis se estudian cuidadosamente los videos tomados durante la prueba donde se busca recopilar información acerca de las reacciones y comentarios hechos por los participantes de la prueba durante la realización de la misma. Como los resultados anteriores lo confirman la interfaz número 3 genera mayor aceptación incluso siendo ésta la más compleja de interpretar, y las dos primeras si bien no generan el mismo grado de empatía, hacen el proceso de interacción más eficaz.

Gracias a los datos recopilados y con el fin de obtener un resultado eficiente se llega a la conclusión de combinar los aspectos positivos de cada una de las propuestas tomando los aspectos estéticos característicos de la interfaz 3 tales como la gama de colores, la distribución armónica de los elementos dentro de la configuración general y sumarle el aspecto de legibilidad que poseen las interfaces 1 y 2 para llegar a un resultado equilibrado entre comprensión, facilidad de uso y estética.

5.3 CARD SORTING ICONOGRAFÍA

5.3.1 Selección de participantes

Rango de edad y género: hombres y mujeres entre 25 y 50 años

Conocimientos previos requeridos: Nivel básico de química. Debe conocer los contenidos elementales de la disciplina sin profundizar ni especializarse en éstos.

Número de participantes: 12 personas

5.3.2 Objetivos de la prueba

- Determinar la iconografía correspondiente a los botones del programa
- Garantizar que los iconos propios de la herramienta sean comprensibles para el usuario y a su vez sean fácilmente asociados al contenido del botón.

5.3.3 Selección de iconos. Para poder proceder con el desarrollo de selección es necesario tener claro el concepto de lo que es un icono. Según la traducción hecha por Mónica Aguerri (2004) del libro *A syllabus of certain topics of logic* de Charles Peirce (1903) Se puede concluir que un icono es una representación similar al contenido sin necesidad de verse igual a lo que representa. Para el caso de los temas que competen, es necesario buscar una imagen que englobe todo el contenido del botón que representa. Para el caso particular de iconos preestablecidos como lo son cerrar, ajustes, ayuda. Es necesario valerse de aquellos que por colectividad se han establecido y han sido masificados.

5.3.4 Descripción de la prueba. La prueba consiste en un Card-sorting cerrado donde se presentan tres alternativas de representación diferentes para cada botón y el usuario determinará cuál de éstas se ajusta mejor al contenido que debe mostrar. El tiempo destinado para la prueba es de 4 minutos. Al ser una prueba corta se analizarán los resultados obtenidos de manera cualitativa y cuantitativa. Para la evaluación cualitativa se tendrá en cuenta el comportamiento de la persona durante el desarrollo de la prueba. Es decir, las preguntas que puedan surgir, los comentarios hechos, la seguridad o por el contrario la vacilación al asignar una imagen al contenido, etcétera. Y para la evaluación cuantitativa se tendrá en cuenta el tiempo que tarda en asignarse una imagen a su contenido y la cantidad de usuarios que eligen una misma imagen para un botón específico.

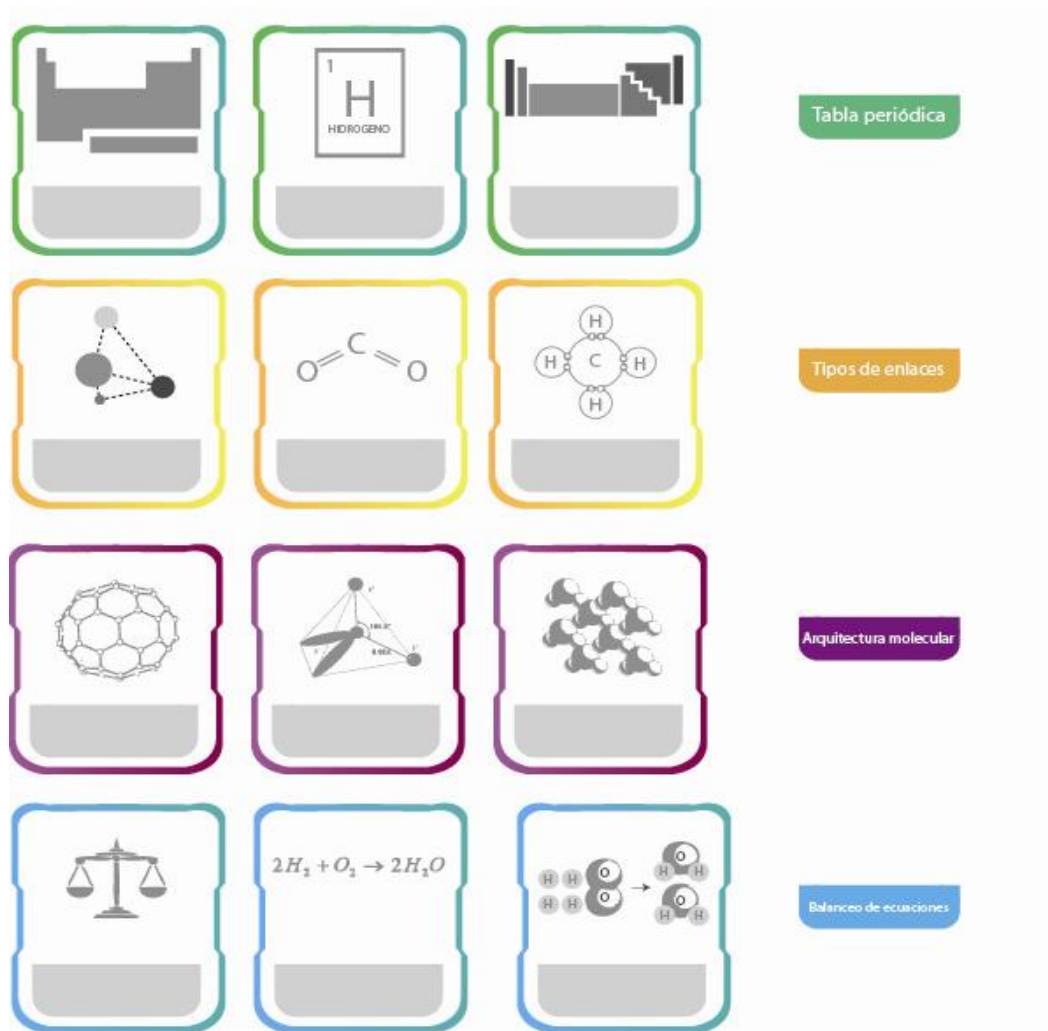
5.3.5 Componentes de la prueba.

Equipo: mesa con altura constante de 70 cm. Silla de altura constante 45 cms.

Ambiente: Iluminación 200 lux (RD 486/1997). Temperatura de 23-26 °C (ISO 7730)²⁰

5.3.6 Tarjetas a evaluar

Figura 18. Tarjetas Card-sorting



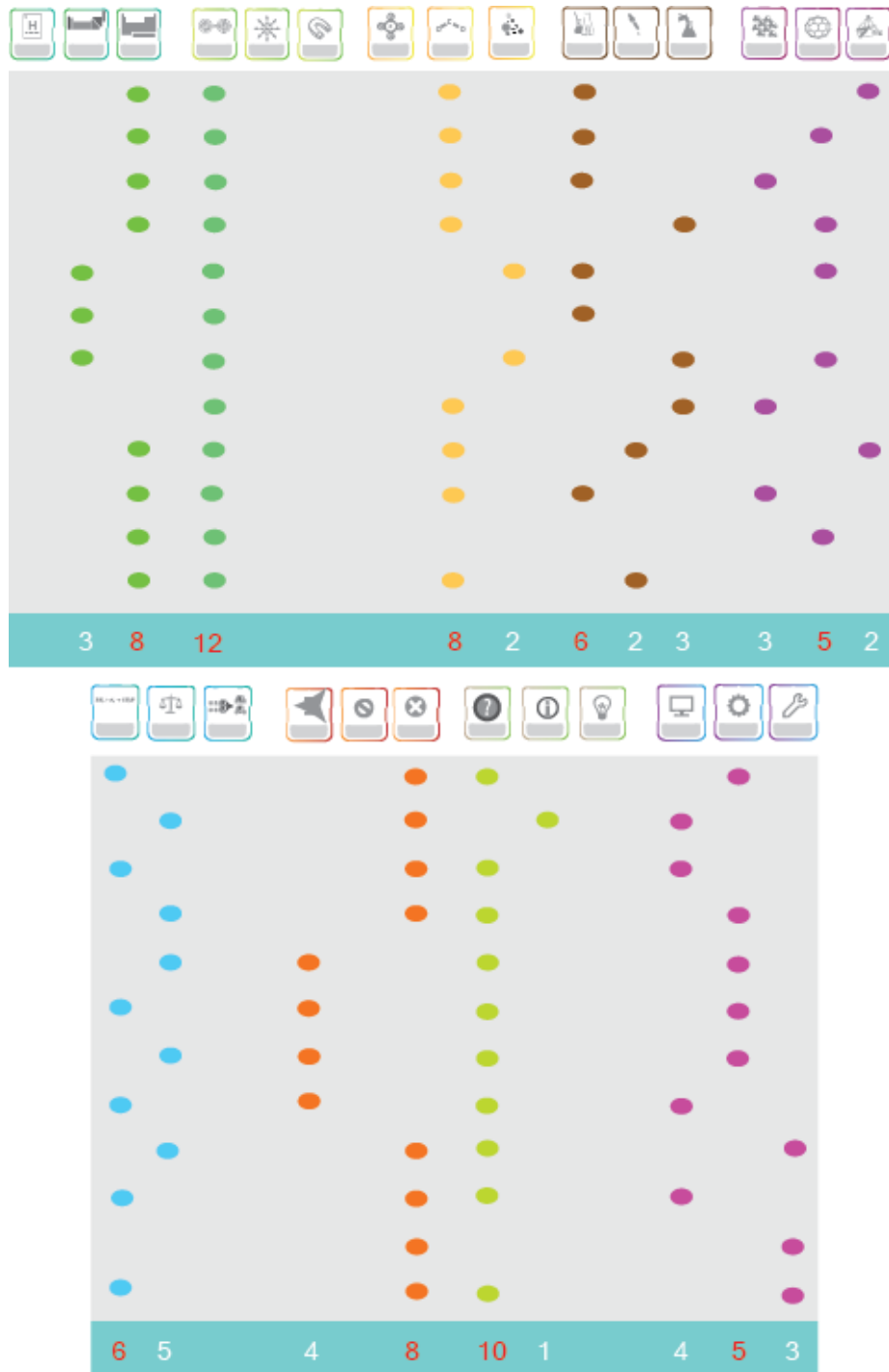
²⁰ Universidad Complutense de Madrid. (2013). Ergonomía ambiental. Recuperado de http://alvarocamps.wikispaces.com/file/view/ERGONOMIA+2_ambiental.pdf.



Fuente: Autores

5.3.8 Tabla de resultados

Figura 20. Resultados Card-sorting



Fuente: Autores

5.3.9 Conclusiones. Basado en el registro de video, y la tabla de resultados podemos observar como los usuarios determinaron los iconos más apropiados, ya sea por sus experiencias previas usando otros dispositivos e interfaces, conocimientos previos acerca de la química o por simple intuición, estas directrices son precisamente las que definen el cómo aprendemos a usar interfaces.

5.3.9.1 Tabla periódica: Los usuarios estuvieron de acuerdo en usar iconos que englobaran la totalidad del tema, por esto el primer icono quedó prácticamente descalificado para el propósito de mostrar apropiadamente el contenido, sin embargo se debatieron en cuanto a la simplicidad del icono y su significado, la segunda opción ofrecía un icono mucho más completo y subdividido que detallaba la información que dentro de él podría estar contenida, pero la simplicidad de la tercera opción terminó siendo la más adecuada para mostrar e identificar la generalidad del tema en un menor tiempo ya que el icono se percibe mejor por su unidad.

5.3.9.2 Atracción entre moléculas: Es evidente que los usuarios buscan que los iconos sean análogos a una parte del tema o a la generalidad del mismo es por esto que el tercer icono fue totalmente descartado por los usuarios ya que no tiene una relación directa con el tema, solo se le puede relacionar de manera semántica a la palabra “atraer” sin embargo el siguiente componente queda aun faltando puesto que no hay una representación clara acerca de que es lo que se intenta atraer; en cuanto al segundo este no posee un lenguaje de líneas preciso que permitiera relacionar la palabra “atraer” y muchos de los usuarios lo relacionaron incluso con lo opuesto “repeler”. Por esto la primera opción fue la más aceptada ya que de acuerdo a las experiencias previas de los usuarios y sus conocimientos básicos de química, estos estuvieron en las condiciones de realizar la conjetura y relacionar los dos significados “atracción” y “molécula”.

5.3.9.3 Tipos de enlaces: En este caso los usuarios optaron una vez más por basarse en sus experiencias previas acerca de la química y decidieron que la mejor manera de representar el contenido fue utilizando una representación estándar y muy común en la química con respecto a los enlaces.

5.3.9.4 Soluciones: La experiencia dejó de ser un punto de referencia, la imagen representada y la analogía tomó protagonismo en el proceso de selección de este icono, los usuarios concluyeron que la primera opción mostraba mucho mejor el contenido “soluciones” ya que se muestran dos materiales en probetas quizás listos para realizar dicho proceso.

5.3.9.5 Arquitectura molecular: La palabra “arquitectura” inmediatamente orientó a la mayoría de los usuarios a relacionar este contenido con una forma tridimensional es por esto que la mayoría tomaron la segunda opción como la más apropiada, sin embargo se notó cierto grado de vacilación, probablemente debido a que el contenido que se intentaba relacionar posee palabras muy especializadas del campo de la química.

5.3.9.6 Balanceo de ecuaciones: El tercer icono fue inmediatamente descartado, ya que no fue muy claro para los usuarios, sin embargo el segundo icono tuvo bastante acogida para relacionar el contenido, esto se debió a que muchos usuarios prefirieron relacionar el contenido a la acción, usando la palabra “balancear” ya que el icono usa la representación de una balanza, pero aun así era necesario que se tuviera en cuenta qué es lo que se trata de balancear es decir el objeto de la acción, no quedando muy claro, por el otro lado otros usuarios, decidieron que lo más importante era mostrar el objeto del balanceo no la acción en si misma ya que comunica mejor el tema que se intenta relacionar en la química por medio de sus propios convencionalismos, en este caso particular la representación de una ecuación química.

Salir:

Fue decisiva la experiencia previa del usuario con dispositivos e interfaces, los usuarios optaron por la opción más cercana y análoga con los sistemas operativos más usados y populares.

5.3.9.7 Ayuda: Ya que una gran mayoría del software disponible en el mercado posee una iconografía ya casi predeterminada para muchas de las funciones más comunes. El primer icono fue el más aceptado, por su similitud con los usados en los programas para relacionar dicha función.

