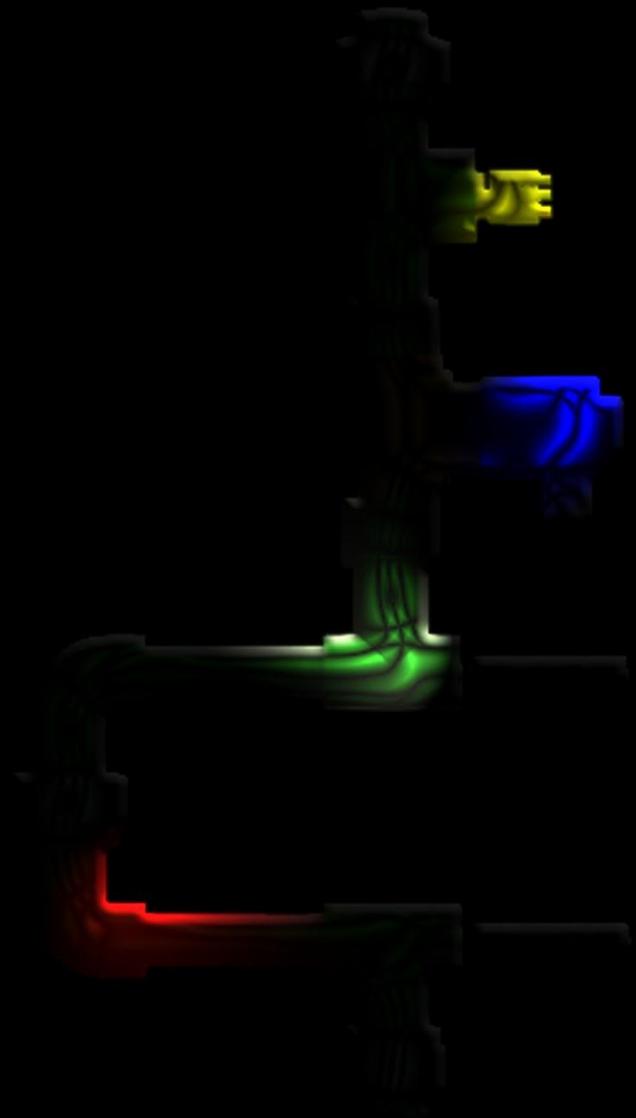


Diseño Innovador para la Ducha

Hacia una Economía Solar



ARTURO LÓPEZ ARAGÓN 2012

Diseño Innovador para la Ducha

Hacia una Economía Solar

Tesis Profesional que para obtener el Título de
Ingeniero Mecatrónico presenta:

Arturo López Aragón

Con la dirección de:

Dr. Alejandro Cuauhtemoc Ramírez Reivich

y la asesoría de:

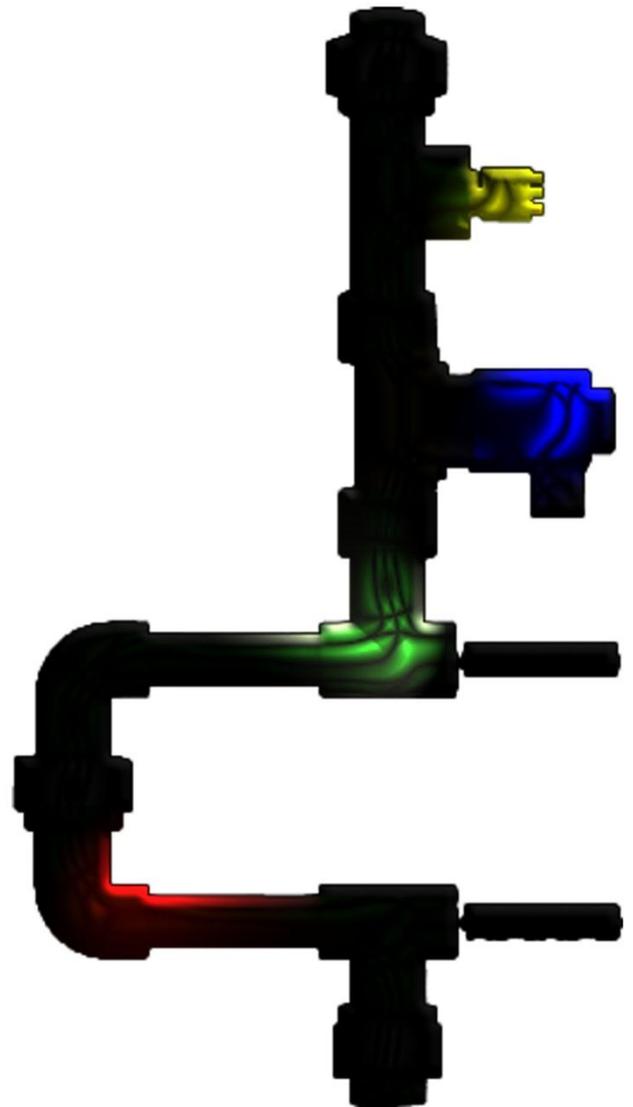
Dr. Elfego Guillermo Ruiz Schneider

Dr. Vicente Borja Ramírez

Dr. Adrián Espinosa Bautista

Ing. Mariano García del Gállego

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de
mi autoría y que no ha sido presentado previamente
en ninguna otra Institución Educativa. Autorizo a la
UNAM para que publique este documento por los
medios que juzgue pertinentes.



Dedicatorias

A los autores de mis días, quienes recogieron y enjugaron mis primeras lágrimas, a quienes Dios encomendó sobrellevar el estado indefenso de mi infancia, los que consagraron todos sus desvelos a la difícil tarea de mi educación y a labrar mi felicidad, para quienes son mis seres más privilegiados y venerables que existen sobre la tierra...

...mis padres, Martha y Arturo.

A ***Claudia Zamorano***, compañera incondicional e inseparable en mi vida como estudiante, quien con amor, entrega y dedicación me dio fuerza para soportar momentos difíciles y seguir adelante, me dio alegría y me hizo ver la importancia de equilibrar los diversos aspectos de *ser* humano.

A mis hermanas y hermano, **Ma. del Pilar, Martha y José Francisco**, quienes compartieron conmigo parte de sus vidas, por su apoyo incondicional y por estar siempre dispuestos a mantener la unidad familiar que es lo que nos hace fuertes.

A mis cuñados **Julio** e **Israel**, y especialmente a mis sobrinas **Carol**, **Dany** y **Sarita**.

A la familia **Eslava Hernández**, quien me acogió como un miembro más de su familia.

Agradecimientos

Gracias a Dios

por la vida y la conciencia con que me ha dotado para maravillarme de la grandeza del espacio y del tiempo y de cada objeto que en ellos descubro.

Gracias al pueblo Mexicano

por hacer posible con su trabajo la existencia de instituciones de educación pública.

Gracias a la UNAM

por trabajar esforzadamente en ser una Universidad reconocida a nivel mundial y por permitirme ser Universitario. Gracias a los estudiantes, académicos, administrativos y todos y cada uno de los trabajadores de esta casa de estudio que mantienen su compromiso de servir a los propósitos de la Universidad para el desarrollo de nuestra sociedad. Agradezco especialmente a la Facultad de Ingeniería por su compromiso con el desarrollo tecnológico en el país.

Gracias a mi director de tesis

Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich por abrirme un espacio en su agenda y contribuir al avance de este proyecto.

Gracias a mis sinodales

Dr. Elfego Guillermo Ruiz Schneider, Dr. Vicente Borja Ramírez Dr. Adrián Espinoza Bautista e Ing. Mariano García del Gállego, por sus valiosos comentarios y su diligente respuesta.

Gracias a mis profesores

quienes a lo largo de mi carrera hicieron valiosas aportaciones en mi formación, especialmente a quienes han dejado en mí su espíritu y en reconocimiento a su labor los enuncio a continuación: **Olga María del Carmen Mucharraz González, Margarita Puebla Cadena, Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich, Juan María de la Salud Ocáriz Castelazo, Yukihiro Minami Koyama, Rolando Peralta Pérez, Edmundo Gabriel Rocha Cózatl, José Arturo Reyna Galindo, Jorge Federico Paniagua Ballinas, Fernando Aurelio López Hernández.**

contenido

Resumen	13
1 Planteamiento de la oportunidad y objetivos	15
1.1 Planteamiento de la oportunidad	15
1.2 Objetivos	18
2 Metodología	19
2.1 Diseño centrado en el usuario	19
2.2 El proceso de diseño	21
3 Entender	23
3.1 Causa natural del aseo humano	23
3.2 El baño a través de la historia	28
3.3 Energía para el baño moderno	40
4 Observar	45
4.1 ¿Cómo nos bañamos?	45
4.2 ¿Por qué y para qué nos bañamos?	46
4.3 Estado del arte en cuartos de baño	50
4.4 Características funcionales de la ducha	52
4.5 Estructura funcional de 4 sistemas de ducha	53
4.6 Estado del arte en Interfaz Natural de Usuario	60
4.7 Estado del arte en aprovechamiento de energía solar	61
4.8 Estadística de la ciudad de México	63

5	Definir	65
5.1	Jerarquización de necesidades	65
5.2	Previendo un futuro alternativo	67
5.3	Escenario sustentable	69
5.4	Personajes	70
5.5	Características generales del producto	72
5.6	Parámetros de las características del producto	73
6	Idear	75
6.1	MM1. Abastecimiento de agua limpia	77
6.2	MM2. Aumento de la presión del agua	78
6.3	MM3. Calentamiento de agua	79
6.4	MM4. Conducción de agua	80
6.5	MM5. Regulación de temperatura de agua	81
6.6	MM6. Regulación de gasto de agua	82
6.7	MM7. Riego de agua	83
6.8	MM8. Drenaje de agua	84
6.9	Mapa mental del sistema completo de ducha	85
6.10	Declaración de funciones del sistema de ducha	86
6.11	El concepto	87
7	Realizar prototipos	91
7.1	Modelado del sistema físico híbrido	92
7.2	Diseño del control de electroválvula por señal de voz	99
7.3	Diseño del control de temperatura	108
7.4	Disyuntor por corriente diferencial	111
7.5	Prototipo manual	112
8	Probar	113
8.1	Simulación térmica del sistema simplificado	114
8.2	Simulación de reconocimiento de señales de voz	115
8.3	Simulación del control de temperatura	116
8.4	Presentación del concepto	117
8.5	Simulación manual del concepto	118
9	Resultados	119
10	Conclusiones	123
10.1	Lo aprendido	124
10.2	Lo que gustaría hacer	125
11	Anexos	127
12	Referencias	135

Resumen

El propósito del presente trabajo es establecer un punto de partida en el proceso de diseñar un producto que innove la ducha para comodidad y satisfacción del usuario y para un uso eficiente de agua y energía. Asimismo, se pretende enfocar el proceso de diseño hacia un futuro alternativo de una economía solar.

Ésta es una primera iteración del proceso necesario para obtener un producto terminado, por lo que en estas páginas no se encuentra tal producto, sin embargo se halla una base sobre la cual se puede ir construyendo una estructura completa que sostenga la fabricación y distribución de dicho producto.

Los logros son haber planteado la oportunidad de innovar la ducha y haber construido la primera iteración del proceso de diseño la cual deja documentada información histórica, antropológica y tecnológica referente a la conducta del aseo humano. También deja documentada una forma concreta de cómo podría ser la ducha en un futuro y la experiencia de una persona en una simulación manual. Además se logró definir un prototipo automático simple y económico para evaluar la experiencia de un mayor número de personas en iteraciones posteriores.

El trabajo escrito se ha dividido en doce capítulos, seis de los cuales están dedicados a presentar detalladamente el trabajo realizado para cada una de las etapas de la metodología de diseño aplicada. El lector podrá identificar fácilmente estos capítulos porque sus hojas están marcadas con una barra vertical de color en el extremo de las mismas. Cada capítulo tiene su propio color según la Figura 2.1 que muestra gráficamente el proceso de diseño. Otra peculiaridad de estos seis capítulos es que sus hojas se han dividido verticalmente en dos partes con la finalidad de que el lado izquierdo presente las ideas principales y pueda ser leído y entendido de forma rápida independientemente de los detalles mostrados en el lado derecho.

En el Capítulo 1 se plantea en dónde se identificó la oportunidad de innovar la ducha así como los objetivos de la tesis.