5.3.9.8 Configuración de pantalla: Los 3 iconos fueron bien aceptados sin embargo el uso convencional de muchas aplicaciones en ciertas funciones determino que la segunda opción era la más apropiada para esta función del programa.

En conclusión los usuarios realizan un proceso de selección basados en tres principios que son: experiencia previa, intuición, y convencionalismos. No es posible determinar cuál es el más importante de estos principios con solo estas pruebas sin embargo es posible determinar que para nuestro caso lo más importante fue la experiencia previa con el área de la química, en cuanto a los iconos directamente relacionados a los contenidos de química, y en cuanto a las funciones generales del software, los convencionalismos fueron los que determinaron la selección de nuestros usuarios.

5.4 INTERFAZ DE LA HERRAMIENTA

Figura 21. Interfaz seleccionada



Fuente: Autores

6. DISEÑO DE PRODUCTO

Esta etapa del proceso engloba todo lo relacionado a la parte tangible del proyecto. Representa la interacción física como tal del usuario con el producto y los beneficios que éste genera en él, al igual que en el proceso de diseño de la interfaz gráfica, el usuario será el centro del proceso y todas las decisiones y resultados girarán en torno a éste.

6.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO

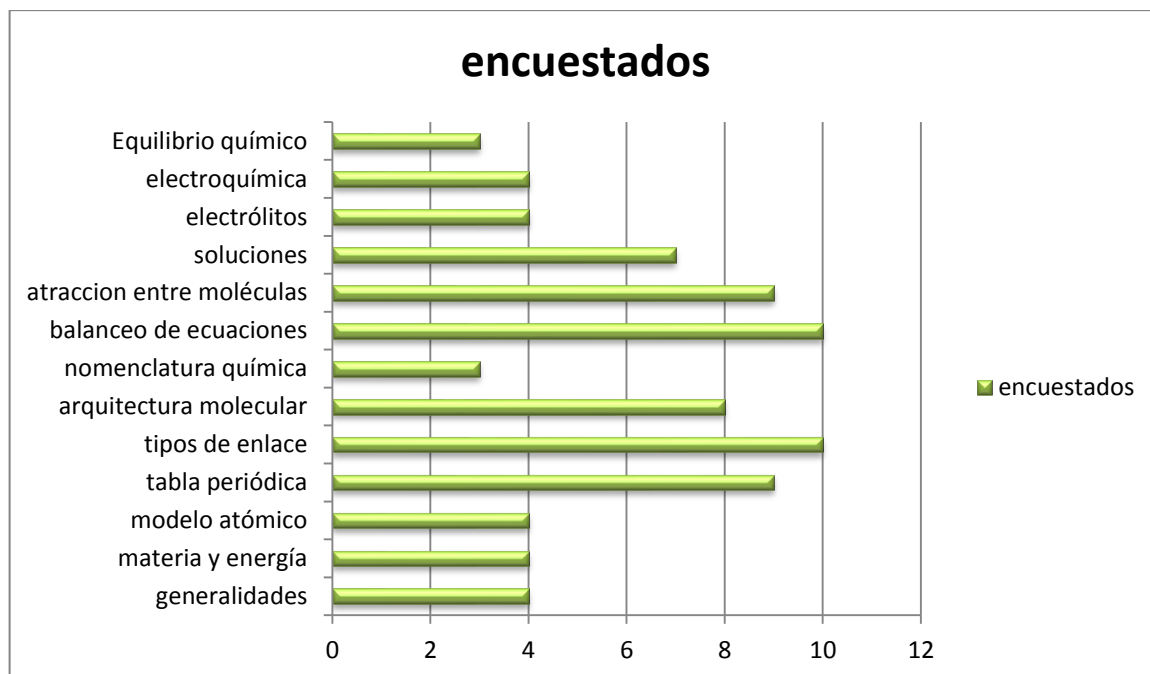
El contacto con las personas que directamente se relacionarán con el producto es vital para el óptimo desarrollo del mismo, cada uno de ellos conoce con certeza cada necesidad y característica propia que requiere un producto de calidad en ese campo y al mantener un contacto directo con ellos se logra captar todos estos aspectos que catalogarían el producto como efectivo.

6.1.1 Procedimiento. Para recopilar estos datos se formula una encuesta dirigida a los docentes del área de química en la media vocacional con el fin de determinar cuáles temáticas requieren una mayor atención y a su vez cuáles de éstas podrían aprovechar al máximo la intervención de la tecnología RA en sus contenidos. A su vez se busca determinar cómo intervendría la RA en el proceso de enseñanza. Finalmente se realizará una entrevista con los encuestados para determinar el grado de aceptación que ésta herramienta tendrá en ellos y cómo el usuario imagina que deberá ser implementada para lograr una respuesta positiva en su campo.

6.1.2 Formato de encuesta. (Ver anexo D)

6.1.3 Resultados encuesta de selección de temas.

Tabla 2. Resultados encuesta temas



Fuente: Autores

Los temas seleccionados son aquellos que igualan o superan la mitad del valor de los encuestados, para este caso los temas a incluir son:

- Soluciones
- Atracción entre moléculas
- Balanceo de ecuaciones
- Arquitectura molecular
- Tipos de enlace
- Tabla periódica

6.2 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

6.2.1 Tabla de requerimientos

Tabla 3. Tabla de requerimientos

Enunciado del usuario	Necesidad Interpretada
<p>Que sea fácil de manipular.</p> <p>Que el marcador se pueda manipular de acuerdo a las necesidades de la clase.</p> <p>Que el cambio entre temas no requiera mucho tiempo.</p>	<p>El objeto posee una configuración formal que simplifica su uso</p>
<p>Que el tamaño del modelo 3D sea adecuado.</p>	<p>El modelo 3D esta dimensionado en función del tamaño del marcador.</p>
<p>Que al manipular el marcador no se interfiera con la lectura de la cámara.</p> <p>Que se pueda estar en contacto con el marcador sin alterar su lectura.</p>	<p>El marcador posee un área para asir y manipular sin interferir con la lectura del mismo.</p>
<p>Que solo se haga la lectura de un marcador por vez segun conveniencia del tema.</p>	<p>El objeto está correctamente distribuido permitiendo aislar cada marcador en la lectura.</p>
<p>Que las funciones que tienen los marcadores esten lo mas compatas posible.</p> <p>Que el marcador este compuesto de el minimo número de piezas posible.</p> <p>Que no ocupe mucho espacio.</p>	<p>El objeto está constituido como una unidad integral y sintetizada.</p>
<p>Que se puedan resaltar ciertos aspectos de los temas.</p>	<p>El marcador posee funciones para resaltar aspectos fundamentales del tema.</p>
<p>Que los temas se puedan mostrar de manera estructurada.</p>	<p>El contenido de la herramienta está estructurado según la secuencia programada en los textos.</p>
<p>Que el mismo objeto indique como se debe usar.</p>	<p>El lenguaje de uso, su topologia y su iconografía indica su uso.</p>
<p>Que se pueda manipular sin que el marcador falle.</p>	<p>La configuración del marcador es eficaz y confiable</p>
<p>Que el marcador se ajuste al tamaño y la forma de la mano.</p>	<p>El marcador está dimensionado de acuerdo a la antropometría y ergonomía de la mano.</p>
<p>Que sea fácil de transportar al aula.</p>	<p>El objeto permite un transporte comodo y simple.</p>
<p>Que sea resistente a las caídas</p>	<p>El objeto esta construido en un material resistente.</p>

Fuente: Autores

6.2.2 Jerarquización de las necesidades.

Tabla 4. Tabla de jerarquización

#	Necesidad	Imp.
1	El objeto posee una configuración formal que simplifica su uso	5
2	El modelo 3D esta dimensionado en función del tamaño del marcador.	3
3	El marcador posee un área para asir y manipular sin interferir con la lectura del mismo.	4
4	El objeto está correctamente distribuido permitiendo aislar cada marcador en la lectura.	5
5	El objeto está constituido como una unidad integral y sintetizada.	5
6	El marcador posee funciones para resaltar aspectos fundamentales del tema.	3
7	El contenido de la herramienta está estructurado según la secuencia programada en los textos.	4
8	El lenguaje de uso, su topología y su iconografía indica su uso.	5
9	La configuración del marcador es eficaz y confiable	5
10	El marcador está dimensionado de acuerdo a la antropometría y ergonomía de la mano.	5
11	El objeto permite un transporte comodo y simple.	2
12	El objeto esta construido en un material resistente.	2

Fuente: Autores

Nota: Se maneja una escala de 1-5, siendo 5 el valor con mayor peso y 1 el de menor.

6.2.3 Parámetros

Tabla 5. Tabla de parámetros

#	Necesidad	Criterio de medición	Unidad	Rango	Ideal
1	1, 8, 11	Grado de aceptación	sub	-	-
2	2, 4, 10, 11	área del objeto	cm ²	$61.2 < x < 129$	90
3	3, 10	espesor de agarre	cm	$x < 9,2$	5
4	6	distancia entre marcadores	cm	0	0
5	4, 9	ángulo entre marcadores	grad	$x < 90$	30
6	5, 11	Número de piezas	cant	2-6	3
7	6	Número de funciones por marcador	cant	2-4	4
8	7	Fidelidad con el programa educativo	sub	-	-
9	1, 8	Lenguaje de uso	sub	-	-
10	1, 8, 9	fallos	cant	0	0
11	11, 12	Peso del marcador	gr	$x < 1100$	200
12	2, 4, 10, 11	Volumen del marcador	cm ³	$x < 778,7$	125
13	12	Material resistente al uso	sub	sub	sub

Fuente: Autores

Nota: las mediciones antropométricas fueron tomadas con el percentil 25 de la población femenina²¹.

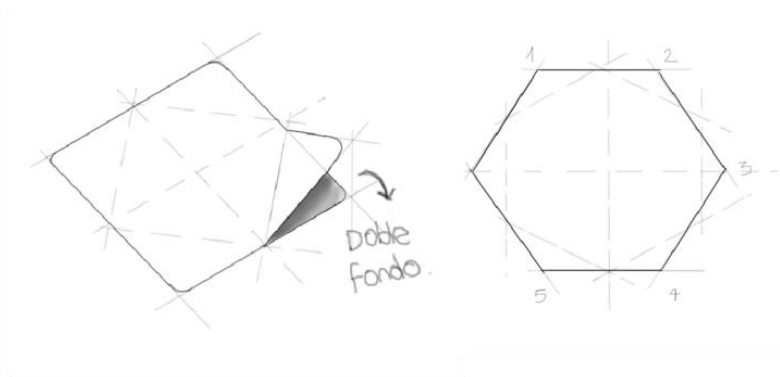
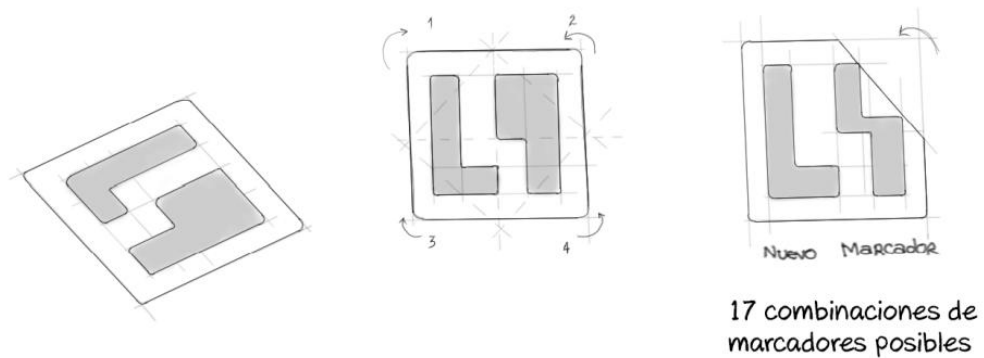
²¹ MARADEI, M. ESPINEL, F. PEÑA, A. (2009). Datos antropométricos para el diseño: Región nororiental Colombiana 2008. Bucaramanga: Publicaciones UIS.

6.3 GENERACIÓN DE CONCEPTO

A continuación se documenta el proceso de bocetación y generación de ideas a través de una lluvia de ideas.

Figura 22. Idea 1 dobleces 2-D

Dobleces 2D

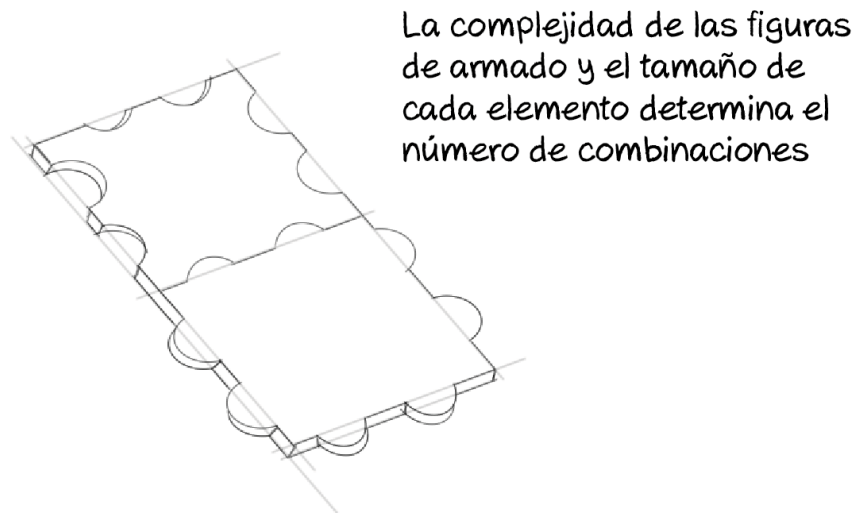
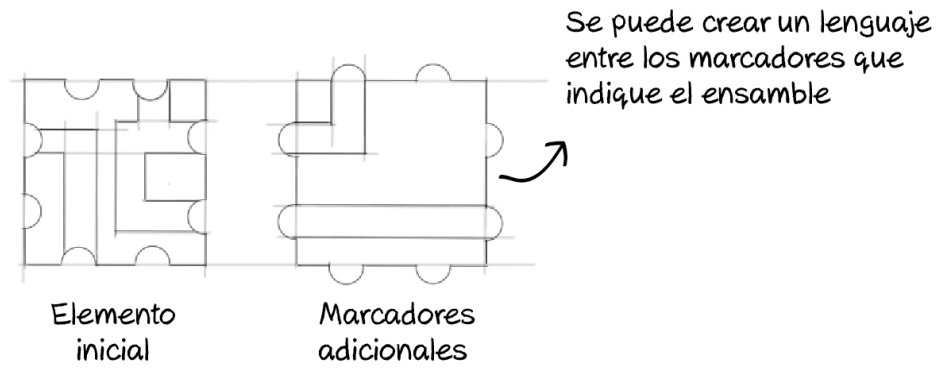