El Capítulo 2 muestra la metodología y se explican cada una de las etapas del método así como un modelo del proceso de diseño iterativo y no lineal.

El Capítulo 3 corresponde a la etapa “Entender”. En esta etapa se realizó una investigación para entender el origen del aseo en los seres humanos. Se consideró importante saber en qué momento aparecieron los primeros seres humanos y si esos seres humanos tenían necesidades de aseo similares a las de hoy en día, y de ser así, cómo satisfacían esta necesidad. Además se encontró importante conocer diferentes formas de aseo en varias culturas a través del tiempo.

En el Capítulo 4, referente a la etapa “Observar”, se documenta la secuencia de aseo de una persona, es decir, el patrón de aseo que la mayoría de las personas siguen, de esta forma se trata de responder a la pregunta ¿Cómo nos bañamos? Otra pregunta que se quiso responder en el capítulo es ¿Por qué nos bañamos? y para ello se realizó una encuesta que recogiera los motivos por los cuales las personas deciden tomar una ducha.

Se observó también el estado del arte en cuartos de baño y en varios sistemas de ducha, además el estado del arte en interfaces naturales de usuario. Además se reporta el estado del arte en el aprovechamiento de energía solar térmica. Finalmente se presentan datos importantes sobre aspectos relacionados con los recursos y necesidades del Distrito Federal relacionados con la ducha.

El Capítulo 5 “Definir” ha servido para reunir y resumir la información de las dos etapas anteriores con la finalidad de establecer las características que debe tener el producto para que sea coherente con las necesidades y puntos de vista de la gente.

El Capítulo 6 se refiere a la etapa “Idear” en donde se parte de la definición de las características del producto para generar un número importante de posibles soluciones para posteriormente seleccionar las más adecuadas y generar el concepto del producto.

El Capítulo 7 llamado “Realizar prototipos” tiene como propósito crear formas económicas de representar las funciones del concepto llevando sus características principales al mundo físico para poder medir el progreso del proyecto y el impacto en los usuarios.

En el Capítulo 8 “Probar”, se presentan los métodos usados para evaluar técnicamente el prototipo automático. Asimismo, se muestran los métodos para evaluar el prototipo manual y el concepto, desde el punto de vista de los usuarios.

El Capítulo 9 corresponde a los resultados obtenidos por la realización de este trabajo así como los resultados de las pruebas del capítulo anterior.

En el Capítulo 10 se concluye y se redacta lo aprendido y lo que falta por hacer.

En el Capítulo 11 se presentan las referencias.

El Capítulo 12 corresponde a los Anexos donde se incluye la entrevista de los motivos para tomar un baño, el catálogo de piezas para el ensamble del prototipo automático junto con su explosivo. Además se presenta el catálogo de componentes electrónicos que se usaron para simular el control de temperatura digital y el control de flujo por señales de voz.

1.1 Planteamiento de la oportunidad

En un estudio de calidad de regaderas para aseo corporal [1] realizado por la revista del consumidor, se informó que de los aproximadamente 150 litros de agua que consume una persona al día, alrededor del 35% se va en la regadera, el 40% en inodoros y el 25% restante en el lavado de ropa y trastes. También se dieron las siguientes recomendaciones para ahorrar agua en la ducha:

- **Reservar en una cubeta el agua fría que sale antes del agua caliente.**
- **No afeitarse bajo el chorro del agua de la regadera.**
- **Al cerrar las llaves se debe verificar que se detenga completamente la salida del agua.**
- **Verificar periódicamente que los orificios de la regadera no estén obstruidos, de ser así, se deben destapar con alfiler.**
- **Colocar el calentador de agua lo más cerca posible de la regadera.**

Estas acciones son solo sugerencias, y se deja a criterio y disposición del consumidor llevarlas a cabo o no. Asimismo, las recomendaciones implican un esfuerzo extra por parte del consumidor quien tiene que llevar a cabo manualmente esas tareas que incluso se vuelven imprácticas e incómodas. Es muy probable que el hecho de que muchos no sigan estas recomendaciones se deba a que se pierde tiempo y comodidad en la ducha, lo que puede llegar a generar estrés sobre todo cuando se desea tomar una ducha rápida porque se está retrasado, situación que es muy frecuente en las grandes ciudades.

Otra cuestión muy importante para el ahorro, no solo de agua sino también de energía, es la quinta recomendación, que sugiere colocar el calentador de agua lo más cerca posible de la regadera.

Oportunidad

Gracias al desarrollo tecnológico y a la disposición comercial de diversos componentes automáticos a bajo costo, se han desarrollado recientemente aplicaciones en construcciones residenciales debido precisamente a necesidades emergentes de confort en el hogar, ahorro de energía, seguridad, comunicación y servicios multimedia dando lugar a los sistemas de automatización del hogar también conocidos como sistemas domóticos [2].

Se hace entonces patente la oportunidad de aprovechar la tecnología para administrar inteligentemente los recursos necesarios para la ducha (agua y energía) sin sacrificar la comodidad del usuario pero sin sacrificar tampoco la capacidad de satisfacer las necesidades de futuras generaciones, es decir, con miras en un producto sustentable.

La definición de sustentabilidad más ampliamente aceptada es aquella que se dio en el Informe Brundtland, informe socio-económico elaborado por distintas naciones para la ONU por una comisión encabezada por la Dra. Gro Harlem Brundtland y que dice lo siguiente:

“Un desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”

El **desarrollo** al que se refiere esta definición incluye un *crecimiento económico* que implica un progreso económico, incluye también *un progreso social* que tiene como consecuencia equidad social e igualdad de oportunidades para todos, sin discriminación social y con las mismas perspectivas de obtener una vivienda, educación, salud, trabajo, etc., finalmente este desarrollo también toma en cuenta una *protección ambiental* para asegurar que los recursos sean saludablemente renovables de tal forma que puedan ser disfrutados por las generaciones venideras.

En la definición, el **presente** se refiere a la necesidad de actuar en el presente con miras a lograr un crecimiento no solo económico sino también un crecimiento social y ambiental.

El **futuro** de la definición no es un futuro inmediato sino a largo plazo habitado quizá por nuestros bisnietos, en donde es casi imposible prever para la presente generación las necesidades que ellos tendrán, los problemas a los que se enfrentarán, y los recursos que tendrán disponibles para explotar.

Sin embargo, existen objetivos comunes en el **presente** y en el **futuro** que son los que tienen que ver con el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental. [3]

Amory Bloch Lovins, un físico y ambientalista estadounidense, considerado como una de las personas más influyentes por la revista Time, argumentó que la única política energética viable a largo plazo, era una conversión hacia un concepto que nombró “Soft Energy Path” (modalidad de consumo de energía suave). Esta modalidad de consumo de energía está basada en lo que llamó “tecnologías suaves”, no en el sentido de tecnologías: débiles, imprecisas, especulativas o efímeras sino más bien en el sentido de tecnologías: flexibles, con resiliencia, sustentables y benignas. Las tecnologías suaves tienen ciertas características específicas en común y ofrecen grandes atractivos técnicos, económicos y políticos y están definidas por las siguientes cinco características: [4]

- **Se basan en flujos de energía renovable que están siempre ahí los usemos o no, tales como el sol, el viento o la vegetación: en ingresos energéticos, no en capital energético agotable.**
- **Son diversas, de modo que el suministro de energía está dado por la suma de muchísimas contribuciones individuales modestas, cada una diseñada para su máxima eficiencia en circunstancias particulares.**
- **Son flexibles y relativamente de baja tecnología que no significa que no sean sofisticadas, sino más bien, que son fáciles de entender y usar sin habilidades esotéricas, accesibles más que arcanas.**
- **Corresponden en escala y distribución geográfica a necesidades de uso final, tomando ventaja de la libre distribución de muchos flujos de energía natural.**
- **Corresponden en calidad energética a necesidades de uso final.**

Una economía solar es un desarrollo sustentable en tanto que integra un desarrollo económico, social y ambiental. El camino hacia este tipo de economía es simple: usar menos energía y asegurarse que la energía provenga de fuentes renovables cercanas al lugar en donde se va a aprovechar [5]. Las tecnologías existentes para el aprovechamiento de la energía solar son tecnologías suaves porque cumplen con las características antes definidas.

La oportunidad implica un gran reto que es brindar la mayor comodidad para la ducha con el menor gasto de agua y con la menor energía posible utilizando tecnología suave. Es un proyecto ambicioso que se debe ir resolviendo pues según Scheer [6] el regreso de combustibles fósiles a energía solar es inevitable, pero la pregunta es si esto ocurrirá a tiempo para evitar desastres ecológicos, económicos y políticos.

1.2 Objetivos

1. Recopilar información histórica y antropológica del comportamiento de aseo de los seres humanos.
2. Establecer el estado del arte en interfaces naturales de usuario.
3. Llegar a un concepto nuevo para la ducha que sea coherente con una economía solar.
4. Probar el nuevo concepto con una persona.
5. Simular el funcionamiento de un prototipo automático para determinar si es factible su construcción y poderlo ocupar en la siguiente iteración del proceso de diseño.

1.3 Metas

1. Aplicar y aprender una metodología de diseño centrado en el usuario.
2. Determinar la estructura funcional de varios sistemas de ducha.
3. Plantear un futuro alternativo para una familia representativa de la ciudad de México que tenga como base económica la energía solar.
4. Generar ideas a partir de los subsistemas que conforman a la ducha.
5. Obtener una imagen fotorrealista, a partir de una selección de ideas, que muestre de forma rápida un concepto nuevo para la ducha.
6. Idear la forma en la que una persona experimente características del nuevo concepto.
7. Aplicar conocimientos de dibujo mecánico e industrial para realizar un explosivo para mostrar la construcción del prototipo automático.
8. Aplicar conocimientos de modelado de sistemas físicos, control, sistemas electrónicos lineales y sistemas digitales para diseñar circuitos que controlen al prototipo automático y que establezcan una interface natural.

Existe una gran cantidad de métodos de diseño que permiten superar diversas necesidades. El método que se ha elegido como base para el desarrollo de este trabajo es un método de diseño centrado en el usuario debido a que el producto interactuará directamente con un ser humano y deberá ser capaz de satisfacer las necesidades de un importante número de personas.

El método es ampliamente utilizado en varias universidades y en importantes empresas de diseño.

2.1 Diseño centrado en el usuario

En términos generales el enfoque del diseño centrado en el usuario requiere interactuar más profundamente con las ciencias sociales en campos como la psicología cognitiva, sociología y antropología cultural. Esta relación permitirá una mejor comprensión de las necesidades y los valores humanos, posibilitando el diseño de productos, servicios y experiencias que la gente valore verdaderamente como individuo y como sociedad. Este paradigma de diseño cambia profundamente el diseño tradicional; en lugar de la inspiración viene primeramente el estudio y la observación de las personas para entender sus deseos y sus necesidades latentes. Con ello se puede hacer la diferencia con diseños más apropiados para soluciones satisfactorias [7].

El método se expone gráficamente en la Fig. 2.1.

Este método se basa en una disciplina denominada “Design thinking” que consiste en usar la sensibilidad del diseñador y métodos para cubrir las necesidades de la gente con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia de negocios puede convertir en un producto valioso para el cliente y una oportunidad de mercado [8].

El método fue desarrollado por el Hasso Plattner Institute of Design en la Universidad de Stanford y por la HPI School of Design Thinking en la Universidad de Potsdam. Implica un proceso cíclico de exploración, entendimiento, creación de ideas, experimentación y prueba, que giran en torno a la definición de los puntos de vista centrales del problema [9].

Este método es un proceso de diseño iterativo y no lineal pues **NO** hay una serie de acciones que se tengan que realizar siempre en un mismo orden.

Entender: En esta etapa se adquiere un conocimiento general que permite tener una idea clara del problema que se desea resolver para la gente.

Observar: Se examina atentamente a los usuarios y su comportamiento en el contexto de sus vidas. Junto con la etapa de entender se intenta lograr una empatía con los usuarios.

Definir: Se plantea un reto válido basado en la identificación de necesidades y puntos de vista de la gente.

Idear: Esta es la etapa de generación de conceptos en la que se crea un amplio espacio de posibles soluciones.

Realizar un prototipo: Se crea un prototipo para llevar las ideas al mundo físico con la finalidad de medir el progreso del proyecto.