Diferentes figuras básicas permiten mayor/menor grado de combinaciones

Fuente: Autores

Figura 23. Idea 2 ensamble 2-D

Ensamble 2D

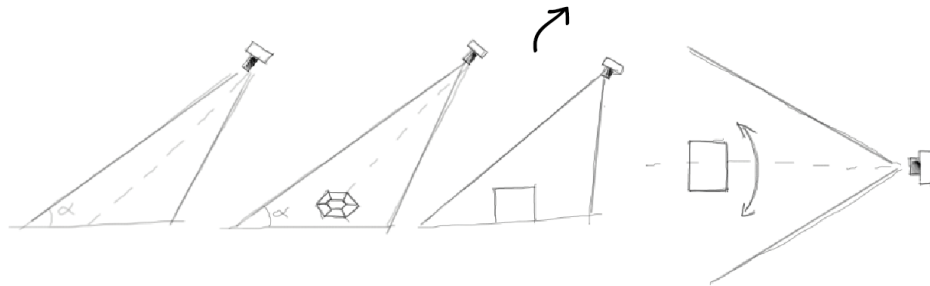


Fuente: Autores

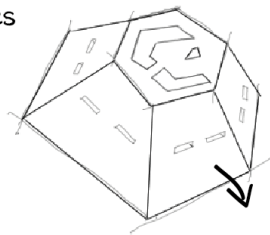
Figura 24. Idea 3 marcador volumétrico

Marcador volumétrico

Es necesario considerar el ángulo de incidencia de la cámara para determinar si el marcador es detectado



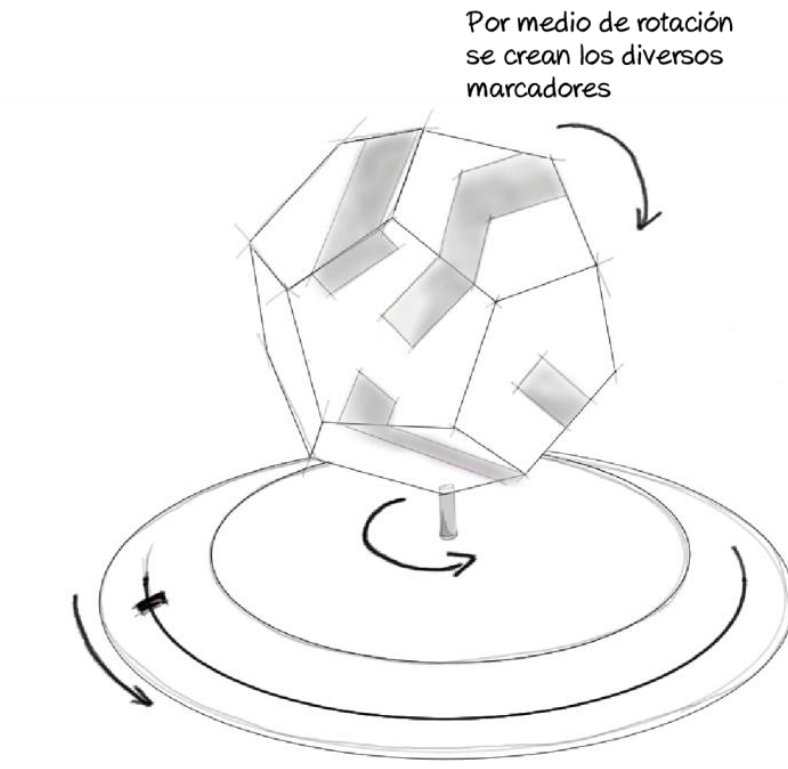
Diferentes alternativas de volúmenes



posibilidad de adosar más marcadores a un mismo volumen

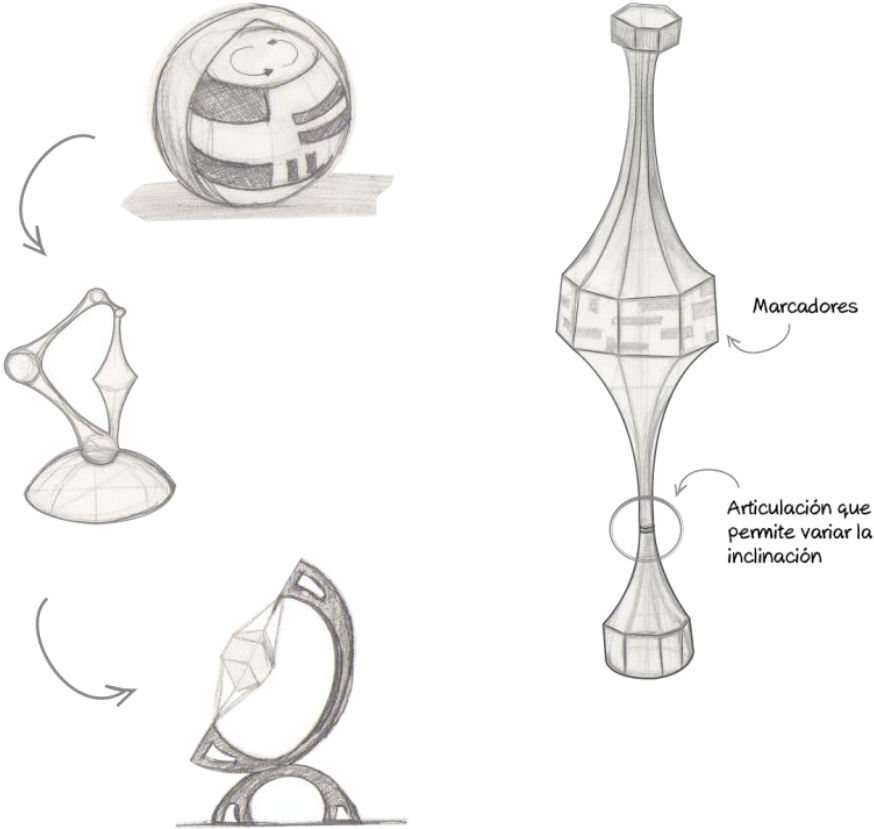
Fuente: Autores

Figura 25. Idea 4 marcador 3-D
Marcador 3D



Fuente: Autores

Figura 26. Idea 5 giroscopio



Diferentes tipos de soportes

Fuente: Autores

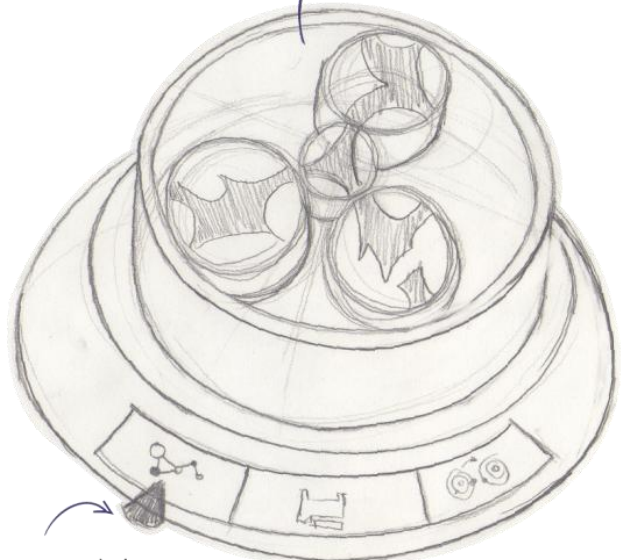
Figura 27. Idea 6 sistema planetario de marcadores

Sistema planetario de marcadores



Cada nueva secuencia equivale a un tema seleccionado por el usuario.

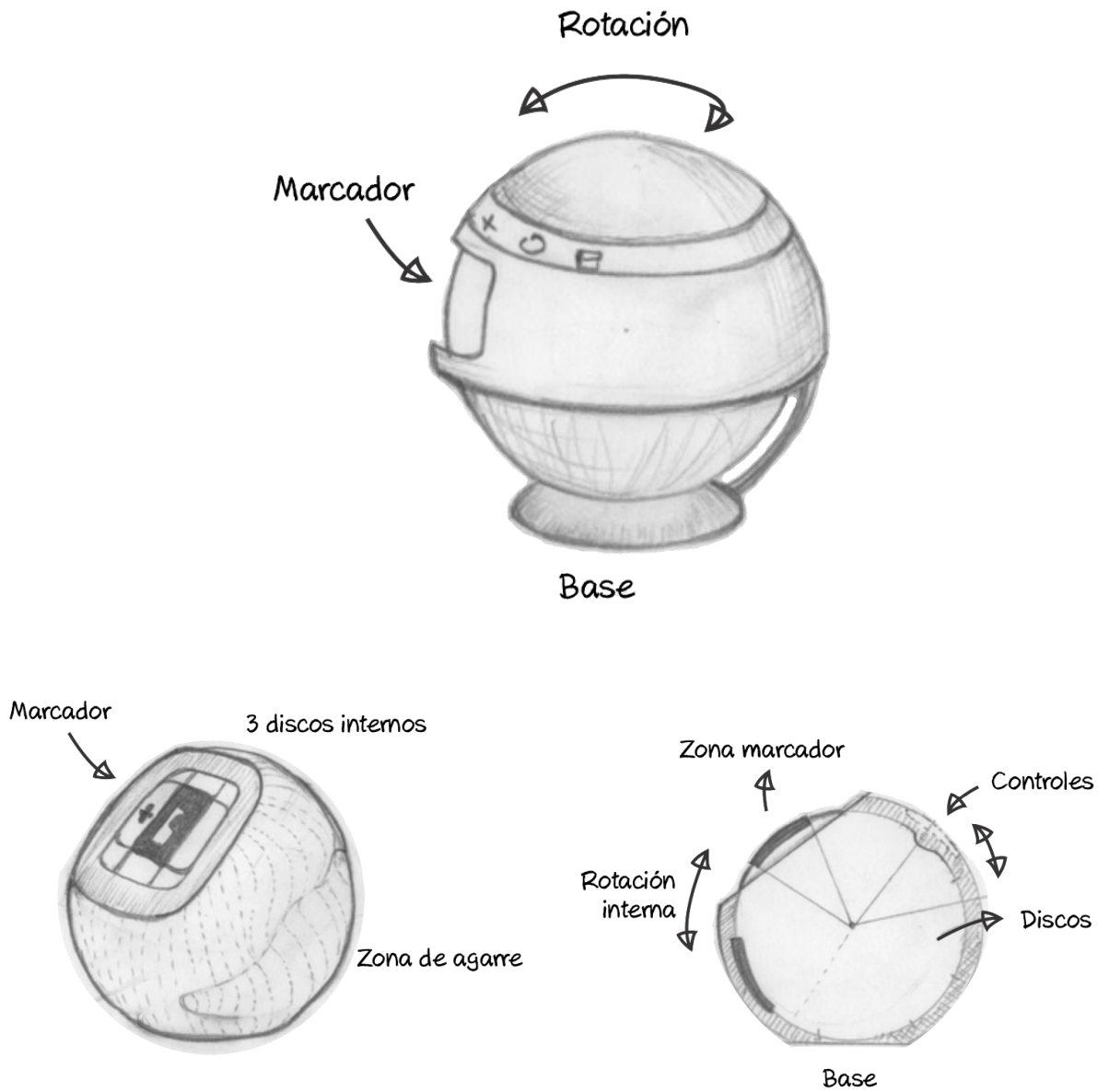
Todo el sistema rota formando marcadores nuevos



El giro es controlado según las necesidades del usuario

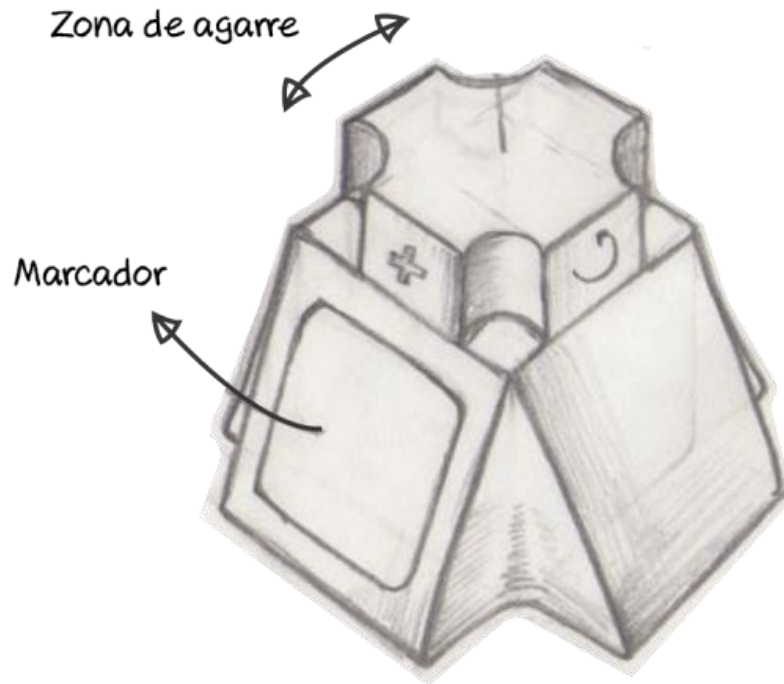
Fuente: Autores

Figura 28. Idea 7 marcador en esferas



Fuente: Autores

Figura 29. Idea 8 bloque



Fuente: Autores

6.4 SELECCIÓN DE CONCEPTO

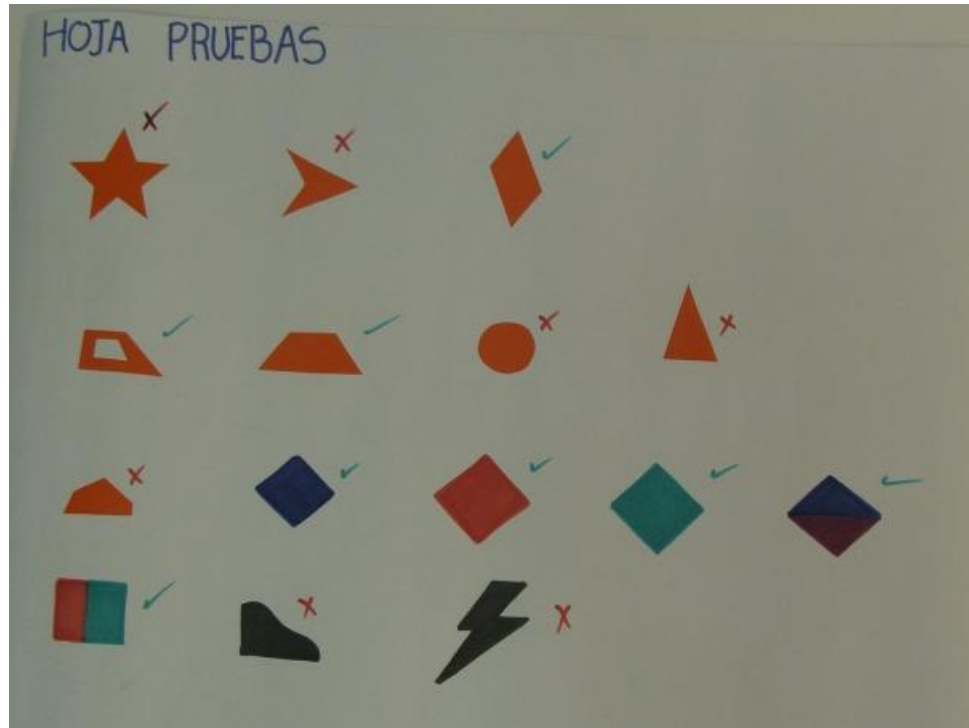
6.4.1 Pruebas técnicas. Previamente a la evaluación de las alternativas logradas por medio de la matriz de selección es necesario comprobar su funcionamiento mediante una prueba técnica, para esto se construyen modelos básicos que simulen la configuración e interacción que tendrían estas propuestas.

Inicialmente se determinan las formas y colores que pueden tomar los marcadores para que la cámara los logre identificar.

- Para la construcción de los modelos virtuales se emplea el software 3D Studio MAX 2011 versión académica.
- Para asociar los modelos con la tecnología RA se emplea el software BuildAR en su versión libre.

- Para el desarrollo de la primera prueba técnica con los usuarios se empleará el software aumentaty versión de prueba.

Figura 30. Prueba formas marcador plano



Fuente: Autores

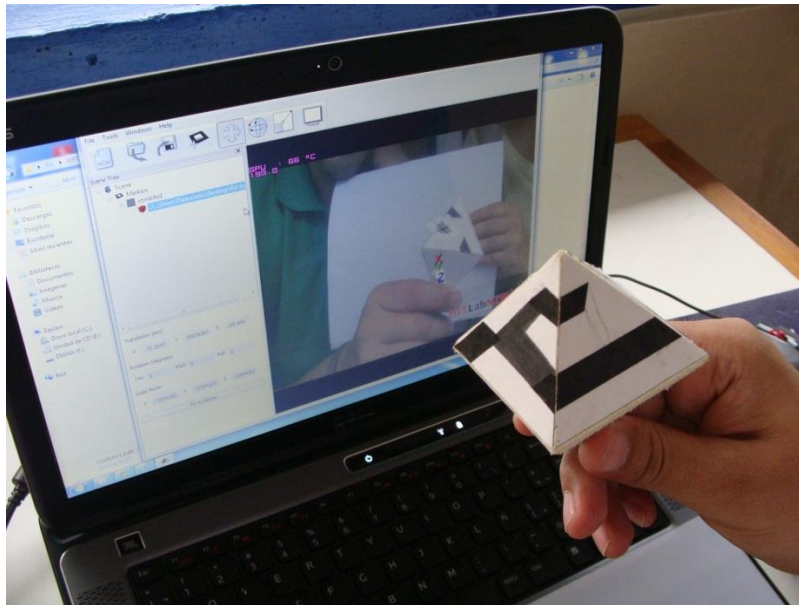
A continuación se prueban los modelos hechos a partir de las ideas seleccionadas

Figura 31. Modelo idea planetario



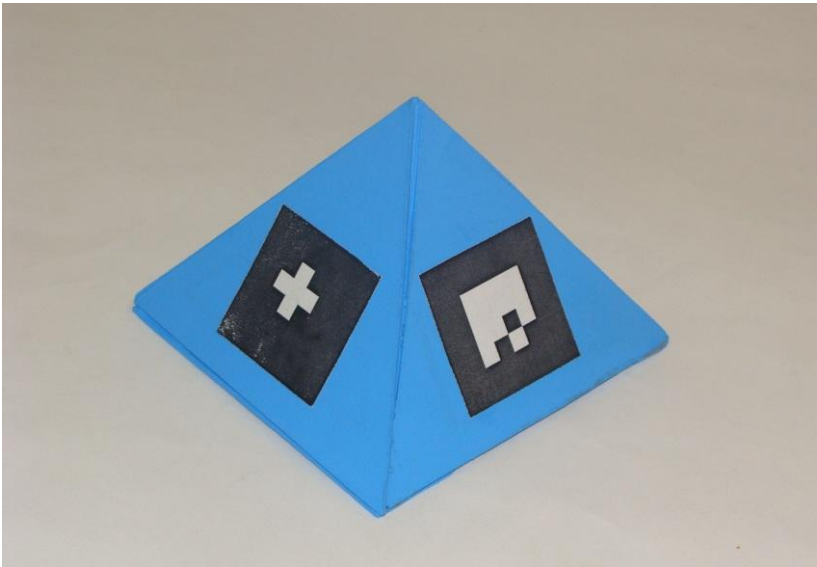
Fuente: Autores

Figura 32. Prueba técnica marcador prisma



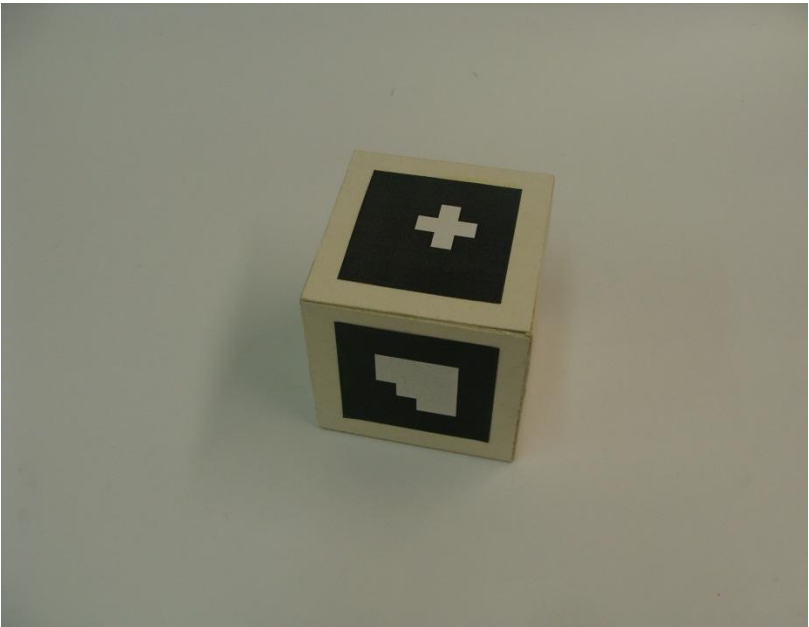
Fuente: Autores

Figura 33. Modelo pirámide



Fuente: Autores

Figura 34. Modelo cubo



Fuente: Autores

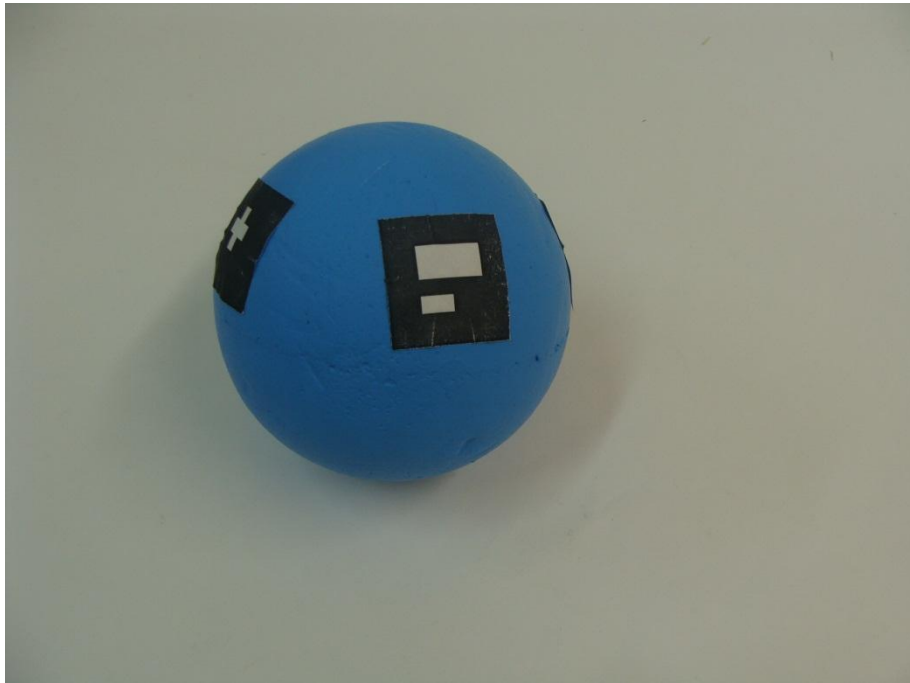
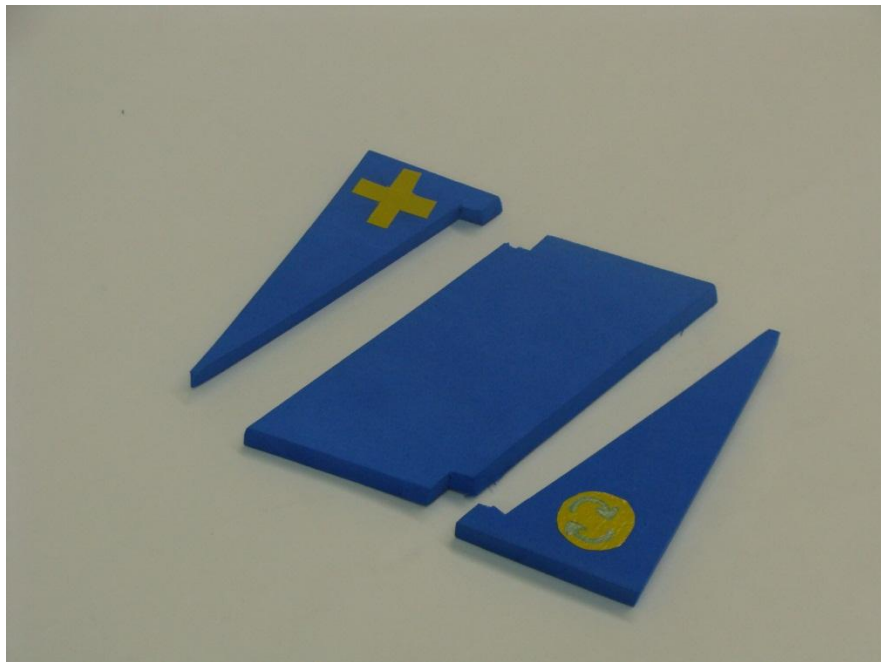


Figura 35. Modelo ensamble



Fuente: Autores

6.4.2 Conclusiones. Teniendo en cuenta las condiciones técnicas que deben poseer los marcadores y los parámetros definidos a través de las necesidades del cliente se pasa el primer filtro de selección de alternativas y éstas son las conclusiones

Tabla 6. Selección prueba técnica

Propuesta	¿Continúa?	Motivo
Dobleces 2-D	No	Complejidad en el lenguaje de uso
Ensamble 2-D	Si	Funciona correctamente con RA
Marcador volumétrico	Si	Funciona correctamente con RA
Marcador 3-D	Si	Funciona correctamente con RA
Pirinola	No	Funciona deficientemente con RA
Planetario	No	Alto grado de complejidad, resultados deficientes con RA
Marcadores circulares	No	La cámara difícilmente registra los marcadores
Cubos armables	No	No generan una unidad, se tornan pesados visualmente
Cubo perilla	Si	Funciona correctamente con RA
Cono invertido con base	No	La orientación del marcador no permite su lectura

Fuente: Autores

6.4.3 Prueba con los usuarios. Para esta etapa del proceso se tomaron los modelos de las propuestas que continúan y se someten a una evaluación por parte de los usuarios. Con esta prueba se busca seleccionar la mejor propuesta para evolucionarla y llevarla al fin requerido por el producto. La prueba se lleva a cabo como entrevista, ya que no se desea cerrar las opiniones a ciertos aspectos en específico sino conocer todo el proceso de interacción y análisis hecho por las personas entrevistadas.

6.4.3.1 Usuarios: Docentes del área de química en el sector de Bucaramanga.

6.4.3.2 Componentes de la prueba

- Modelos funcionales de los marcadores
- Computador
- Programa con los modelos 3-D predefinidos

6.4.3.3 Procedimiento: Después de concertar una cita con los usuarios se expone brevemente el proyecto y el propósito de la prueba. Se les pide que interactúen con cada uno de ellos y emitan una opinión de cada uno. A su vez el grupo de diseño analiza todo el proceso para determinar posibles fallos del modelo, complejidad en el lenguaje de uso, etcétera.