Probar: En esta etapa se experimenta con la solución y se coloca en un contexto apropiado de la vida de los usuarios con la finalidad de tener una retroalimentación para mejorar el resultado. [10]

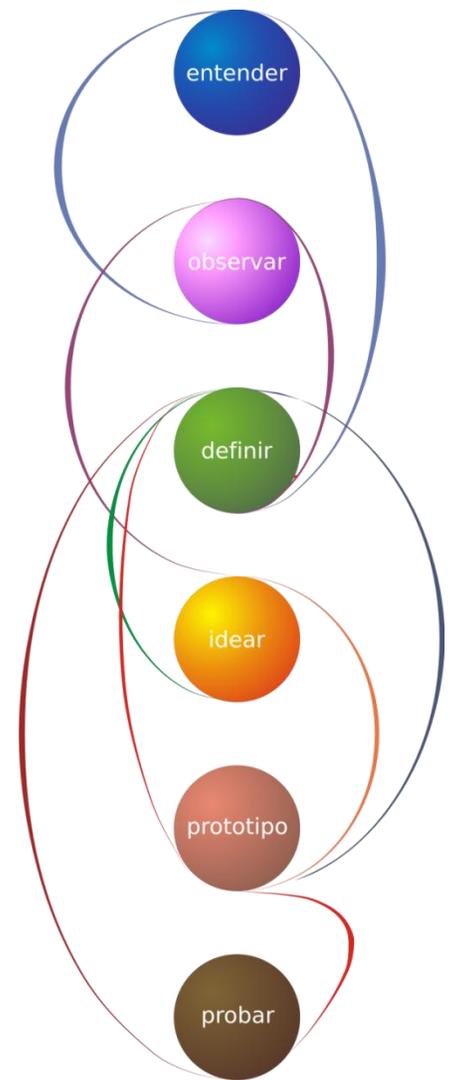


Fig. 2.1. El proceso de diseño.

2.2 El proceso de diseño

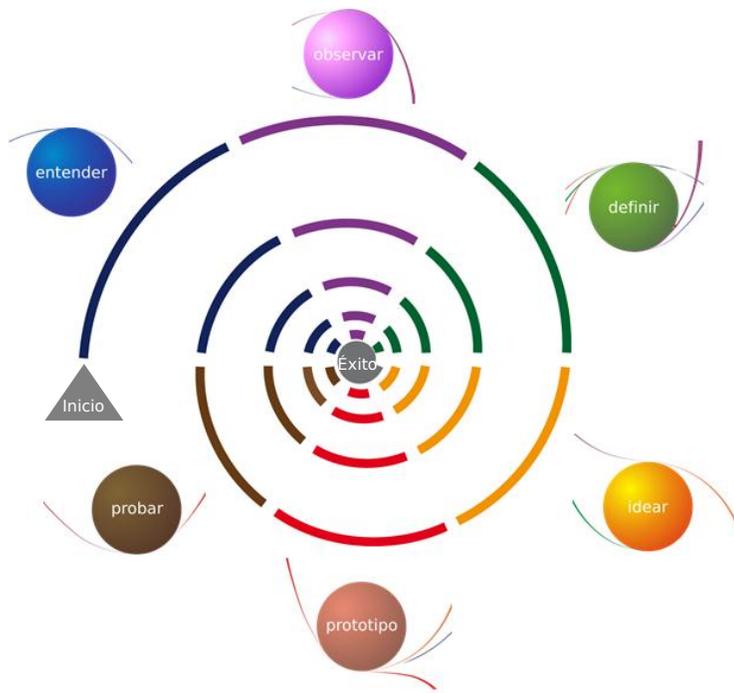


Fig. 2.1. Modelo del proceso completo de diseño.

Aunque lo ideal sería que al diseñador se le presentara la oportunidad de diseño y a partir de esta siguiera el proceso en el orden Entender- Observar-Definir-Idear-Realizar prototipos-Probar, cabe la posibilidad de que el proceso de diseño empiece por cualquier etapa. Puede empezar por una idea o incluso haciendo una prueba a un producto en el cual no se ha trabajado.

Es por ello que el autor propone esta espiral como un modelo del proceso de diseño que puede pasar varias veces por cada una de las etapas y que tiene como finalidad converger en el éxito. Cada espira es una iteración que contempla todas las etapas que pueden ser desarrolladas o no. De tal forma que si se pone una marca sobre la espiral, que indique una acción particular en una etapa del proceso, se podrá observar gráficamente en qué orden se fue desarrollando el diseño, y que acciones se llevaron a cabo en cada etapa de cada iteración.

3.1 Causa natural del aseo humano



Si el baño es un instinto, entonces provoca un estado de necesidad fisiológica que debe ser resuelta para el correcto funcionamiento del organismo.

Sin embargo, el baño actualmente, no solo permite un correcto funcionamiento de nuestro organismo, sino que además, está íntimamente relacionado con otras necesidades como las de reconocimiento y seguridad.

¿Por qué se bañan los humanos? ¿Es acaso algún instinto que les hace sentir la necesidad de quitar objetos extraños de la piel?

Los instintos humanos son tendencias o energía psíquica profunda que orienta el comportamiento hacia un fin y se descarga al conseguirlo. Sus raíces no han sido determinadas.

Sin embargo, para comprender los instintos humanos se han buscado las raíces en los instintos animales que sí han sido estudiados y cuyas características comunes han sido aceptadas por todos los autores y se enlistan a continuación:

- Son innatos, es decir, se heredan.
- Son inmutables, no cambian en el tiempo.
- Todos los miembros de la especie actúan por ellos.
- Son funcionales a algún objetivo.

Se creó que en toda conducta humana hay un mayor o menor contenido de instintos, pero siempre los hay. En la clasificación de necesidades de Maslow, los instintos yacen debajo de las necesidades básicas.

Al desarrollar el instinto, el hombre siente una pulsión que por sí sola no es suficiente para actuar. Entra entonces en un estado de necesidad que depende de causas donde lo fisiológico tiene una importancia significativa [11].

¿Los humanos se bañan porque lo han aprendido?

Cuando una persona tiene hambre, realiza una secuencia de acciones efectivas que le permiten mitigar ese estímulo. Así la conducta de alimentarse se puede organizar en una secuencia.



1 ¿Qué se va a comer?



2 Conseguir el alimento



3 Preparar el alimento



4 Alimentarse

Los puntos 1, 2, y 3 corresponden a la conducta apetitiva y el punto 4 a la conducta consumatoria.

Muchos científicos afirman que la conducta es tanto innata como aprendida.

Se sabe que todos los animales, simples o complejos, reaccionan a estímulos externos. Gran parte de la conducta humana ocurre de forma provocada, así por ejemplo, una luz muy brillante hará que nuestras pupilas se contraigan.

Por otro lado, el hecho de que todos los miembros de una especie muestren formas de conducta similares no implica necesariamente que dicha conducta no se haya aprendido con la experiencia. De esta forma, el aprendizaje puede estar involucrado en las conductas que normalmente llamamos instintivas.

El aprendizaje es tan común en la especie humana, que pocas veces se reflexiona sobre su verdadero significado. Aunque no existe una definición universalmente aceptada los aspectos clave se encuentran en el párrafo siguiente:

“El aprendizaje es un cambio duradero en los mecanismos de conducta, que implica estímulos y/o respuestas específicas y que es resultado de la experiencia previa con esos estímulos y respuestas o con otros similares.”

La conducta se puede organizar en secuencias de comportamiento funcionalmente efectivas. Toda conducta motivada involucra secuencias de acciones sistemáticamente organizadas. Los etólogos, quienes estudian científicamente el carácter y los modos de comportamiento del hombre, denominaron **conducta apetitiva** a los primeros componentes de la secuencia de comportamiento y **conducta consumatoria** a los últimos [12].

El aseo en los animales

El aseo tiene un significado biológico para la supervivencia y la reproducción.

La piel, las escamas, las plumas y el pelo sirven como protección ante el medio externo. Rascarse es una rutina de aseo.

Zambullirse en agua cuando se tiene calor es un mecanismo conductual que permite mantener un estado interno estable. Por otro lado el sudor es un mecanismo fisiológico para este mismo fin.

El aseo no es un comportamiento exclusivo de los seres humanos, está presente en muchas otras especies, sugiriendo así, que apareció temprano en la evolución de las especies animales y que por lo tanto tiene un significado biológico para la supervivencia y la reproducción. Junto con el aseo se encuentran otras conductas con funciones diversas como el arreglo del pelo, las plumas u otros apéndices; la eliminación de lodo, grasa y parásitos; la estimulación de la piel; y el esparcimiento de sustancias como el sebo.

Las estructuras secundarias de la piel (escamas, plumas, pelo, etc.) sirven de protección ante el medio externo; los animales dedican un tiempo considerable al mantenimiento de estas estructuras por medio de rutinas como bañarse y rascarse. Además de la función de limpieza, éstas rutinas se inician en situaciones como las que generan estrés, conflicto o están vinculadas al fortalecimiento de los lazos de afiliación.

Una de las características de los organismos vivos es que mantiene un estado interno estable de temperatura, presión sanguínea, concentraciones de algunos electrolitos, entre otras variables. Si estas constantes cambian drásticamente en condiciones extremas ocasionarán trastornos severos e incluso la muerte. Para evitar que esto pase, los organismos cuentan con mecanismos que les permiten contrarrestar las alteraciones externas, algunos de estos mecanismos son conductuales, como zambullirse en agua cuando se tiene calor, otros son puramente fisiológicos como el sudor.

Existen evidencias que indican que el aseo en los animales se encuentra relacionado con estados emocionales de emergencia, alarma o estrés.

Los gatos emplean mucho del tiempo de los periodos de vigilia en asearse. La conducta de aseo es una secuencia de variaciones muy características de la postura de sentado,



adoptada para facilitar los actos de lamido con la lengua. Además de mantener una piel limpia, otras funciones del aseo en los gatos incluyen: estimulación de las glándulas de la piel, la ingestión de vitamina D y la regulación de la temperatura por medio de la evaporación de la saliva [13].

Se ha observado que los chimpancés se limpian el cuerpo de distintos tipos de residuos como heces sangre, barro, residuos de comida, insectos, etc., utilizando hojas, hierba y ramitas. Hacen esto consigo mismos o con otros chimpancés. También se secan la humedad de su espalda y de sus hombros, frotándolos con las ramas del nido. Sin embargo se sabe muy poco acerca de la función del aseo, aunque se conoce que cuando este se ejecuta recíprocamente, lo que puede interpretarse como aseo social, tiene el efecto de fortalecer los lazos de afiliación entre los sujetos participantes. El aseo en los chimpancés cuando se presenta en situaciones de apoyo y reciprocidad ha sido considerado como un ejemplo de conducta altruista [14].



Algunas aves, como el pelícano se zambullen en aguas frescas para luego aliñarse las plumas. Esta conducta llama la atención porque es ejecutada de forma muy elegante.



En condiciones de cautiverio los roedores, de igual forma que los gatos, invierten gran parte del tiempo en que se mantienen despiertos aseándose. Además, el aseo puede aparecer estimulado por factores ambientales o por la administración de sustancias químicas. En ambos casos, la cantidad de aseo que se observa supera a la que se presenta cuando el animal se encuentra realizando su vida ordinaria. Los factores ambientales que estimulan el aseo son la exposición ante un ambiente novedoso y el hecho de sumergir al animal en un tanque de agua por un período breve.



En ocasiones cuando un roedor se ve amenazado por un depredador en potencia puede comenzar a asearse. Tal conducta puede parecer paradójica porque se espera que enfrente al enemigo o huya. No se conoce la función del aseo

en este caso, aunque es probable que sirva para desconcertar al depredador con lo cual la presa puede ganar tiempo para llevar a cabo otro tipo de conducta [15].

Relación entre el aseo de los animales y el de los humanos

La secuencia de aseo de los humanos resultó ser muy similar a la secuencia de aseo en ratas de laboratorio

La función de aseo ante un peligro, presente en los roedores, parece estar también presente en los humanos a quienes se les ha observado que durante situaciones de conflicto, tienden a llevarse las manos a la cabeza y suavizarse el pelo o simplemente rascarse, como preguntándose qué hacer ante la situación que requiere una decisión acertada.