Figura 36. Tabla de parámetros



Fuente: Autores

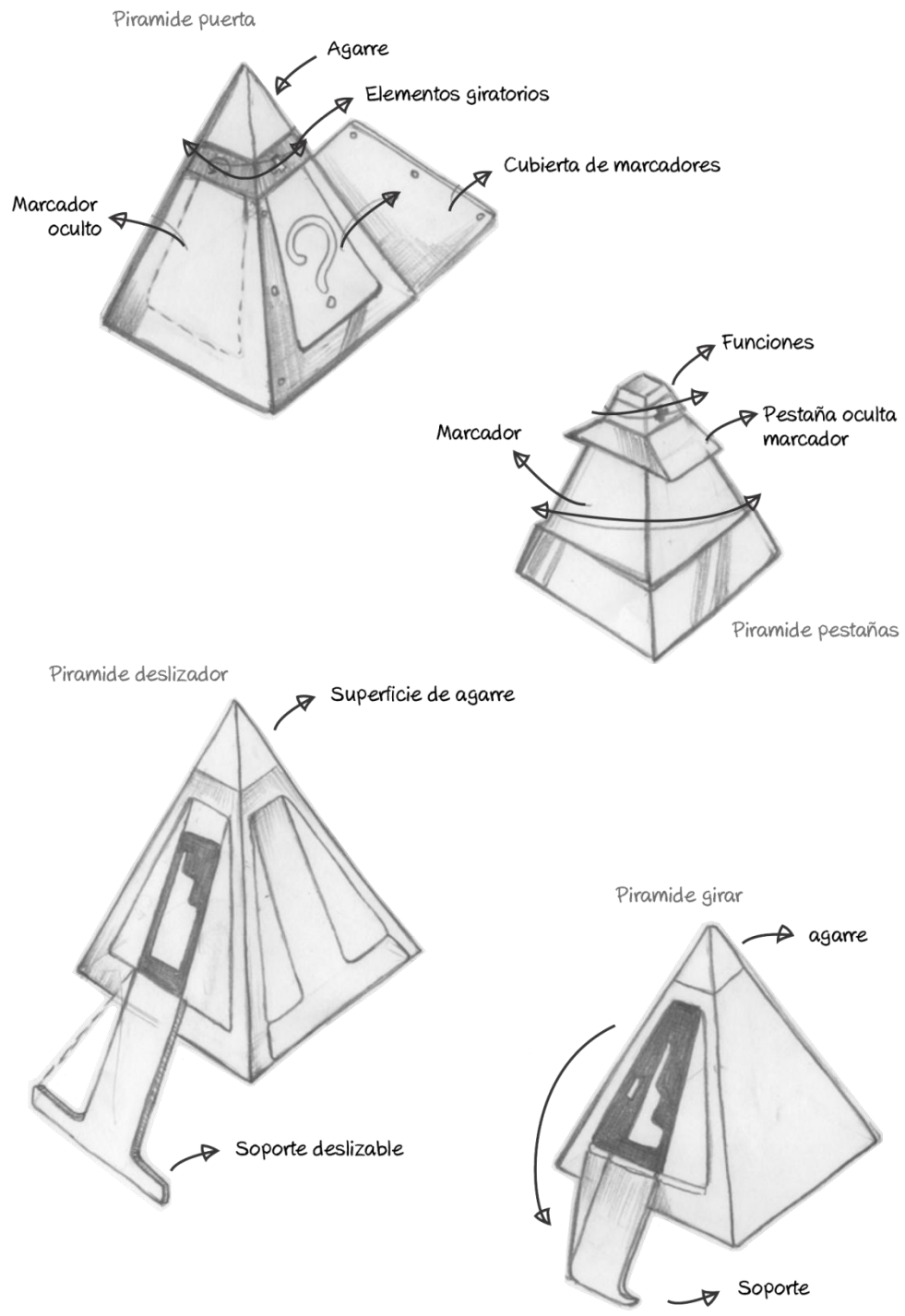
6.4.3.4 Conclusiones: De acuerdo a lo manifestado por los usuarios y la forma de interactuar con las alternativas, los elementos cúbicos resultan más complejos de manipular ya que los ángulos rectos limitan la interacción y en la mayoría de los casos obligan al usuario a manipularlo con las dos manos, además requieren de un ajuste específico de la cámara ya que la inclinación reduce las posibilidades de giro.

Con respecto a la alternativa de armado 2-D se puede concluir que emplea un esquema de armado asociado a la creación de mapas conceptuales, muy acorde a la pedagogía de enseñanza por parte de algunos de los encuestados, sin embargo obligan al usuario a mantenerlo sobre una superficie fija y es casi imposible manipularlo sin perder el modelo proyectado, también requiere de un patrón predeterminado para coordinar el ensamble con la proyección del contenido.

La alternativa formal que logró mayor aceptación fue la del marcador volumétrico piramidal, ya que su geometría permite ser manipulado con una sola mano, además sus ángulos otorgan un mayor rango de giro al marcador sin perder su contenido proyectado y su interacción con el usuario es más fluida.

6.4.4 Evolución de la alternativa seleccionada. A continuación se procede a desarrollar la alternativa del marcador seleccionado por los usuarios.

Figura 37. Evolución de la alternativa



Fuente: Autores

6.5 PRUEBA DE CONCEPTO

Después del proceso de generación de ideas llega la etapa donde se determina cuál resultado cumple con todos los requerimientos del proyecto y realmente enriquece la experiencia de enseñanza-aprendizaje, para esto se realiza una matriz de selección:

Tabla 7. Prueba de concepto

Criterios de selección	Peso	Pirámide Puerta		Pirámide Pestañas		Pirámide Deslizador		Pirámide Girar	
		Calif.	Ponde.	Calif.	Ponde.	Calif.	Ponde.	Calif.	Ponde.
Facilidad de uso	30%	2	0.6	3	0.9	4	1.2	4	1.2
Distribución	20%	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Número de piezas	20%	1	0.2	2	0.4	1	0.2	1	0.2
Lenguaje de uso	30%	3	0.9	3	0.9	4	1.2	3	0.9
Total puntos		2.5		3		3.4		3.1	
Lugar		4		3		1		2	
¿Continua?		NO		NO		SI		NO	

Fuente: Autores

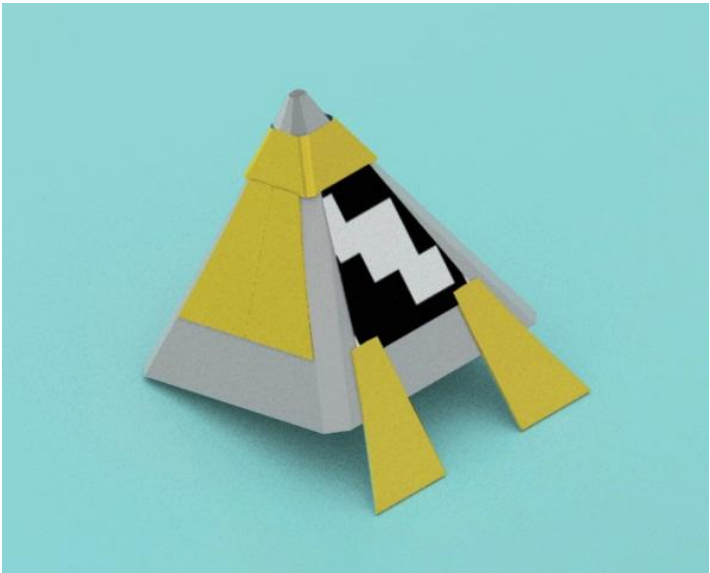
Según los resultados de la matriz, se determina que el concepto que mejor se ajusta a las necesidades del proyecto es el de la pirámide deslizador.

6.6 DISEÑO ESTÉTICO

Participantes: 20 personas, hombres y mujeres entre 23 y 33 años de edad.

Se realizan 5 alternativas estéticas donde el encuestado elegirá la que mejor complementa la totalidad del proyecto, para este fin se elaboran imágenes digitales que simulan el resultado final, manteniendo la forma y variando el componente cromático del objeto. Se les pide que elijan la opción que consideren más atractiva visualmente.

Figura 38. Alternativa amarilla



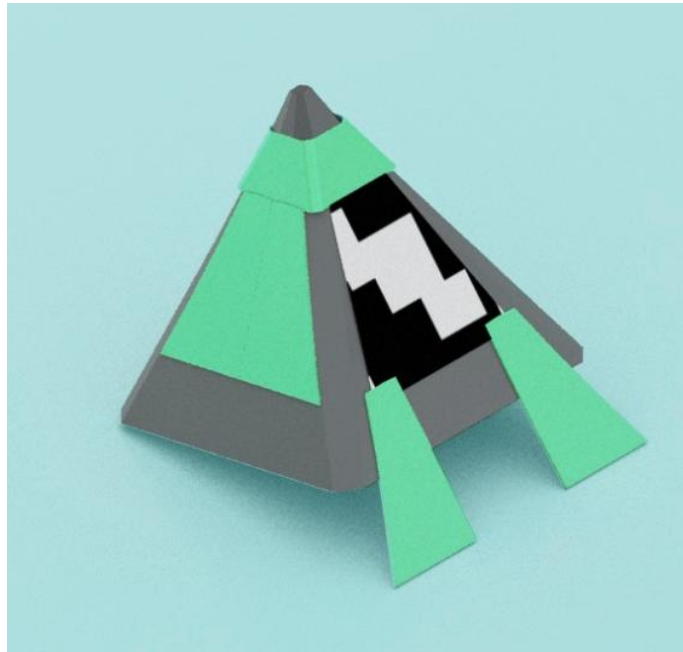
Fuente: Autores

Figura 39. Alternativa rojo



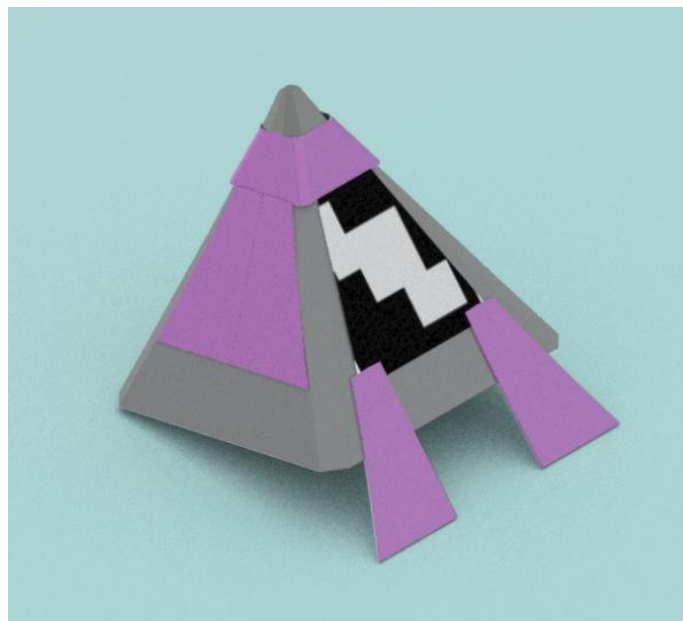
Fuente: Autores

Figura 40. Alternativa menta



Fuente: Autores

Figura 41. Alternativa orquídea



Fuente: Autores

Figura 42. Alternativa mora-azul



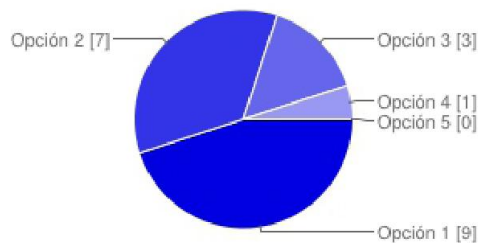
Fuente: Autores

Nota: Los colores seleccionados corresponden a las gamas previamente definidas para el proyecto (Figura 14).

6.6.1 Selección del aspecto estético. De acuerdo a las respuestas obtenidas por parte de los 20 encuestados la opción seleccionada fue la número 1.

Figura 43. Resultados aspecto estético

¿Cuál de las cinco opciones considera usted más adecuada para implementar en un aula de clase?



Opción 1	9	45%
Opción 2	7	35%
Opción 3	3	15%
Opción 4	1	5%
Opción 5	0	0%

Fuente: Autores

6.6.2 Manual de imagen

6.6.2.1 Nombre: QuiRA proviene de la unión entre la química que es el área involucrada en el proyecto y la tecnología de RA que es el medio por el cual se desarrolló ésta herramienta.

6.6.2.2 Brief para el diseño del logotipo

Anunciante: QuiRA, módulo de apoyo para la enseñanza de la química básica por medio de la tecnología de RA.

Objetivos de la campaña: Generar identidad, reconocimiento y recordación por medio de un logotipo y un nombre.

Descripción del público objetivo: Va dirigida a directivos, docentes de los colegios de Bucaramanga, Fabricantes y distribuidores de material educativo para media vocacional, estudiantes en niveles de media vocacional.

Posicionamiento deseado de la marca: Los usuarios directos e indirectos deben ser convencidos que tendrán un producto de calidad, e innovador capaz de generar una nueva experiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Mensaje prioritario: Nueva experiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje

Timing, planificación: El logotipo será empleado en papelería, empaque e interfaz del programa.



Manual de identidad
Gràfica

QUI-RA



QUI-RA



Colores CMYK

C: 0%

M: 0%

Y: 0%

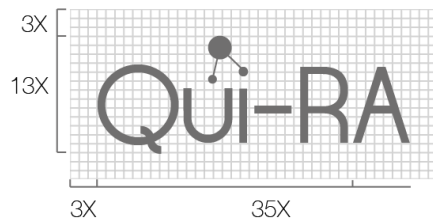
K: 70%

Colores RGB

R: 29%

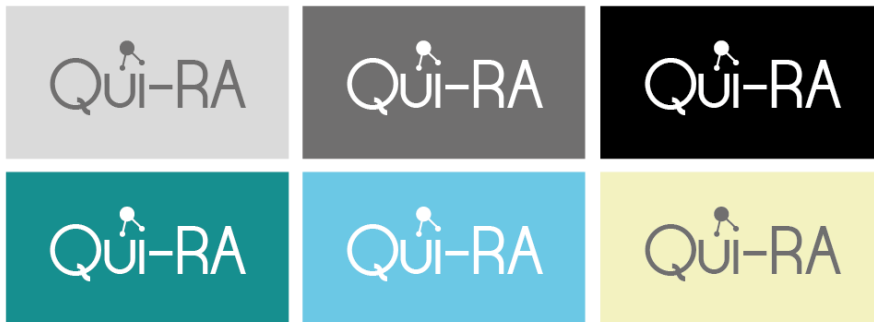
G: 29%

B: 27%



La retícula base del logotipo toma como referencia el ancho de la base de la letra i.

También define el área libre alrededor con un espacio de 3 unidades mínimas (x).



La tipografía empleada en la realización del logotipo es:

Opificio

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n ñ o p q r s t u v w x y z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



El logotipo no debe por ningún motivo ser elongado vertical ni horizontalmente de forma que pierda su proporción.

Tampoco es correcto alterar el orden de sus componentes



6.7 DISEÑO INDUSTRIAL

En esta etapa se procede a evaluar el producto final desde el punto de vista del Diseño Industrial.

6.7.1 Calidad de interface del usuario (física)

6.7.1.1 ¿Las características del producto comunican eficazmente sus funciones al usuario?: Sí, al realizar las encuestas con los usuarios identificaron las funciones que debían cumplir cada una de sus partes y cómo es la interacción para lograr ese funcionamiento.

6.7.1.2 ¿Es intuitivo el uso del producto?: Sí, con una breve información de lo que el proyecto busca abarcar, los usuarios interactuaron correctamente con el producto sin necesidad de profundizar demasiado en la introducción.

6.7.1.3 ¿Son seguras todas las funciones?: Sí, durante todo el proceso de diseño se realizaron comprobaciones y pruebas técnicas para garantizar el funcionamiento seguro de la herramienta y evitar posibles fallos o decisiones erradas.

6.7.1.4 ¿Han sido considerados todos los usuarios potenciales y todos los usos del producto?: Sí, desde las primeras interacciones con los usuarios se incluyeron usuarios primarios (docentes del área de química), secundarios (estudiantes en nivel de media vocacional y directivos de los colegios de Bucaramanga).

6.7.2 Atractivo emocional

6.7.2.1 ¿El producto es atractivo? ¿Es sensacional?: Sí, dado que plantea para los usuarios una nueva experiencia en el aula de clase, además propone una forma de interacción con ésta tecnología diferente a las desarrolladas hasta el momento.

6.7.2.2 ¿El producto expresa calidad?: Sí, ya que el producto satisface las necesidades expresadas por los usuarios tanto primarios como secundarios.

¿El producto inspira orgullo de posesión?

Sí, los usuarios primarios expresaron su interés en adquirir el producto y su deseo de emplearlo en sus clases, además mostraron gran interés durante todo el proceso de diseño.

¿El producto crea sentimiento de orgullo entre el grupo de desarrollo y el personal de ventas?

Sí, en el producto se puede ver reflejado el resultado de un proceso metódico, además de la respuesta positiva de los usuarios frente al modelo funcional donde se demuestra que el resultado obtenido es bastante positivo. Además se debe considerar el factor de innovación presente en el mismo.

6.7.3 Uso apropiado de los recursos

6.7.3.1 ¿Qué tan bien usaron los recursos para satisfacer los requisitos del cliente?: Bastante bien, ya que todas las observaciones y requerimientos manifestados por los usuarios fueron el punto de inicio para generar las alternativas de solución, además orientaron todo el proceso de desarrollo.

6.7.3.2 ¿La selección del material es apropiada (en términos de costo y calidad)?: Si, totalmente, ya que este material nos garantiza la funcionalidad del marcador, la durabilidad y resistencia del producto.

6.7.3.3 ¿El producto tiene exceso o falta de diseño (tiene funciones no necesarias u olvidadas)?: No, ya que para el proceso de diseño se tuvo en cuenta la subdivisión en sub-problemas, con el fin de garantizar que cada aspecto fuese estudiado, y finalmente la elección de la mejor solución, además de la reducción de elementos estructurales para llegar a una solución integral donde cada elemento cumple una función vital para el producto.

6.7.4 Diferenciación del producto

6.7.4.1 Un cliente que ve el producto en una tienda ¿Será capaz de identificarlo por su aspecto?: Si, ya que es un producto único y no existe nada similar en el mercado que cumpla con todos los parámetros de éste.

6.7.4.2 ¿Será recordado por un consumidor que lo vea en un anuncio?: Sí, todo el trabajo publicitario del producto deberá seguir los patrones establecidos por el producto y su imagen corporativa, es decir colores, tipografía, diagramación etc.

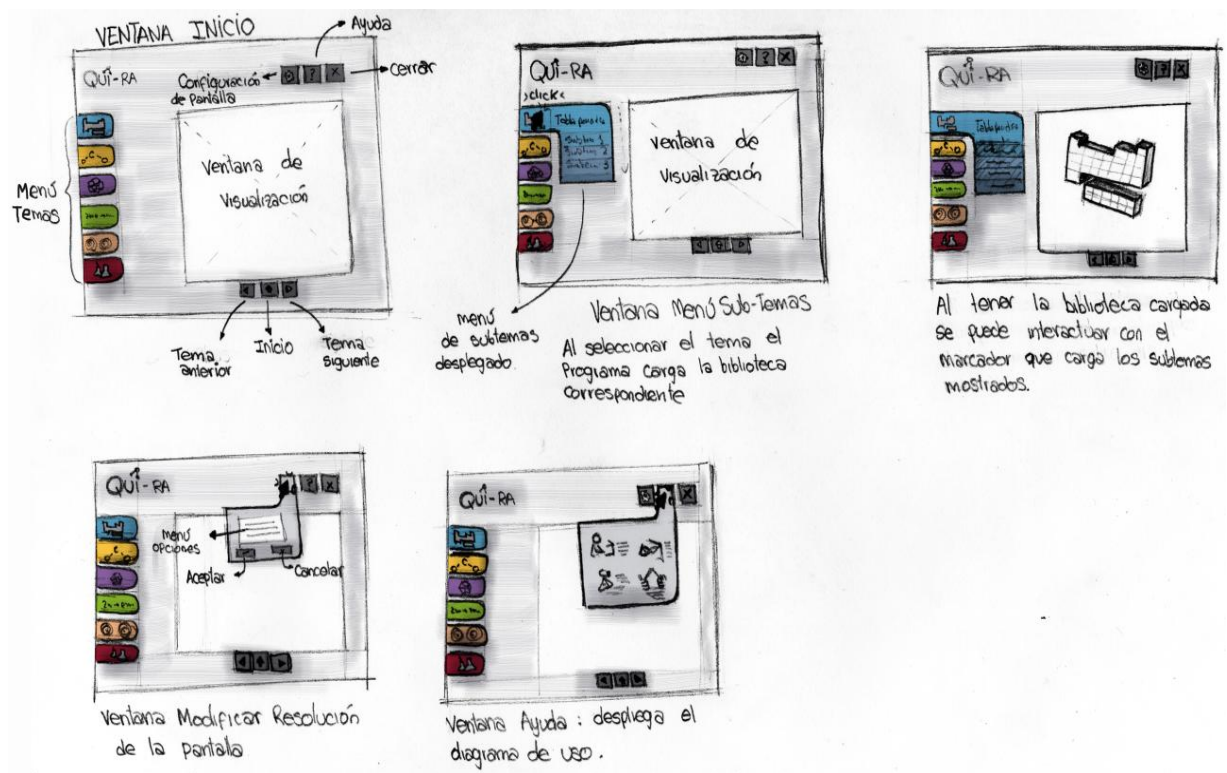
6.7.4.3 ¿El producto se apega o mejora la identidad corporativa?: Si, ya que es el producto el que da la pauta para diseñar la imagen corporativa a partir de éste y no viceversa.

6.8 DISEÑO PARA LA MANUFACTURA

En esta fase del desarrollo se realizan los planos técnicos, y los diagramas requeridos por el programador para desarrollar el software que son el storyboard y la imagen de la interfaz del programa. A su vez se elabora la tabla de costos del proyecto y el diagrama de uso.

6.8.1 Story-board interfaz

Figura 44. Story-board



Fuente: Autores

6.8.2 Story-board información. Previamente al inicio del proceso de modelado se realiza un story-board donde se define la visualización de cada uno de los temas y las animaciones o detalles según el caso. (Ver anexo E)

6.8.3 Imagen de la interfaz

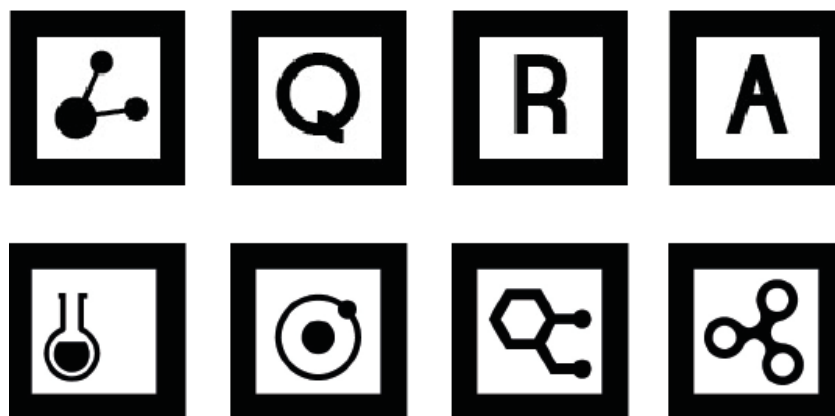
Figura 45. Interfaz del programa



Fuente: Autores

6.8.4 Marcadores seleccionados. De acuerdo a los requerimientos técnicos para el funcionamiento de la tecnología RA se determinan los siguientes marcadores:

Figura 46. Marcadores seleccionados



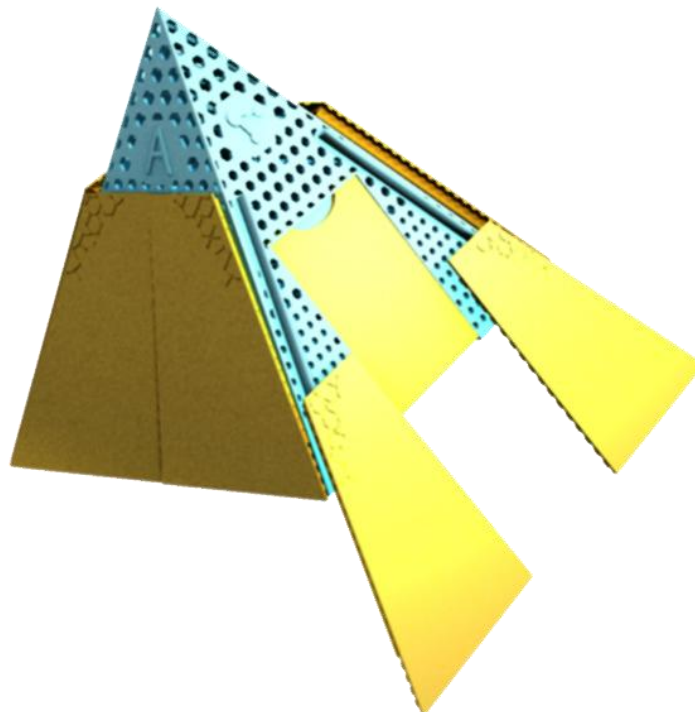
Fuente: Autores

6.8.5 Planos técnicos. (Ver anexo F)

6.8.6 Proceso de desmaterialización. Este proceso es decisivo para la construcción del modelo, ya que busca reducir la mayor cantidad de material requerido para su fabricación, buscando un balance óptimo entre función, costos y estética. El resultado de este proceso no debe alterar el diseño desarrollado, por el contrario debe hacer de éste un producto rentable.

6.8.6.1 Resultado del proceso de desmaterialización

Figura 47. Resultado desmaterialización



Fuente: Autores 1

6.8.7 Tabla de costos

Tabla 8. Tabla de costos

COSTO ELABORACIÓN DE MODELO				
COSTOS			UNITARIO	TOTAL
COSTOS DE MANO DE OBRA CALIFICADA				
Publicidad impresa			250000	250000
Distribución de publicidad			50000	50000
Diseño			1500000	1500000
Producción y ensamble			200000	200000
COSTOS DE MATERIALES Y PROCESOS				
Insumos				60000
Prototipado 3-D			15000 cm3	140000
Programación				1400000
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION				
Transporte			1750	55000
Otros Costos (Luz, Teléfono, Internet)			30000	120000
TOTAL				3775000

Fuente: Autores

6.8.8 Diagrama de uso. (Ver anexo G)

6.8.9 Diagrama de periféricos. (Ver anexo H)

7. CONCLUSIONES

- Por medio de una encuesta realizada a los usuarios primarios fueron seleccionados 6 temas y 4 sub-temas de cada uno de la asignatura química básica.
- Por medio de las siguientes metodologías: lluvia de ideas, pruebas de usabilidad, diseño centrado en el usuario, desarrollo de producto, diseño de experiencia, card-sorting, análisis jerárquico de tareas. Se desarrolla integralmente el módulo.
- La interfaz gráfica del usuario fue diseñada y definida por el equipo de trabajo, a su vez se deja planteada para el desarrollo del software.
- Según los resultados obtenidos de la encuesta con los usuarios, evidenciados en la Tabla 3, cuyo objetivo era determinar los requerimientos del producto, se puede determinar que el objeto marcador cumple a cabalidad con los mismos.
- De acuerdo a los requerimientos técnicos propios de la tecnología RA, el producto resultante cumple con lo esperado en su funcionamiento.
- Se deja planteada una nueva experiencia interactiva en las aulas de clase basada en el módulo desarrollado.

8. PERSPECTIVAS

- Validar la nueva experiencia propuesta para el proceso enseñanza/aprendizaje en las aulas de clase.
- Implementar el software que complementa al módulo de apoyo desarrollado.
- Abrir una nueva línea de investigación para Realidad Aumentada en la escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander.
- Explorar los alcances logrados con esta tecnología en diversos campos y a través de otros dispositivos.
- Generar un espacio multidisciplinar entre el Diseño Industrial y la Ingeniería de Software.

BIBLIOGRAFÍA

- DURAN, M. Y. (2009). Herramientas multimediales para la comercialización nacional e internacional de productos y servicios de la fundación cardiovascular de Colombia (FCV) diseño y desarrollo. Tesis de pregrado no publicada, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- MARADEI, M. ESPINEL, F. PEÑA, A. (2009). Datos antropométricos para el diseño: Región nororiental Colombiana 2008. Bucaramanga: Publicaciones UIS.
- MARTÍNEZ, J. M. (2007). Enfoque metodológico para el diseño de interfaces de usuario. Tesis de maestría no publicada, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- MONDRAGÓN, C. PEÑA, L. SÁNCHEZ, M. ARBELÁEZ, F. GONZÁLEZ, D. (2012). Hipertexto química 1. Bogotá: Santillana.
- MUNARI, B. (1985). Diseño y comunicación visual. Contribución a una metodología didáctica. Barcelona: Gustavo Gili.
- PRESS, Mike. COOPER, Rachel. (2009) El diseño como experiencia: El papel del diseño y los diseñadores en el siglo XXI. Barcelona: Gustavo Gili.

E-GRAFÍA

- ABRIL, Daniel. (2013). Realidad Aumentada. Recuperado de <http://museusinovestecno.files.wordpress.com/2012/09/realidad-aumentada.pdf>
- ALLIBAN, James. (2010). LearnAR - eLearning con realidad aumentada. Recuperado de <http://jamesalliban.wordpress.com/2010/03/16/learnar-elearning-with-augmented-reality/>.
- Baxogain, M, *et al.* (2013). Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente. Recuperado de http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Business News Américas. (2005). Penetración de PC alcanza 3.9%. Recuperado de http://www.bnamericas.com/news/tecnologia/Penetracion_de_PC_alcanza_3,9*
- Editorial Santillana. Disponible en internet: <http://www.santillana.cl/Bicentenario/>.
- Fundación telefónica. (2011). Realidad Aumentada: Una nueva lente para ver el mundo. Recuperado de http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/Realidad_Aumentada_Completo.pdf
- HITLabNZ. (2013). Magic book. Recuperado de <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality?view=project&task=show&id=54>

- Mobile commerce news. (2012). Tokio Shoseki lanza línea de realidad aumentada para libros de texto nuevos de la marca Horizon. Recuperado de <http://www.qrcodepress.com/tokyo-shoseki-launches-line-of-augmented-reality-textbooks-for-new-horizon-brand/857947/>
- MORALES, María Lucila. (2011). Aplicaciones de los mundos virtuales. Recuperado de http://www.academia.edu/1709123/Aplicaciones_de_los_Mundos_Virtuales
- Paradox design & development. (2013). Quienes somos. Recuperado de <http://www.pdxstudio.com/>
- Santillana. (2013). Bicentenario. Recuperado de <http://www.santillana.cl/Bicentenario/>
- Universidad Complutense de Madrid. (2013). Ergonomía ambiental. Recuperado de http://alvarocamps.wikispaces.com/file/view/ERGONOMIA+2_ambiental.pdf.