De hecho, un estudio realizado para observar las coincidencias de los patrones de aseo entre roedores y humanos encontró que las secuencias de aseo en los humanos tienen coincidencias con otras especies. Las secuencias de limpiar, secar y ungir fueron obtenidas sobre tres días sucesivos para 37 hombres y 60 mujeres. Una progresión rostrocaudal (de la cabeza a los pies) fue evidente para cada comportamiento. Los patrones de acción descritos por los humanos son similares a los patrones de acción que describen las ratas de laboratorio y otros roedores. [15]

Tabla I
Clasificación empírica de movimientos.

Segmentos en contacto	Símbolo
Boca-Manos	BM
Manos-Cara	MC
Manos-Orejas	MO
Boca-Flancos	BF
Boca-Abdomen	BA
Boca-Pies	BP
Pies-Flancos	PF
Pausas Largas	PL
Pausas Cortas	PC
Sacudidas de Cuerpo	SC

Una clasificación empírica de los movimientos ejecutados por un roedor para asearse, considerando los segmentos del cuerpo que establecen contacto se muestra en la Tabla I [15].

Un registro típico de un episodio de aseo es el siguiente:

BM-MC-BM-MC-MO-BF-BA-PC-BP-PF-BP-BA-SC.

3.2 El baño a través de la Historia

- Mesopotamia
- Egipto
- Grecia
- Roma
- India
- Mesoamérica
- China

Inicio de la humanidad

Se ha descubierto que todas las personas vivas descendemos de una sola madre que vivió hace aproximadamente 200.000 años en lo que hoy es el continente africano. Nuestra especie comenzó a poblar el planeta hace unos 60.000 años. La línea del tiempo de la Figura 3.2 tiene como objetivo mostrar gráficamente la proporción temporal que tiene el desarrollo de las primeras civilizaciones respecto a la aparición del hombre moderno [16].

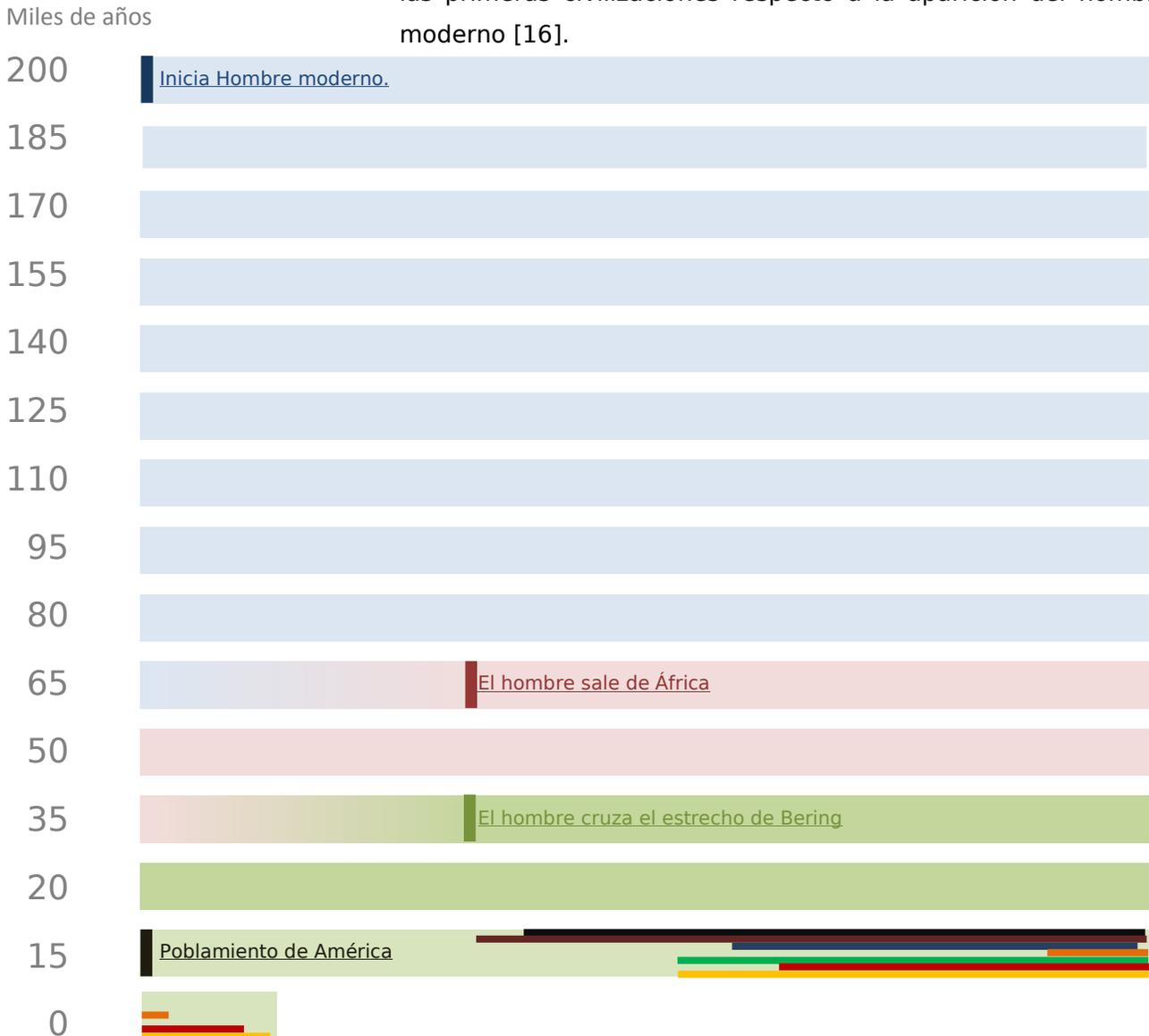


Figura 3.2. Línea del tiempo de la aparición del hombre a nuestros días.



Migración de ADN mitocondrial



Migración de cromosoma Y

Figura 3.3. Ruta Humana.

¿Desde cuándo nuestra especie es como hoy la conocemos? Es una pregunta que ayuda a comprender qué tanto el comportamiento del hombre está determinado por la evolución y la adaptación y qué tanto por la cultura a la que pertenece.

Se le ha dado el nombre de “Eva mitocondrial” a nuestro ancestro femenino que vivió hace 200.000 años no porque haya sido la única mujer viva en aquel tiempo sino porque su descendencia es la única que ha llegado hasta nuestros días. La palabra “mitocondrial” se debe al orgánulo de la célula llamado mitocondria quien posee su propio genoma el cual no se recombina durante la reproducción y es heredado sólo por línea materna. Sin embargo el ADN mitocondrial tiene una tasa de mutación 100 veces más grande que el genoma del núcleo celular.

“Adán cromosómico” es nuestro ancestro masculino que vivió hace aproximadamente 60.000 años; todas las personas vivas descendemos de este único ancestro. La palabra “cromosómico” se debe al cromosoma Y quien es el responsable de determinar el sexo y se hereda sólo por línea paterna. Dado que el cromosoma Y no tiene una pareja, este no se recombina en la reproducción como todos los demás cromosomas, cambiando sólo por eventos de mutación aleatorios.

Gracias a que tanto la mitocondria como el cromosoma “Y” no se recombinan se ha podido seguir la línea de ascendencia materna y paterna llegando así a establecer no sólo a nuestros ancestros sino además las rutas que siguieron para poblar el planeta tierra (Figura 3.3) mediante el estudio del genoma de las llamadas comunidades autóctonas o indígenas [17].

El desarrollo de la cultura abarca un periodo que representa el 6% del tiempo comprendido entre la aparición del humano moderno y la actualidad. El ser humano actual está sin duda determinado por la cultura, pocas son las personas que gustan bañarse en playas nudistas y sin embargo todos nos bañamos desnudos en casa. La historia de la humanidad sugiere que la conducta de aseo en los humanos no está determinada únicamente por la cultura sino por la evolución y la adaptación.

El baño en las primeras civilizaciones

El baño en las primeras civilizaciones se centraba en un ámbito religioso, personal y social.

El baño en las primeras civilizaciones adquiría connotaciones religiosas que se entrelazaban con el placer y la ostentación de la riqueza. Los gobernantes eran asistidos por personas quienes se encargaban de brindarles los utensilios necesarios para el baño e incluso verter sobre ellos agua.

En las primeras dinastías de Mesopotamia los sacerdotes practicaban indudablemente lavados ceremoniales, y las actividades preliminares para el sagrado matrimonio incluían baños elaborados representados iconográficamente tal vez con escenas mostrando al rey en su camino al baño con una toalla sobre su hombro.

Mari fue una ciudad antigua (II milenio a.C.) de Mesopotamia situada en la actual Siria. En ella se construyó el palacio amorrita de Zimri-Lim de 200 metros de largo y 150 metros de ancho que albergaba unas 260 habitaciones y patios. Las habitaciones del rey y la reina, estaban constituidos por un grupo de habitaciones con sus servicios y baños uno de los cuales contenía dos bañeras de terracota y un dispositivo para calefacción [18].

Las viviendas normales de los ciudadanos formaron propiamente el núcleo a partir del cual se desarrolló el palacio. Las más importantes instalaciones de los palacios mesopotámicos eran las cocinas, los cuartos de baño con bañeras de cerámica, tocadores, fuentes especialmente construidas, etc. La necesidad de un aprovisionamiento regular de agua llevó a que se construyeran conducciones de agua y acueductos [19].

Por su parte los egipcios, en aquel tiempo, solían lavarse tirándose agua por encima antes de perfumarse, aunque también ocupaban bañeras [20].

Al levantarse, dirigían una oración a los Dioses, tomaban un

Esta es una fotografía de las ruinas del palacio de Zimri-Lim en la antigua ciudad de Mari en Mesopotamia. Aquí se encontraron dos bañeras de terracota.



Los egipcios no solo se bañaban, además inventaron todo tipo de procedimientos y sustancias para parecer más jóvenes y atractivos. Su creencia religiosa de la vida después de la muerte era una motor para estas prácticas



En el palacio de Knosos de la antigua Grecia se encontró una bañera de pequeñas dimensiones pero idéntica a las actuales.



Los romanos tenían en sus casas un lugar para el lavado junto a la cocina para aprovechar el fuego con que cocinaban.

baño y salían cubiertos de ungüentos en una cultura en la que todos consideraban necesario este tipo de cuidados. Muchas casas egipcias tenían un cuarto sanitario que constaba de un baño y un retrete, el cuarto se comunicaba con una de las habitaciones principales pero los separaba una pared baja a manera de pantalla protectora recubierta de caliza. El que se bañaba lo hacía de pie sobre una loza de piedra, echándose el mismo el agua encima, a no ser que interviniera otra persona. El agua usada iba a parar a otra vasija que se podía trasladar y vaciar.

Los antiguos egipcios se lavaban el pelo y a menudo lo perfumaban cada mañana y en ocasiones antes de cada comida. Tras asearse los hombres se hacían afeitar y las mujeres peinar. Para eliminar los granos, las egipcias preparaban ellas mismas un ungüento con polvo de alabastro, polvo de natrón y sal suavizando el preparado con miel [21].

En la Grecia antigua, específicamente en Knosos Creta, durante la época minoica (siglo XIV a.C.) cuando Creta comerciaba con Egipto, el rey de creta se bañaba en una auténtica bañera de pequeñas dimensiones pero idéntica a las actuales. En el cuarto de baño de la reina del palacio de Knosos se ha encontrado una bañera.

Están bien atestiguados desde los inicios del siglo II a.C. los lugares designados por la voz latina *lavatrinae* que se aplicaba en Roma sólo al lugar destinado a la higiene del cuerpo. Se construía en la cocina o junto a ella para recibir el agua calentada con el mismo fuego con el que se cocinaban los alimentos. Ahí, se realizaban las más simples abluciones cotidianas del lavado de los pies y los brazos. Una simple pila abastecía el agua limpia, las aguas residuales de la cocina y del lavatorio corrían por un conducto hasta un pozo [22]. Los espacios del baño, que formaban parte del ámbito más íntimo de las residencias dado el deseo de privacidad que preside la práctica del baño en estas primeras etapas de desarrollo -así lo dice Catón- fueron rápidamente sustituidos por la consolidación

Los baños públicos se construyeron en todo el imperio romano. Eran complejos arquitectónicos conocidos como Termas Romanas. Hasta principios de la edad media fueron cayendo en desuso.



de las termas romanas públicas que reunían la finalidad higiénica de las *lavatrinae* con la terapéutica desarrollada también desde el siglo II a.C. en las *sudatoria* o *calidaria* [23].