ANEXOS

ANEXO A. Solicitud enviada a los colegios seleccionados

6520

Bucaramanga, 11 de junio de 2013



Señores
COLEGIO INTEGRADO SANTA TERESITA
Bucaramanga

Cordial saludo.

Con motivo del desarrollo del proyecto de grado titulado DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MÓDULO DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA BÁSICA EN LA MEDIA VOCACIONAL POR MEDIO DE LA REALIDAD AUMENTADA presentado por los estudiantes DIANA MARCELA FIGUEROA QUIROGA y WILMER LEONARDO ANGARITA MALDONADO de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, se requiere realizar una serie de encuestas dirigidas a profesores del área de química en los niveles de media vocacional.

Respetuosamente solicitamos su colaboración para la recolección de estos datos importantes para el proyecto.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Higuera Marin'.

MIGUEL ENRIQUE HIGUERA MARIN
Director Escuela de Diseño Industrial

Amanda C.

Ciudad Universitaria, Carrera 27 - Calle 9
Apartado Aéreo 678 PBX: (7) 6344000
Bucaramanga, Colombia. www.uis.edu.co



ANEXO B. Formato encuesta pre-prueba de usabilidad

Somos estudiantes de Diseño Industrial y en la actualidad nos encontramos realizando un proyecto que busca integrar la tecnología de Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de la química básica y su colaboración en el desarrollo de la siguiente prueba es muy valioso para nosotros.

A continuación se le mostrarán 5 alternativas de interfaz y usted deberá realizar las siguientes interacciones con cada una de ellas:

- *Seleccionar el subtema: Oxido-reducción en la categoría balanceo de ecuaciones
- *Seleccionar el subtema: Grupos y periodos en la categoría tabla periódica
- *Ajustar la configuración de la pantalla
- *Cerrar el programa

Por último responda las siguientes preguntas de acuerdo a su experiencia con la prueba.

1. ¿Cual de las 5 opciones considera usted es la más comprensible?

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Interfaz 1 | <input type="checkbox"/> Interfaz 4 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 2 | <input type="checkbox"/> Interfaz 5 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 3 | |

2. ¿Cual de las 5 opciones considera usted es la más fácil de usar?

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Interfaz 1 | <input type="checkbox"/> Interfaz 4 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 2 | <input type="checkbox"/> Interfaz 5 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 3 | |

3. ¿Cual de las 5 opciones considera usted es la más agradable visualmente?

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Interfaz 1 | <input type="checkbox"/> Interfaz 4 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 2 | <input type="checkbox"/> Interfaz 5 |
| <input type="checkbox"/> Interfaz 3 | |



Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Grupo de Investigación Interfaz



ANEXO C. Formato encuesta prueba de usabilidad

Somos estudiantes de Diseño Industrial y en la actualidad nos encontramos realizando un proyecto que busca integrar la tecnología de Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de la química básica y su colaboración en el desarrollo de la siguiente prueba es muy valioso para nosotros.

A continuación se le mostrarán 3 alternativas de interfaz y usted deberá realizar las siguientes interacciones con cada una de ellas:

- *Seleccionar el tema: Balanceo de ecuaciones
- *Seleccionar el subtema: Oxido-reducción
- *Seleccionar el tema: tabla periódica
- *Seleccionar el subtema: Grupos y familias
- *Ajustar la configuración de la pantalla
- *Cerrar el programa

Por último responda las siguientes preguntas de acuerdo a su experiencia con la prueba.

1. ¿Cual de las 3 opciones considera usted es la más comprensible?

- Interfaz 1 Interfaz 2 Interfaz 3

2. ¿Cual de las 3 opciones considera usted es la más fácil de usar?

- Interfaz 1 Interfaz 2 Interfaz 3

3. ¿Cual de las 3 opciones considera usted es la más agradable visualmente?

- Interfaz 1 Interfaz 2 Interfaz 3

Observaciones: _____

ANEXO D. Formato encuesta selección de temas



Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Grupo de Investigación Interfaz



1. Esta encuesta va dirigida a docentes del área de química en los niveles de educación media vocacional, tiene como finalidad identificar los 8 subtemas vistos en éste nivel en los cuales una herramienta de visualización en 3 dimensiones basada en realidad aumentada pueda enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de clase.

UNIDAD 1. Introducción a la química

Tema 1. Generalidades

- 1. La química a través de la historia
- 2. ¿Cómo trabajan los científicos?
- 3. La medición
- 4. Temperatura y calor

- 3. Clases de materia
- 4. Separación de mezclas
- 5. La energía

Tema 2. Materia y energía

- 1. Propiedades de la materia
- 2. Transformaciones de la materia

UNIDAD 2. Estructura atómica

Tema 1. El átomo: conceptos básicos

- 1. El átomo a través del tiempo
- 2. Algunas propiedades de los átomos

- 4. Algunas propiedades periódicas

Tema 2. Modelo atómico actual

- 1. Antecedentes
- 2. El modelo de Bohr
- 3. El modelo de Sommerfeld
- 4. Hacia un modelo mecánico-cuántico de la materia
- 5. Arquitectura electrónica

Tema 4. El enlace químico

- 1. ¿Qué mantiene unidos a los átomos?
- 2. El enlace iónico
- 3. El enlace covalente
- 4. Sólidos metálicos
- 5. Fuerzas intermoleculares
- 6. Arquitectura molecular: formas geométricas de las moléculas

Tema 3. Los átomos y la tabla periódica

- 1. Primeras clasificaciones de los elementos
- 2. Tabla periódica moderna
- 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los elementos de la tabla periódica

UNIDAD 3. El lenguaje de la química

Tema 1. Nomenclatura química

- 1. Los símbolos y las fórmulas químicas a través de la historia
- 2. Valencia y número de oxidación
- 3. Función química y grupo funcional
- 4. Radicales

- 6. Ecuaciones termoquímicas

Tema 2. Reacciones y ecuaciones químicas

- 1. Representación de los fenómenos químicos
- 2. Clases de reacciones químicas
- 3. Balanceo de ecuaciones
- 4. Métodos para balancear ecuaciones
- 5. Las reacciones químicas y la energía

Tema 3. Cálculos químicos

- 1. Cálculos basados en las ecuaciones químicas
- 2. Leyes ponderales
- 3. Cálculos estequiométricos
- 4. Cálculos químicos en los que intervienen gases

UNIDAD 4. Estados de agregación de la materia

Tema 1. Conceptos básicos

- 1. Fuerzas de atracción entre moléculas
- 2. Los gases
- 3. Los líquidos
- 4. Los sólidos

Tema 2. Los gases

- 1. Propiedades de los gases
- 2. Teoría cinética de los gases
- 3. Leyes de los gases

- 4. Principio de Avogadro
- 5. Ecuación de estado o Ley de los gases ideales
- 6. Gases reales
- 7. Difusión de gases: ley de Graham

UNIDAD 5. Las soluciones

Tema 1. El agua y las soluciones

- 1. El agua
- 2. Concepto de solución
- 3. Solubilidad

Tema 2. La concentración de las soluciones

- 1. Definición de concentración
- 2. Unidades de concentración
- 3. Diluciones

Tema 3. Propiedades coligativas de las soluciones y de los coloides

- 1. Propiedades coligativas de las soluciones
- 2. Coloides

UNIDAD 6. Cinética química

Tema 1. Velocidad de reacción

- 1. Conceptos básicos
- 2. Factores que afectan la velocidad de reacción

Tema 2. Equilibrio químico

- 1. Reacciones reversibles
- 2. Estados de equilibrio dinámico
- 3. Ley de acción de masas

- 4. La constante de equilibrio
- 5. Clases de equilibrio químico
- 6. Factores que afectan el equilibrio

UNIDAD 7. Equilibrio en soluciones

Tema 1. Equilibrio en soluciones iónicas

- 1. Electrolitos
- 2. Equilibrios de solubilidad
- 3. Conceptos y teorías sobre ácidos y bases

Tema 2. Equilibrio iónico del agua

- 1. Ionización del agua
- 2. Soluciones neutras, ácidas y básicas
- 3. Concepto de pH
- 4. Concepto de pOH
- 5. Cálculos relativos a pH y pOH
- 6. Indicadores de pH
- 7. Sistemas reguladores de pH

- 8. Titulación de soluciones
- 9. Ácidos polipróticos

Desarrollo de competencias

Tema 3. Electroquímica

- 1. Introducción
- 2. Reacciones de óxido-reducción
- 3. Algunos procesos electroquímicos
- 4. Leyes de Faraday

2. De esos 8 sub-temas elegidos como cree que se podrían mostrar con ésta herramienta

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

Agradecemos su disposición y cooperación con el proyecto. ¿Estaría dispuesto(a) a colaborarnos en un futuro con otra encuesta?

Nombre: _____

Teléfono: _____

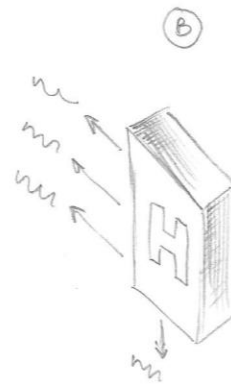
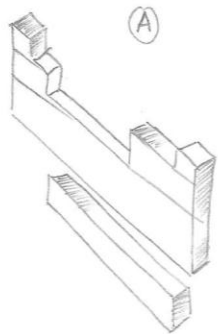
Correo electrónico: _____

Institución educativa: _____

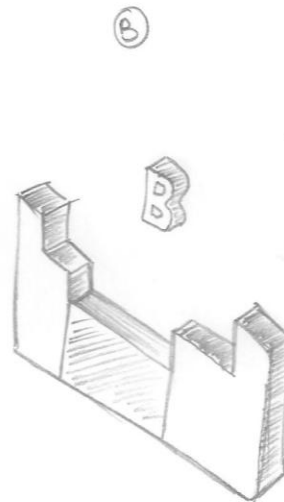
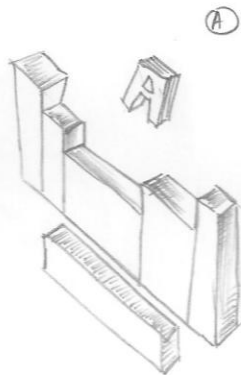
ANEXO E. Story-Board Información

Tabla Periódica

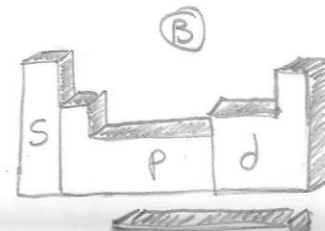
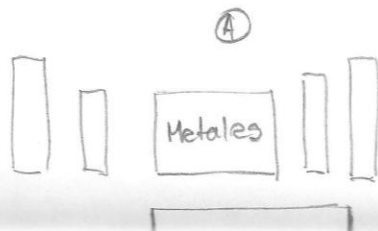
Periodos →



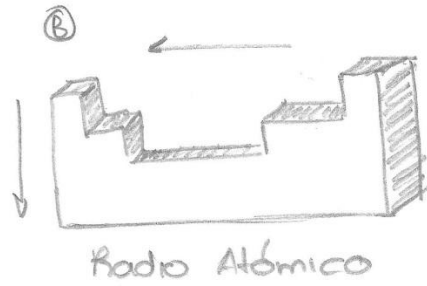
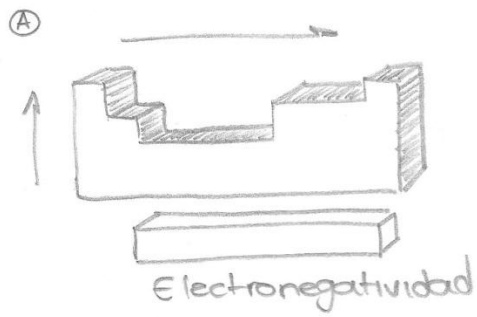
Grupos →



Propiedades Físicas y Químicas

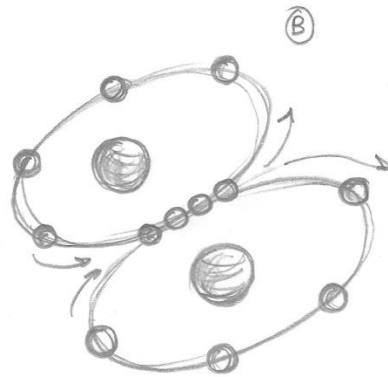
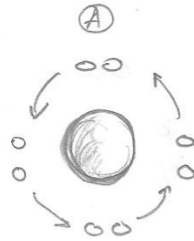


Propiedades periódicas

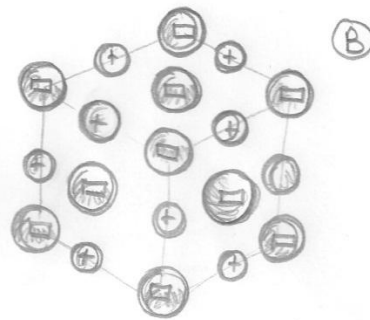
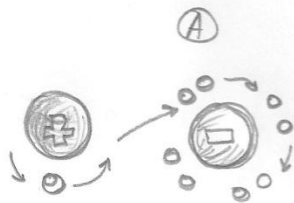


Tipos de Enlaces

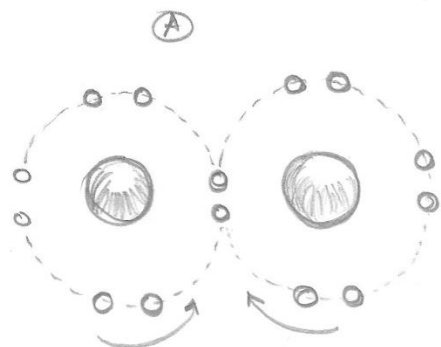
Regla de octeto



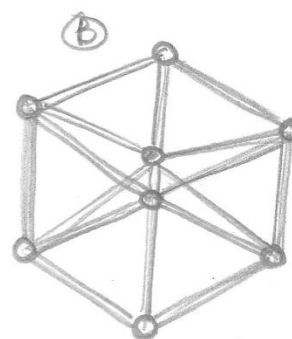
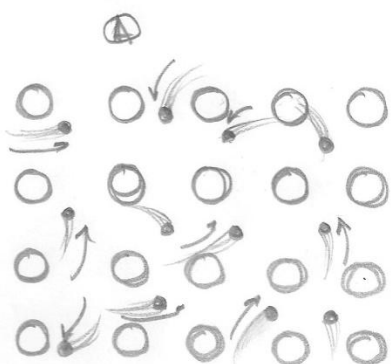
Enlace Iónico