Las termas o baños romanos se organizaban en torno a tres piscinas: el *frigidarium*, de agua fría; el *tepidarium*, de agua tibia y el *caldarium*, de agua caliente. Según Vitrubio los baños deberían estar en un lugar lo más cálido posible, el tiempo fijado para los baños iba del mediodía hasta el atardecer, los hombres y las mujeres se bañaban por aparte, las dimensiones de los baños eran tales que pudieran acoger a un gran número de bañistas, la bañera debía situarse debajo de la ventana para permitir el libre paso de la luz y el calor, además, las estancias de las bañeras debían ser espaciosas porque al ocupar los bordes los primeros bañistas, los que esperaban debían permanecer de pie en una forma segura [24].

Los baños y las palestras fueron heredados por los griegos para quienes el baño colectivo formaba una parte importante de las actividades deportivas. Los baños romanos eran populares centros de reunión. En ellos los habitantes de las ciudades establecían tiendas, jardines, bibliotecas y palestras destinadas a los ejercicios gimnásticos. Tanto los pobres como los ciudadanos adinerados asistían a los baños públicos pues la entrada no resultaba cara siendo incluso gratuita para los niños. Los bañistas pasaban por las tres clases de baños, incluso había baños de vapor llamados *laconicum*. No se utilizaba el jabón pero la gente se untaba la piel con aceite. Con la separación del imperio romano los baños públicos cayeron en desuso y fueron paulatinamente abandonados [25].

Empieza entonces el periodo histórico de la civilización occidental llamado Edad Media, medioevo o medievo.

Aurelio Casiodoro fue un político Romano del siglo VI convertido al Cristianismo que dispuso se construyeran baños en los monasterios.



La evolución del concepto de higiene desde la edad media

El cristianismo desde sus inicios tiene una buena relación con los cuidados de los enfermos. La caridad cristiana da origen al hospital, institución que se extiende por toda la Europa occidental anexa a los monasterios. El hospital cristiano fue pensado para acoger a los desvalidos. Casiodoro en el siglo VI d.C. dispone que se construyan baños en los monasterios que sean idóneos para el aseo del cuerpo y en los que el agua fresca de los manantiales entre y salga con facilidad.

Durante toda la Edad Media el baño fue una práctica muy extendida, sobre todo a partir de la época de las cruzadas. Se veía en el tanto una fuente de placer como una práctica de limpieza y se apreciaban mucho los baños medicinales y las aguas curativas. En las modestas casas de baños medievales casi no se veían más que grandes tinajas, en las que se metían juntos, no pocas veces hombres y mujeres, allí la gente comía, bebía, jugaba y cantaba [26].

Para el siglo XIII se habían escrito muchos libros para conservar la salud. Arnau de Vilanova es considerado por algunos como el médico más importante del mundo latino medieval al escribir diversos textos sobre el tema de la salud.



Arnau de Vilanova (1238-1311) considerado por algunos el más importante médico del mundo latino medieval, recomendaba que “una vez dormido lo necesario era conveniente atender con cuidado a limpiar el cuerpo de las superfluidades que en él se han producido.” Tales superfluidades aparecían en la llamada *tercera digestión* que consistía en la perfecta asimilación por los miembros, de los materiales nutritivos aportados por la sangre. Los productos derivados de esta digestión apreciables por los sentidos eran, así lo dice Arnau, el sudor, las lágrimas de los ojos, los mocos de las narices, los esputos que proceden del pulmón, la cera que se genera en los oídos, etc. [sic]. El ritual diario del aseo individual era casi el mismo que el de hoy en día pues se lavaban la cara, las manos, el cabello, los ojos y se afeitaban e incluso depilaban otras partes del cuerpo [27].

En la edad media era común encontrar baños públicos incluso en aldeas. Hombres y mujeres se bañaban frecuentemente en las mismas tinas e incluso juntos.



Después de que la sífilis y la peste negra de 1348 azotó Europa, se desconfió de los baños públicos y del agua misma, pues se creía que esta abría los poros y ocasionaba que la enfermedad entrara al cuerpo a través de ellos.

La norma de la limpieza seguía existiendo pero sus mecanismos cambiaron.

Había casas de baños incluso en las aldeas pero esta situación cambió como consecuencia de las enfermedades que atacaron a Europa y del excesivo consumo de leña que requería el calentamiento del agua.

La peste negra azotó Europa en el año 1348. En ese tiempo nadie conocía las causas de tal enfermedad pero se le achacaba a los baños públicos a los que ya se les relacionaba con la sífilis y los embarazos de las mujeres a causa de bañarse en agua tibia en la que los hombres pudieron haber dejado su simiente. El baño público estaba asociado con una sociabilidad festiva con sus diversiones y excesos pues en ellos se practicaba la prostitución y se servían comilonas. Ahora se sabe que la peste es causada por la bacteria *Yersinia pestis* que nada tiene que ver con el baño y fue descubierta en 1896.

En el siglo XV y XVI en Europa se fue perdiendo la costumbre del baño público debido en parte a la creencia de que el agua y sobre todo el agua caliente abría los poros y permitía que los malos humores penetraran en el cuerpo y ocasionaran enfermedades tales como la peste. La gente vivía atemorizada por tal situación por lo que las reglas higiénicas tuvieron que cambiar. Se crearon diferentes métodos para aislar la piel del entorno, incluso se llegaron a hacer pomadas a base de plomo para tapar los poros de los recién nacidos ya que según se creía, su piel era demasiado blanda y propensa a ser penetrada por la peste.

Otra razón por la que el baño público dejó de ser bien visto fue porque que parecía influenciar a los individuos a realizar actos poco tolerables como disturbios, homicidios, robos y otros perjuicios. Como si las libertades instintivas que parecen autorizar los baños permitieran la transgresión. La limpieza queda como un elemento secundario, siendo lo esencial la práctica festiva.

El baño tradicional cambió por el “baño seco” que consistía en frotar la piel con algún trapo perfumado. Los niños se limpiaban el rostro y los ojos con un trapo blanco evitando siempre lavarse

con agua. La norma de la limpieza seguía existiendo, se enseñaba en la escuela, limitando sin embargo la ablución.

A partir de este momento la limpieza de la ropa toma mucha importancia. En el siglo XVII se decía que la limpieza y la abundancia de la ropa valían más que todos los baños del mundo. Sin embargo, a pesar de este aparente retroceso en la higiene, se empieza a hacer consciente que la limpieza de la piel es necesaria y aunque el hecho de cambiarse la ropa interior diariamente no es el mejor medio para mantener una piel limpia se quería llegar a este fin. La limpieza es ficticia, el perfume se coloca en el cuerpo y el cabello se empolva para darle flexibilidad. El perfume no solo toma un papel de disimulo o placer, también de purificación pues se creía que limpiaba el aire.

En el siglo XVII la forma de limpiar la piel era por medio de la ropa. La ropa interior debía cambiarse diariamente para que absorbiera toda la mugre. Perfume y polvo se emplea para tapar olor y suciedad.

Es hasta el segundo tercio del siglo XVIII cuando el baño tiene una nueva presencia aunque muy escasa, así pues en 1751 en la ciudad parisina menos de un gran hotel de cada diez posee un baño. El uso del bidé empieza algo antes de 1730.

Se observa que el agua caliente tiene propiedades emolientes, el agua tibia apacigua nerviosismo y malestar durante los grandes calores y el agua fría suscita contracciones en cascada y es capaz de endurecer músculos. La temperatura del líquido se muestra determinante. La limpieza nuevamente no es la referencia dominante sino lo que domina es el placer del agua. Además, el lujo de un cuarto de baño es sinónimo de refinamiento y de progreso. El trastorno de los sentidos tiene más importancia que la limpieza.

Hasta el segundo tercio del siglo XVIII el baño toma nueva fuerza pero esta vez con fundamento científico.

En 1761 se construye en el río Sena un primer establecimiento que rompe con la tradición de los establecimientos de los baños públicos. Son baños calientes que toman el agua del río para alimentar pequeñas cabinas repartidas a uno y otro lado de un barco. La distribución de los lugares es tal que facilita la circulación de los flujos. El proyecto es, a la vez terapéutico e higiénico y es aprobado por la facultad de Medicina pero es un proyecto elitista que cuesta seis veces

más de lo que ganaba un artesano cada día. Para 1750 la medicina acepta las virtudes higiénicas del baño acuoso simple.

Los polvos y los perfumes van siendo cada vez más fuertemente criticados ya no tanto por el cambio de moda sino por el efecto negativo en la salud.

Los médicos tienen un papel importante en la política de aquel tiempo pues organizan las ciudades de tal forma que ayuden a mantener la salud de la población.

A principios del siglo XIX hay una palabra que ocupa un lugar inédito: higiene. Los manuales que tratan de la salud son llamados manuales o tratados de higiene. La higiene ya no es el adjetivo que califica la salud (en griego, *hygeinos* significa: lo que es sano) sino el conjunto de los dispositivos y los conocimientos que favorecen su mantenimiento. El médico de este siglo no tiene ningún conocimiento sobre las leyes de la salud pero si una voluntad más fuerte de afirmar un saber e insiste en subrayar una competencia **científica**.

El jabón se vuelve entonces el cosmético por excelencia, el instrumento de salud que deterge las superficies cutáneas.

Sin embargo, a pesar de la opinión de la ciencia médica, muchas personas no veían con buenos ojos a las bañeras porque les parecía que la desnudez que exigía un baño pervertía a las personas que lo practicaban.

No obstante, a partir de 1840 la limpieza del pobre se convierte en garantía de moralidad que, a su vez, se convierte en garantía de orden; limpieza de las calles, de las casas y de los cuerpos.

El universo bacteriológico cuya explicación inició Pasteur, cambia la imagen del lavado. El baño tiene un nuevo objetivo: hacer que desaparezca una presencia microbiana. A finales del siglo XIX un científico de nombre Paul Remlinger, verifica que el número promedio de microbios en el agua de la bañera de una persona sana es mucho menor al número promedio de

A partir del siglo XIX los Tratados de Higiene van siendo más y más numerosos



En la mitad del siglo XIX la higiene ya no se limitaba solo al cuerpo, se ocupaba también de la organización de casas y ciudades.

Luis Pasteur inicia la explicación del universo bacteriológico y hace que el nuevo objetivo del baño sea eliminar la presencia microbiana.



microbios en el agua de la bañera de un soldado que ha ignorado el baño durante mucho tiempo. Incluso encuentra el número promedio de microbios en las zonas más diversas del cuerpo. A partir de entonces la Teoría Miasmática de la Enfermedad formulada en el último tercio del siglo XVII, que proponía que la enfermedad era causada por *miasmas* o conjunto de emanaciones fétidas de ambientes impuros, quedó obsoleta y fue remplazada por la Teoría Microbiana de la Enfermedad, que propone que los microorganismos son la causa de muchas enfermedades, conduciendo a innovaciones tan importantes como los antibióticos y las prácticas higiénicas.

La percepción de la apariencia ya no permite observar “lo sucio”. El agua más transparente puede contener un gran número de microbios y la piel más blanca puede ser la portadora de todas las bacterias. El cuerpo no puede escapar al microbio, ni siquiera los baños cotidianos consiguen eliminar la totalidad de la presencia microbiana.

Los microbios generan en la sociedad un gran miedo, y la limpieza significa desde ese momento principalmente, apartar bacterias, protozoos y virus. Las normas de limpieza vuelven a cambiar y a los niños se les enseñan diversas prácticas de escrupulosa limpieza. La limpieza se concibe en ese momento como asepsia.

El miedo de la población hacia los microbios deja de tener tanta fuerza cuando se descubre que los microbios no pueden decidirlo todo, es decir, necesitan ambientes favorables en el cuerpo para causar daño.

Las prácticas de lavado se justifican cuando los higienistas observan que la limpieza no solo sirve para alejar los agentes invisibles, sino también para anular la infección reforzando los órganos.

A finales del siglo XIX la circulación del agua desempeña en papel fundamental en la práctica del baño. Se mecanizan los transportes de agua y combustible y se acercan

El uso del agua volvió a ser tan importante a finales del siglo XIX que se mecanizan los transportes de agua.

sistemáticamente a la mano: jabón, esponja y toalla. El cuarto de baño empieza a verse en algunos edificios de pisos a partir de 1880.

El modelo del departamento burgués, se toma de los hoteles estadounidenses que le dan al viajero una habitación de buenas dimensiones, de cuatro o cinco metros de altura, un gran cuarto de baño y un retrete, además de lavabos maravillosamente concebidos y un conjunto de comodidades imprescindibles. A principios del siglo XX se empiezan a vender decenas de miles de calentadores de agua.

Por otro lado, para la gente pobre, la inmensa mayoría de los obreros, soldados, estudiantes que no toman nunca un baño, se planean estrategias en contra el mefitismo o aire viciado que provocan estas personas. “El baño que se toma en una bañera siguiendo el viejo procedimiento, es demasiado largo y demasiado caro para la masa de los obreros. Hay en él una pérdida de tiempo y de dinero [...]” dice J. Arnauld en el libro titulado “Sobre la vulgarización del uso del baño” publicado en 1880.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, para la limpieza popular va tomando forma un modelo: utilizar el chorro más que el baño, mantener al individuo de pie más que acostado. Este modelo proviene de colectivos muy específicos: el ejército y la cárcel.

Los militares, alrededor de 1860, son los primeros que utilizan la ducha de las hidroterapias para verter en forma de lluvia un agua cuidadosamente calculada. Un médico militar de nombre Dunal organiza en 1857 un experimento con el 33° Regimiento de línea de Marsella. Una mano exterior, dirige el chorro y cada soldado se presenta siguiendo el orden previsto. Los hombres se desnudan en una habitación y con un pedazo de jabón se forman en hileras de tres bajo el tubo-regadera y en tres minutos se limpian de la cabeza a los pies dejando libre el sitio para otro grupo, y así sucesivamente. Después del experimento, Dunal hace instalar una caseta de tablas en donde

El modelo de departamento burgués cuenta con bañera y lavabo.
Para la gente obrera, soldados y estudiantes, que son la inmensa mayoría, y que no tienen ni tiempo ni dinero para un baño, se planea una forma efectiva de limpieza.

La sistematización de la ducha con agua corriente y ahorro de tiempo y recursos se comienza a gestar alrededor de 1960 en campamentos militares y cárceles.

el chorro rocía a los hombres. Se trata de la primera ducha sanitaria. Para 1876, la aspersión es dirigible y el procedimiento se va individualizando.

En la cárcel de Rouen se experimenta con aparatos de chorro fijo en cabinas yuxtapuestas y los bañistas circulan por oleadas. En una hora pueden lavarse entre 96 y 120 presos con un gasto de alrededor de 1.500 a 1.800 litros de agua lo que corresponde al contenido de entre 6 y 8 bañeras.

Tanto el cuarto de baño del apartamento burgués como la cabina de duchas del establecimiento popular comenzaron a utilizar el agua como herramienta de limpieza [28].

Considerada como la primera regadera la “English Regency Shower” no usaba agua corriente ni tenía drenaje. El agua era recirculada una y otra vez.

Los inicios de la regadera moderna

Cerca del año 1810 fue diseñada un tipo de regadera conocida como “English Regency Shower” Estaba hecha de metal y consistía en un barreño cuyo desagüe se acoplaba a una bomba la cual tenía como función elevar el agua por medio de tubos que aparentaban ser de bambú hacia un contenedor que se encontraba por encima del barreño a una distancia tal que una persona cupiera entre el barreño y la regadera acoplada al contenedor que almacenaba el agua que caería nuevamente para poder ser recirculada. Este tipo de regaderas era portátil y media en total 12 pies (3.66 m). A partir de entonces se fabricaron distintos modelos. En 1822 una persona de nombre William Feetham patentó un mecanismo para regular el flujo del agua del contenedor de una de estas regaderas.



La regadera English Regency en sus inicios tiene como función principal rociar agua sobre el cuerpo de las personas, pero esto no quiere decir que haya sido pensada como una forma eficiente de eliminar los microbios contenidos en la piel

Una caricatura de 1851 muestra de lado izquierdo una regadera “English Regency” situada en la cocina sin drenaje ni agua corriente.



del cuerpo. Sin embargo el desarrollo de la plomería permitió adaptar la idea para lograr finalmente agua corriente para la ducha pero además se ocupó de crear instalaciones para la conducción del gas que calentaría el agua.

Una caricatura de John Leech titulada “Domestic Sanitary Regulations” del año 1851 muestra una regadera English Regency situada en la cocina; los niños esperan para ser bañados, pero no con gusto. La escena da a entender que la regadera es una especie de instrumento de tortura para los niños, que incluso portan sombreros cónicos como los que se les obligaba a usar a los condenados por la inquisición. El título de la caricatura enfatiza lo importante que comenzó a ser el baño en la época en la que se empezaba a entender el papel de los microbios en la enfermedad del cuerpo.

3.3 Energía para el baño moderno

Georg Simon Ohm observa la resistencia eléctrica de los materiales en 1827.



La resistencia eléctrica para calentar agua

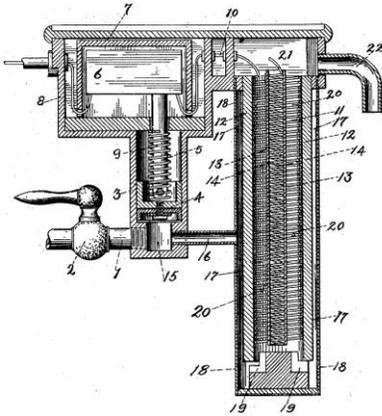
En 1827 George Simon Ohm publica su trabajo sobre la investigación matemática del circuito galvánico donde estudia la resistencia que ofrecen los materiales al paso de una corriente eléctrica.

James Prescott Joule observa en 1840 el calentamiento de varios materiales sometidos a una corriente eléctrica.



El 17 de diciembre de 1840, James Prescott Joule reporta para la Royal Society los experimentos que ha realizado para observar el grado de facilidad con el que varios tipos de metal, de diferente tamaño, son calentados por el paso de una corriente eléctrica generada por una pila voltaica. El aparato que empleó para tal propósito consistió en una bobina de alambre sumergida en un recipiente con agua cuyo cambio de temperatura midió con un termómetro muy sensible [29].

Lewis Miles patenta en 1912 un calentador de agua eléctrico automático.



En 1912 un hombre llamado Lewis Miles de San Francisco, en el estado de California de los Estados Unidos de América, solicita una patente para un calentador de agua eléctrico automático. Solo si el agua fluye, el aparato activa las bobinas de alambre resistivo que calientan el agua en un depósito. Muchas de las regaderas eléctricas actuales, después de casi un siglo conservan este mismo principio de funcionamiento [30].

En 1950 la marca Lorenzetti lanza al mercado su primera ducha eléctrica automática. Para esta fecha el uso de la ducha ya estaba completamente extendido.

En 1990 la marca Tonder comienza la fabricación de duchas eléctricas en nuestro país.

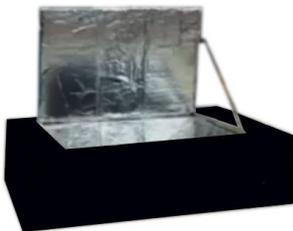
El calentador solar

El uso del sol como energético no es nada nuevo. En la antigua Grecia se usaba como medio de calefacción orientando las casas en dirección tal que se aprovecharan al máximo los rayos solares (). El imperio Romano usaba para las ventanas cubiertas transparentes que permitieran aprovechar el calor del sol para sus invernaderos y sus grandes baños públicos.

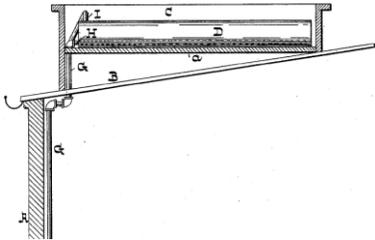
A mediados del siglo XVIII un importante naturalista suizo de nombre Horace de Saussure comenzó a experimentar con cajas de calentamiento solar que son las precursoras de los colectores solares. Muchos de los principios actuales para colectores solares fueron identificados durante esa primera época.

A finales del siglo XIX el agua comenzaba a ser conducida hasta las casas. Como ahora, el agua suministrada estaba fría. Para calentar esta agua se usaba carbón o leña.

Horace de Saussure a mediados del siglo XVIII cocinó con el sol en una caja como esta.



Clarence M. Kemp patentó en 1891 un calentador solar de agua para uso doméstico.



En California y después en Florida se comercializó con gran éxito el calentador solar

La segunda guerra mundial provocó que se detuviera la producción e instalación de calentadores solares en Estados Unidos debido a que se prohibió el uso del cobre para fines no militares.

El 28 de Abril de 1891, Clarence M. Kemp oriundo de Baltimore, en el estado de Maryland de los Estados Unidos de América, inventó un aparato para utilizar los rayos de sol para calentar el agua para el baño u otros usos domésticos [31].

Este calentador solar se comercializó con el nombre "Climax" y alcanzó gran popularidad en el estado de California. Miles de estos sistemas y otros similares fueron instalados en poco tiempo. Para 1920 el calentador solar había sido mejorado por un Ing. de nombre William J. Bailey haciéndolo más resistente y más eficiente. Sin embargo, entre 1920 y 1930 se encontraron grandes depósitos de gas en la zona de Los Angeles. Para sacar provecho de esta nueva fuente de energía barata, Bailey comenzó a fabricar calentadores de agua controlados con termostato. La venta de los calentadores de gas despegó y la de los calentadores solares se desplomó.

Las compañías de gas ofrecieron grandes incentivos para conectar sus nuevas líneas de gas, dificultando aún más la venta de calentadores solares. El último lote de calentadores solares de Bailey se hizo en 1941.

En el estado de Florida, un grupo de empresarios tomó la idea del calentador solar Californiano y lo vendió con gran éxito. Para 1941, más de 60.000 sistemas fueron instalados. El 80% de las casas construidas en Miami entre 1937 y 1941 contaban con calentadores solares.

Con el advenimiento de la segunda guerra mundial se detuvo toda la producción e instalación de calentadores solares de agua debido a que su principal componente era el cobre y este se había prohibido para usos no militares. Después de esta guerra las compañías volvieron a fabricar calentadores solares pero otros factores lo llevaron a su declive. Los calentadores solares existentes eran demasiado pequeños para satisfacer las nuevas y crecientes demandas como la de la lavadora de ropa o el lavavajillas entre otros aparatos similares.

Después de la Segunda Guerra Mundial en los Estados Unidos parecía más barato calentar agua con electricidad que mantener un calentador solar.

A partir de 1973 el calentador solar volvió a aparecer en escena, esta vez instalar un calentador solar era considerado patriótico.

Entre 1981 y 1986 el Presidente de los Estados Unidos Ronald Reagan desacreditó la industria de la energía renovable.

En un golpe final, las tarifas eléctricas cayeron a la mitad del costo antes de la guerra. Haciendo el calentamiento eléctrico del agua mucho más asequible. Incluso compañías como Florida Power and Light ofrecieron la instalación gratis de calentadores de agua eléctricos para incrementar el consumo de energía eléctrica. Esto parecía más barato que mantener un calentador de agua solar.

Los años 50s y 60s en los Estados Unidos de América se consumía energía en forma desmedida hasta que hubo una crisis energética en 1973 cuando países del medio oriente decidieron dejarles de vender petróleo por el apoyo que los norteamericanos estaban brindando a las fuerzas militares de Israel durante la guerra de Yom Kippur. A finales de los años 70s y principios de los 80s instalar sistemas que usaran energía solar era visto como un acto patriótico.

Tanto el gobierno federal como los gobiernos estatales daban incentivos a los impuestos si se usaban fuentes renovables. Llegó entonces una nueva oportunidad para la energía solar. La gente instalaba en sus casas diferentes aparatos que les permitían obtener energía eléctrica a partir de fuentes renovables. En los años 80s surgieron compañías confiables que instalaban equipos de calidad. Desafortunadamente, debido a la gran demanda del aprovechamiento de energías renovables algunas compañías vendían productos de muy baja calidad. Aunque la mayoría de los sistemas de energía renovables eran de buena calidad, los que no lo eran le dieron a la energía solar mala fama.

Entre 1981 y 1986 el presidente Ronald Reagan se encargó de desacreditar a la industria de la energía renovable y entre 1984 y 1986 cayeron las ventas de colectores solares en un 91% [32].

A partir de entonces los combustibles fósiles cubren el 84% de las necesidades energéticas de Estados Unidos (Fig. 3.4) y En México el 89% de las necesidades energéticas (Fig. 3.5) están cubiertas por estos combustibles [33].