Enlace covalente

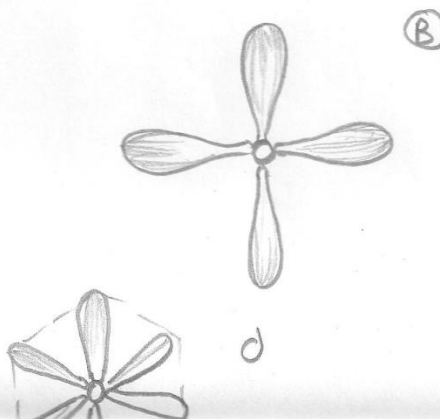
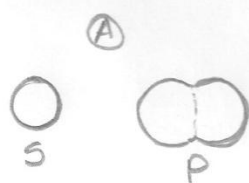


Enlace Metálico

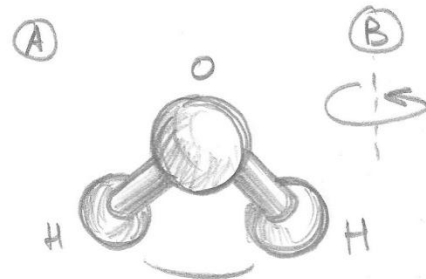


Arquitectura Molecular

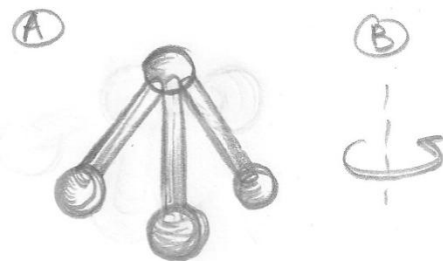
orbitales atómicos



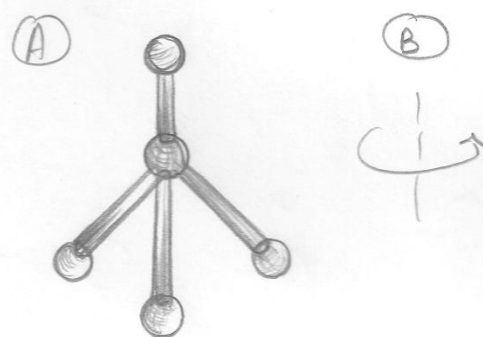
Moléculas Angulares



Moléculas Piramidales

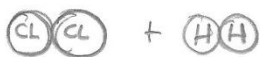


Moléculas tetraédricas



Balances de ecuaciones

(A)



(B)



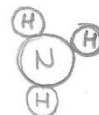
Ejercicio 1

Ejercicio 2

(A)

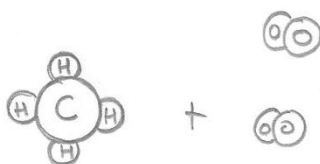


(B)



Ejercicio 3

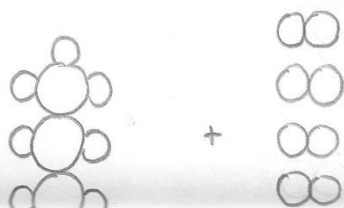
(A)



(B)

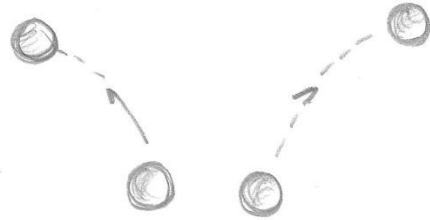
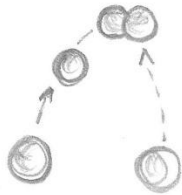


Ejercicio 4



Fuerza atracción entre moléculas

Atracción — Repulsión



Gases



Líquidos

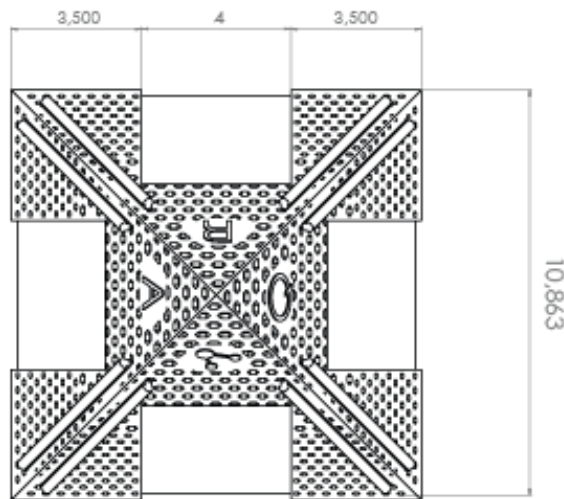
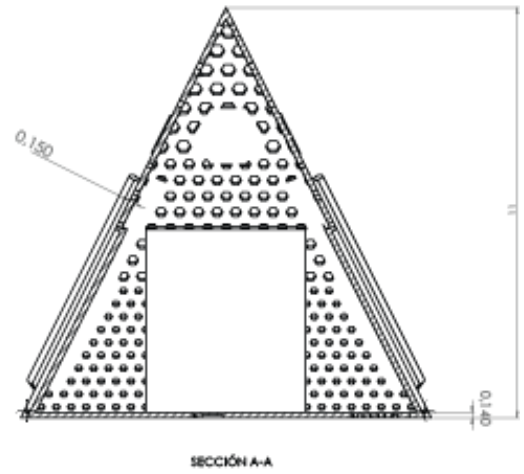
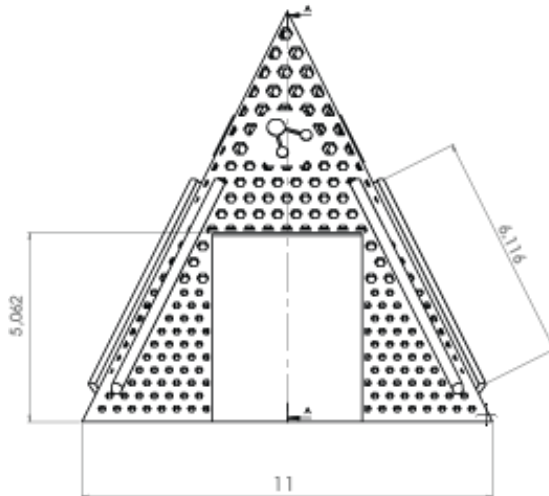


Sólidos

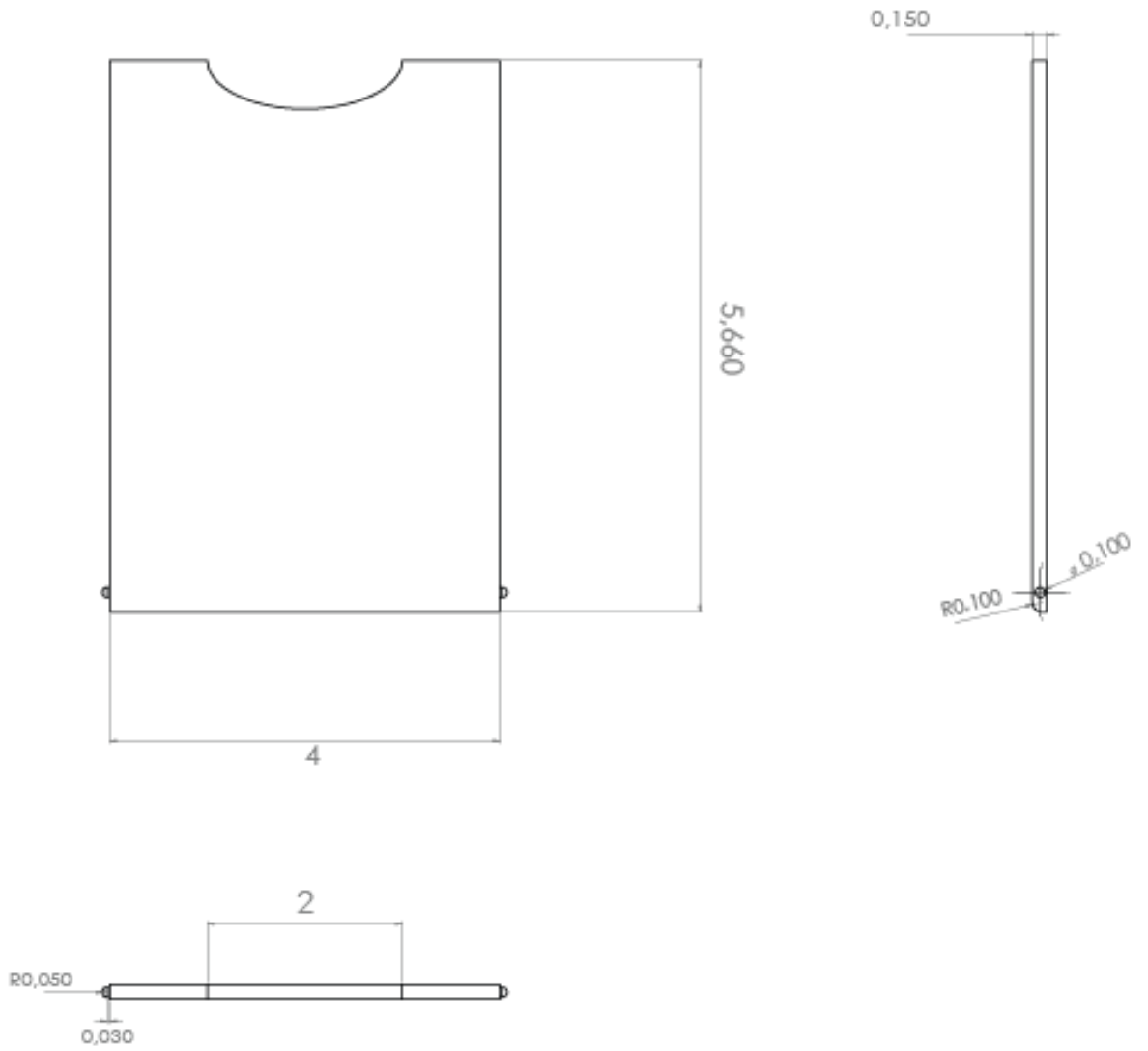


ANEXO F. Planos técnicos

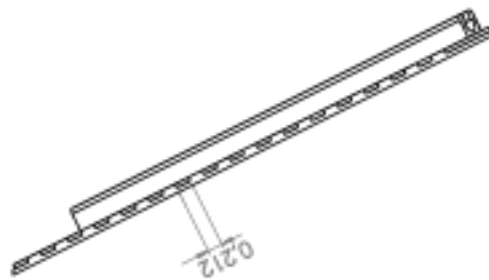
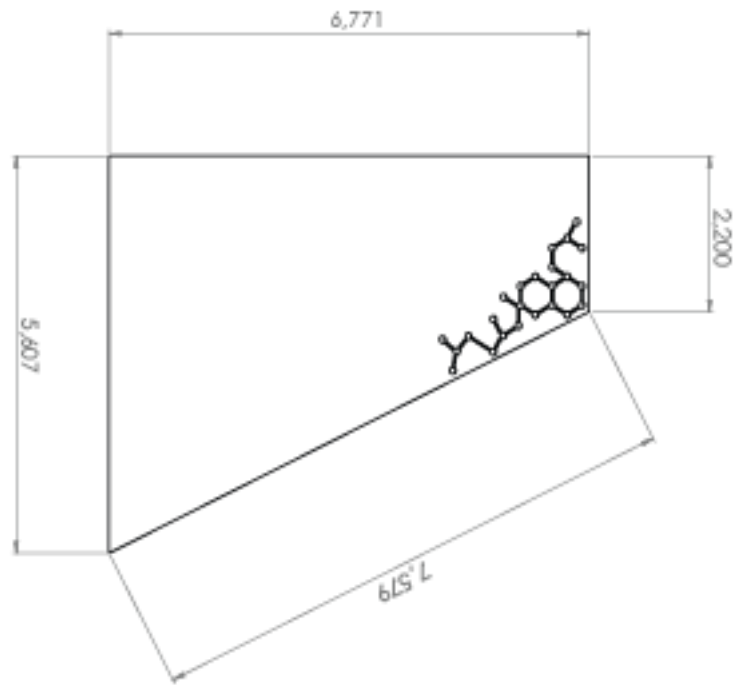
pieza 1
medidas en cm



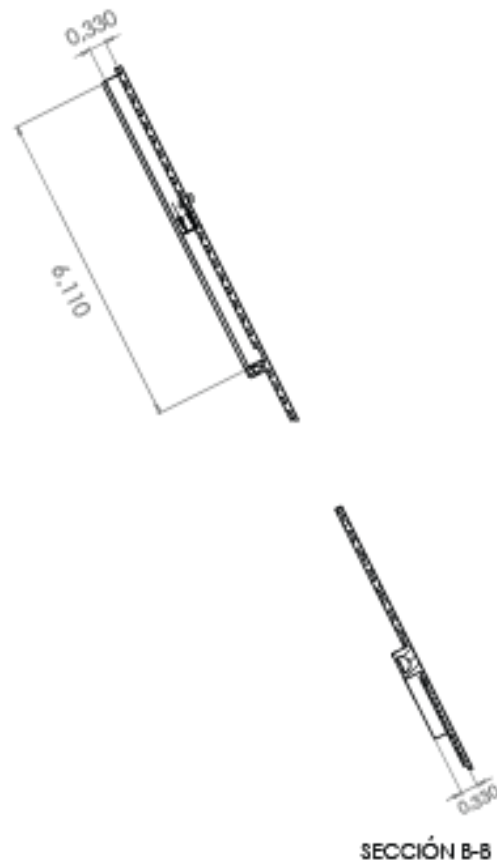
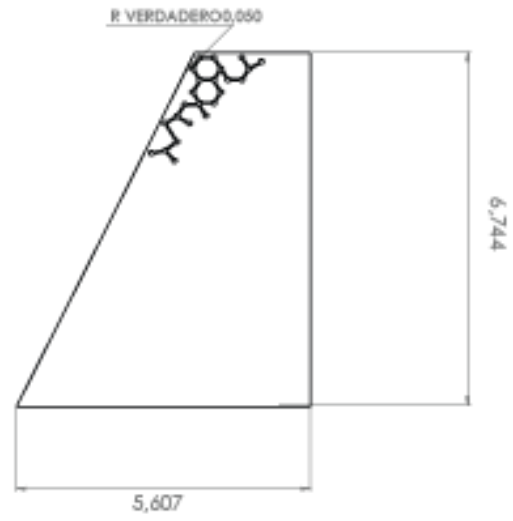
pieza 2
medidas en cm



pieza 3
medidas en cm



pieza 4
medidas en cm



ANEXO G. Diagrama de uso