Fuentes energéticas en EUA (2008)

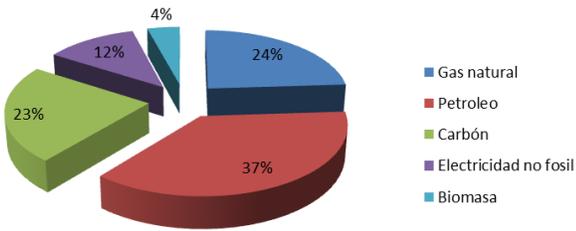


Figura 3.4. Aportación energética por fuente en EUA

Fuentes energéticas en México (2008)

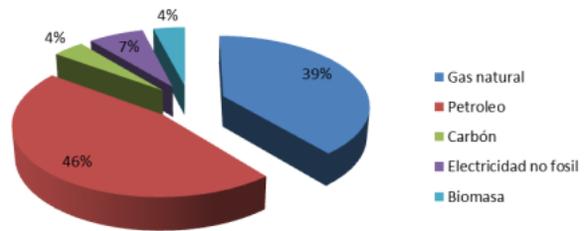


Figura 3.5. Aportación energética por fuente en México

En Israel el calentador solar es ampliamente ocupado para industria, comercio y vivienda. Los edificios nuevos incorporan en su arquitectura colectores solares.



Algunos países como Israel requieren que las nuevas viviendas y centros de negocio tengan instalados calentadores de agua solares. Los calentadores solares cubren los techos a todo lo largo de Israel. Las unidades domésticas típicas tienen un tanque de 150 litros para el almacenamiento del agua, con aislamiento y un panel plano de 2 metros cuadrados. Este último recolecta la radiación solar, calienta el agua y la pasa para su almacenamiento sin necesidad de bombeo, empleando sólo la gravedad y la convección. Estos sistemas funcionan con una eficiencia anual promedio de aproximadamente el 50%, es decir, calientan el agua a una temperatura de alrededor de 50%. Esto significa que en la mayoría de los días del año no hay necesidad de emplear la unidad eléctrica de apoyo (que se encuentra en todos los tanques) para garantizar que el agua esté suficientemente caliente para su uso. Sistemas más grandes, generalmente con bombeo, se encuentran en unidades de vivienda de gran altura, en algunos kibutz (comunidades agrícolas) y en varias plantas industriales por todo el país [34].

4.1 ¿Cómo nos bañamos?

Las imágenes de la Figura 4.2 se extrajeron sucesivamente de un video que registró el episodio de aseo de una persona.

Secuencia de lavado

Una secuencia de lavado es el orden cronológico de acciones muy particulares que acontecen dentro de un episodio de aseo. La Figura 4.1 muestra la secuencia de lavado de una persona [6]. Las acciones que se ilustran son generalmente llevadas a cabo por los humanos en este mismo orden.

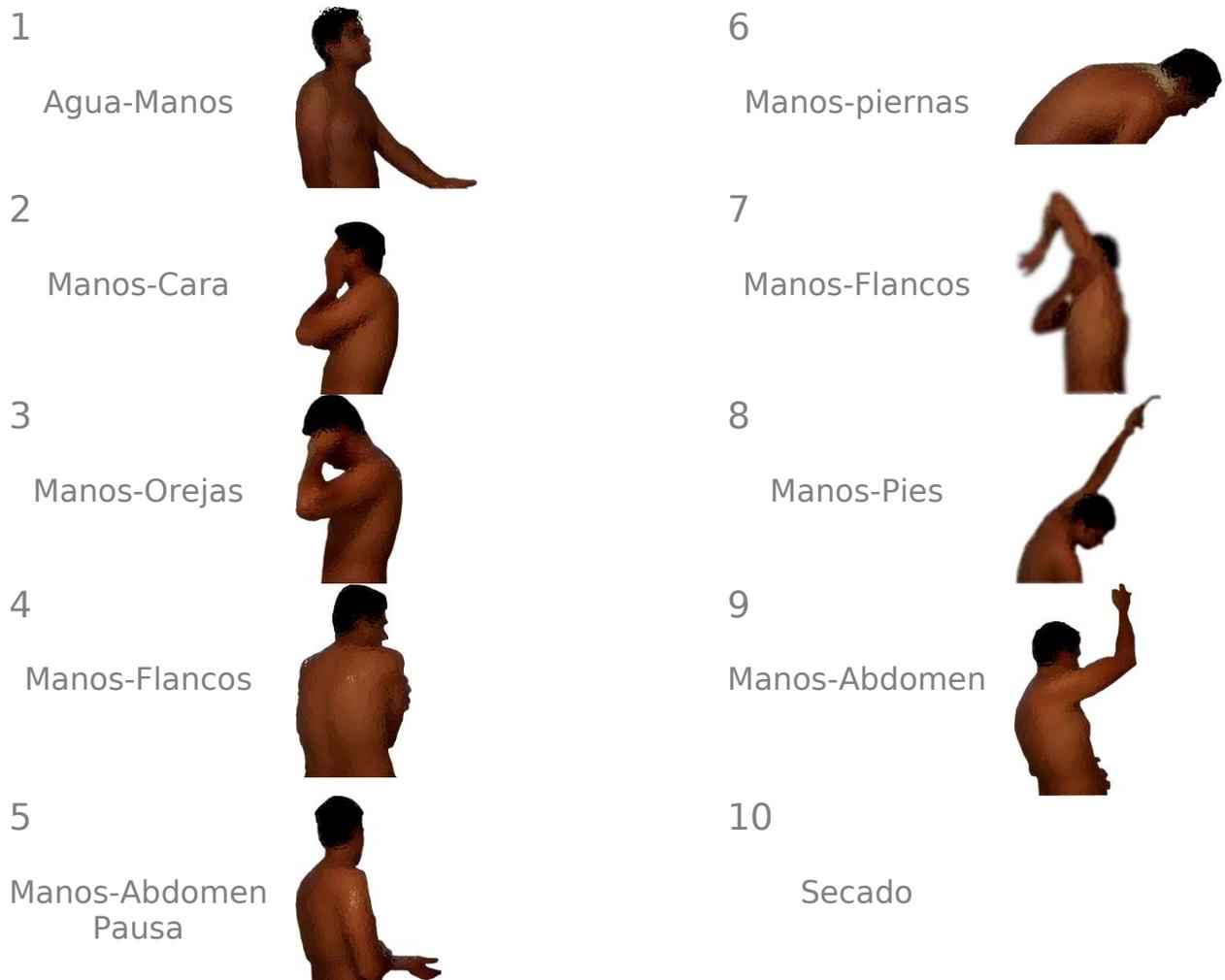


Figura 4.1. Secuencia de lavado de un ser humano.

En el proceso para secar el cuerpo, se encuentra esta misma secuencia. De hecho, si se observa a la gente cuando sale de nadar y se dispone a secar con una toalla común, lo primero que hacen es quitar la humedad de su rostro, se llevan la toalla a la cara y luego secan sus orejas para continuar con el resto del cuerpo.

La conducta de aseo estudiada en algunas especies de roedores sigue el mismo patrón que el aseo en los humanos por lo que se puede concluir que algunas de las acciones de limpieza que ejecutamos se deben más a razones naturales que al aprendizaje. Por consiguiente será muy importante para el diseño del producto tomar en cuenta estas conductas para no interferir con ellas.

4.2 ¿Por qué y para qué nos bañamos?

Razones por las que se bañan los integrantes de nuestra sociedad

Se realizó una encuesta (Anexo 12.1) que incluyó a personas de entre 8 y 80 años de edad para que dijeran cinco motivos por los cuales decidían tomar un baño. La Tabla II muestra estos motivos o razones.

El motivo **limpiar** se debe entender como dejar la piel libre de suciedad o inmundicia, es decir, que el individuo pueda percibir que su piel no tiene impurezas u objetos extraños. Se hace la distinción entre **perfumar** y **quitar malos olores** porque esto último no necesariamente se refiere a oler bien sino simplemente a no tener aromas desagradables. **Relajar** se refiere a conseguir un estado de reposo físico y mental. **Tener buena imagen** es embellecerse físicamente.

El motivo **activarse** se refiere a salir de un estado de somnolencia. **Salud** expresa el deseo de no contraer enfermedades infecciosas. **Deber social** es no molestar a la gente con la propia presencia. La **costumbre** es realizar una rutina de periodo establecido. El motivo **diversión o placer** depende de las sensaciones subjetivas de cada individuo teniendo como estímulo el espacio o las herramientas con los que se realiza el aseo. **Evitar parásitos** tiene que ver con eliminar o no contraer piojos, pulgas, etc. **Evitar comezón** debe entenderse como mantener una piel sana, libre de rozaduras, úlceras, salpullido, etc. **Refrescarse** es moderar o disminuir el calor.

La Figura 4.2 es una gráfica que muestra en porcentaje la frecuencia con la que se mencionaron cada uno de estos motivos.

Tabla II
Razones por las cuales la gente toma un baño

Símbolo	Razón
L	Limpiar
P	Perfumar
Q	Quitar malos olores
R	Relajar
B	Tener buena imagen
A	Activarse
S	Salud
DS	Deber social
C	Costumbre o hábito
D	Diversión o placer
QP	Evitar parásitos
EC	Evitar comezón
RF	Refrescar

Razones para tomar un baño

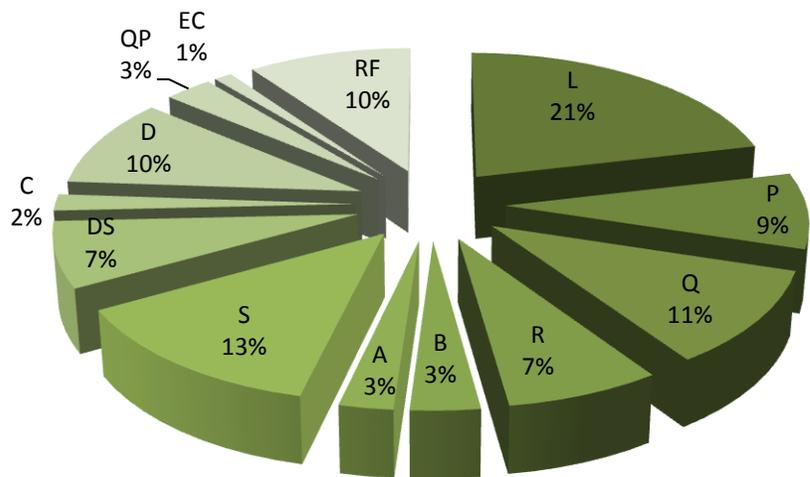


Figura 4.2. Razones por las que la gente se baña.

Ámbitos de la conducta de aseo

Mientras que la secuencia de lavado corresponde a una conducta inconsciente (las imágenes de la Figura 4.1 fueron extraídas de la grabación de una ducha real), los motivos por los que las personas toman la ducha es una conducta consciente y aprendida. Se ha propuesto una clasificación de estos motivos con el objetivo de bosquejar la importancia que le dan los integrantes de nuestra sociedad al aseo, en los tres ámbitos más importantes en los que tiene lugar, el social, el personal y el higiénico. Aunque pueden existir ámbitos como el moral o el religioso, la encuesta realizada no arrojó datos para estos campos.

En la Tabla III se presenta una clasificación de las razones por las que la gente decide tomar un baño según si van enfocados a satisfacer una necesidad social, personal o higiénica. En la Figura 4.3 se compara el grado de importancia de estos tres ámbitos según el número de razones que integran a los mismos.

Tabla III
Clasificación de motivos para tomar un baño

Sociales	Personales	Higiénicos
Perfumar	Relajar	Limpiar
Quitar malos olores	Activarse	Evitar comezón
Tener buena imagen	Costumbre o hábito	Evitar enfermarse
Deber social	Diversión o placer	
Evitar parásitos	Refrescarse	

Ambitos de aseo

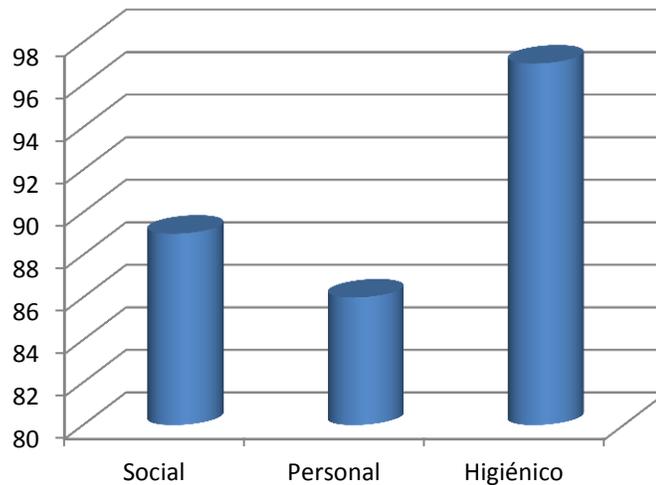


Figura 4.3. Importancia de los ámbitos de aseo.

Las personas encuestadas, en general, asocian más el baño con la práctica higiénica y esto corresponde al desarrollo histórico del baño. Después de este ámbito, el segundo más importante es el social, es decir, la gente toma un baño para no ser rechazada o marginada. El baño se asocia menos con el ámbito personal, a diferencia de la edad media en la que este ámbito era el más importante pues era una práctica fundamentalmente placentera.

Sin embargo, los tres ámbitos parecen estar equilibrados en nuestra sociedad, por lo que se debe pensar en un diseño que no solo se centre en la práctica higiénica, más bien que tome en cuenta que la gente espera tener una experiencia placentera que les permita verse y sentirse bien pero que no interfiera con las demás actividades de su rutina diaria.

4.3 Estado del arte en cuartos de baño

Los creadores de estos baños son reconocidos diseñadores industriales y arquitectos [35]. La intención de estas imágenes es tener una buena referencia arquitectónica de la integración de la ducha en el cuarto de baño. Las características comunes son que los espacios reservados para las duchas son pequeños aunque no proyectan claustrofobia porque están abiertos, las regaderas son paralelas al piso, no hay bañeras bajo las regaderas, las interfaces son mecánicas, manerales alineados verticalmente. Se hacen también las siguientes observaciones particulares contiguas a cada diseño:

La regadera está en el plafón y el agua que cae parece abarcar una gran área. Está junto a la cama lo cual sugiere comodidad. Los manerales se perciben lejanos o pequeños comparados con el tamaño de la regadera. No se percibe alguna coladera para drenar el agua. Tiene regadera de teléfono



Diseño de Philippe Starck

El tubo de la regadera sale de la pared pero ésta es paralela al piso. El espacio para la ducha, aparte de pequeño está escondido. Se le da prioridad a la bañera que genera un sentimiento de mucho confort. Los manerales de la ducha están alineados verticalmente. No tiene regadera de teléfono.



Diseño de Jean-Marie Massaud

El tubo de la regadera sale perpendicular a la pared pero la regadera es oblicua. Los manerales están alineados verticalmente y tiene regadera de teléfono. Se percibe la coladera para drenar el agua. El espacio para la ducha es pequeño pero parece más grande con la pared reflejante. La ducha está cerca de un colchón.



Diseño de Antonio Citterio

El espacio para la ducha se oculta pero integrándolo totalmente al cuarto de baño, es decir, evitando divisiones físicas. Tiene regadera de teléfono y los manerales están alineados verticalmente. La regadera es perpendicular al piso.



Diseño de Patricia Urquiola

Hay una división física que separa a la ducha del resto del cuarto de baño. El piso de la ducha es un elemento de porcelana que parece no estar integrado al piso del baño. Tiene regadera de teléfono y se aprecia un tubo sobre la pared de la ducha.



Diseño de Phoenix Design

4.4 Características funcionales de la ducha

La ducha no se reduce únicamente a la regadera, es todo un sistema que resuelve distintas necesidades y deseos. Este sistema puede ser muy simple pero puede aumentar en complejidad. En el mercado existe una gran variedad de productos que desde el punto de vista de sistemas completos pueden incluir algunas o todas las funciones enlistadas a continuación.

- 2 Abastecer agua limpia
- 3 Aumentar la presión del agua
- 4 Calentar agua
- 5 Conducir agua
- 6 Regular temperatura de agua
- 7 Regular gasto de agua
- 8 Regar agua
- 9 Drenar agua

Se hará un análisis de la estructura funcional de cuatro sistemas de ducha que se pueden encontrar en el mercado.

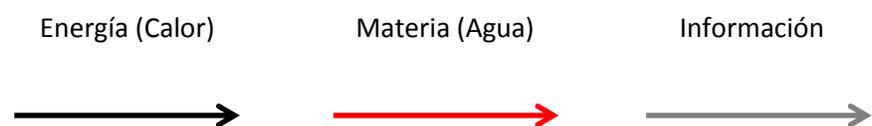
4.5 Estructura funcional de 4 sistemas de ducha

Un análisis funcional de un producto permite identificar las relaciones (funciones) que existen entre las entradas y salidas del sistema. Las entradas y salidas pueden ser flujos de energía, materia o información. [36]

La conveniencia de ver los sistemas de esta forma consiste en expresar las relaciones del sistema independientemente de la solución. Desde este punto de vista, lo más importante es identificar la función o funciones del sistema, es decir, el “¿qué hace?” y no el “¿cómo lo hace?”. De hecho, este análisis es una buena herramienta para innovar pues sitúa al diseñador en la parte abstracta del reto y le da libertad y flexibilidad de proponer nuevas soluciones concretas.

En el subcapítulo 4.4 se han definido 10 funciones del sistema completo de ducha y se han correlacionado con un número específico para que puedan ser fácilmente identificadas en los diagramas funcionales de cuatro sistemas diferentes.

Asimismo los flujos de energía, materia e información pueden ser ubicados siguiendo el código de colores que a continuación se presenta.



El marco negro que encierra a todos los bloques representa la interfaz entre el sistema de ducha y el usuario.

Ducha tradicional Helvex

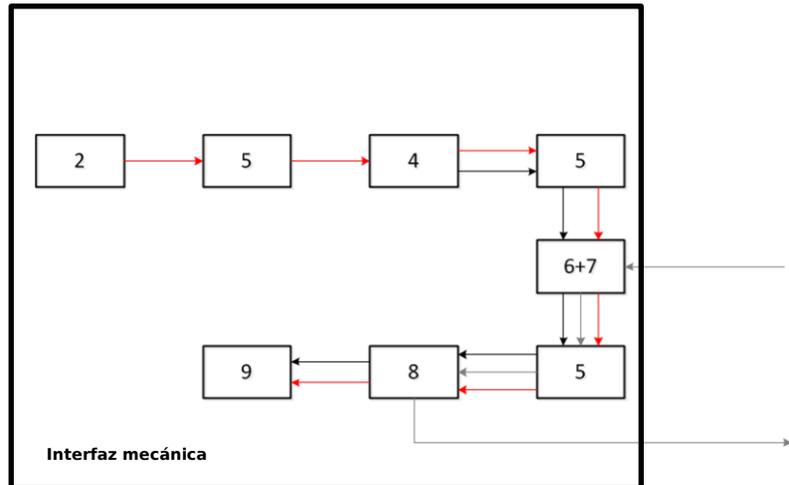


Diagrama Funcional para la ducha tradicional

Lista de funciones

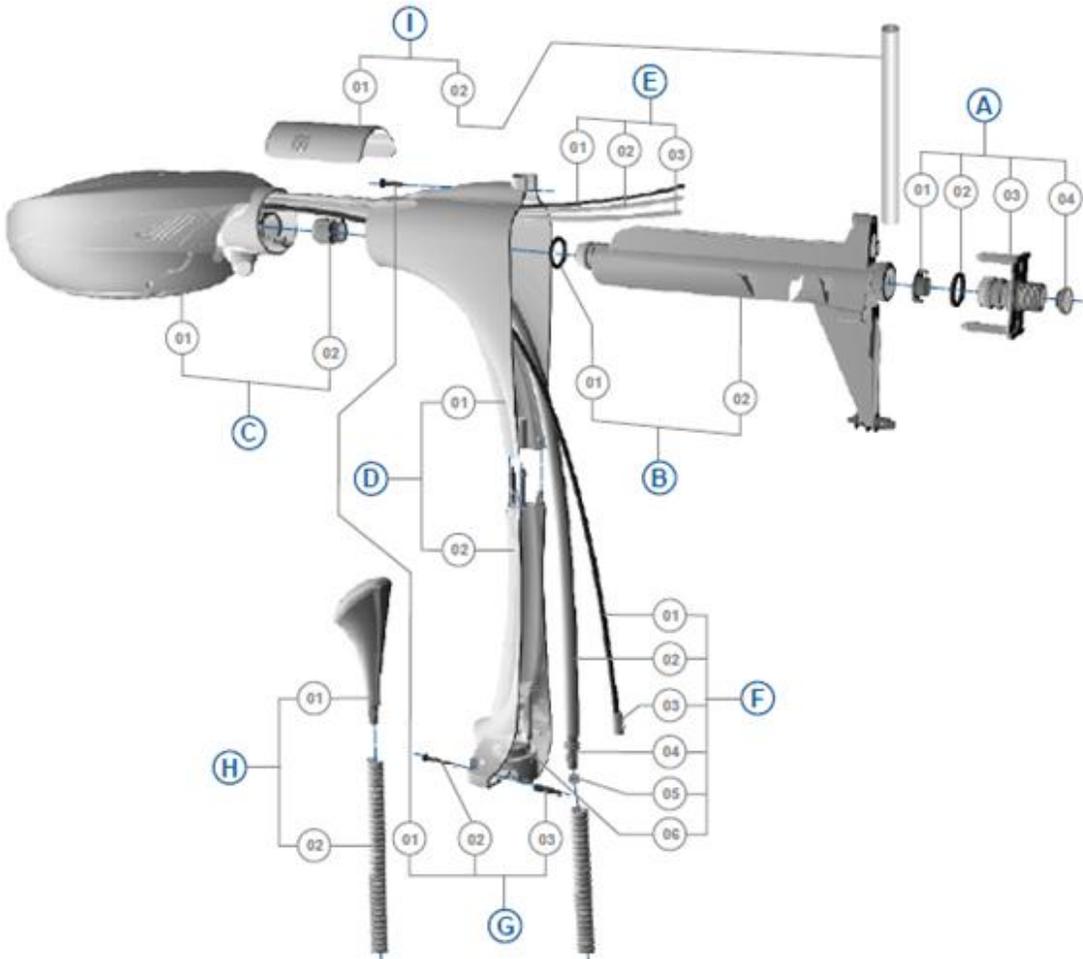
2	Abastecer agua limpia	6	Regular temperatura de agua
3	Aumentar la presión del agua	7	Regular gasto de agua
4	Calentar agua	8	Regar agua
5	Conducir agua	9	Drenar agua



El sistema tradicional de ducha junta las funciones de regular la temperatura de agua y regular el gasto de agua. Esta regulación se puede dar gracias a un flujo de información donde los sentidos del usuario juegan un papel fundamental al permitir comparar lo que desea con lo que está obteniendo.

Comúnmente en este sistema no se requiere el aumento en la presión del agua.

Ducha eléctrica Lorenzetti



- A**
- 01 Tapa del niple
Nipple cover
 - 02 Anillo de vedación del niple
Nipple sealing oring
 - 03 Niple
Nipple
 - 04 Reductor de presión
Pressure reducer

- B**
- 01 Anillo de vedación del caño
Tube sealing oring
 - 02 Cano/Tube

- C**
- 01 Ducha/Shower head
 - 02 Tapa de la ducha
Shower cover

- D**
- 01 Consola superior
Up console
 - 02 Consola inferior
Low console

- E**
- 01 Cable tierra
Earth wire
 - 02 Cable fase
Phase wire
 - 03 Cable fase
Phase wire

- F**
- 01 Cabo de comando (negro)
Command cable (black)
 - 02 Manguera interna (blanca)
Internal Hose (white)
 - 03 Conector del cabo de comando
Command connector cable
 - 04 Conector de la manguera
Hose connector
 - 05 Tapa de la manguera interna
Internal hose cover
 - 06 Botón selector de temperaturas
Temperature selector

- G**
- 01 Tomillo de la consola superior
Up screw console
 - 02 Tornillo de la consola inferior
Low screw console
 - 03 Manguito/Sleeve

- H**
- 01 Ducha manual
Hand shower
 - 02 Manguera externa
External Hose

- I**
- 01 Capa del caño
Tube cover
 - 02 Revestimiento de los cables
Covering wires

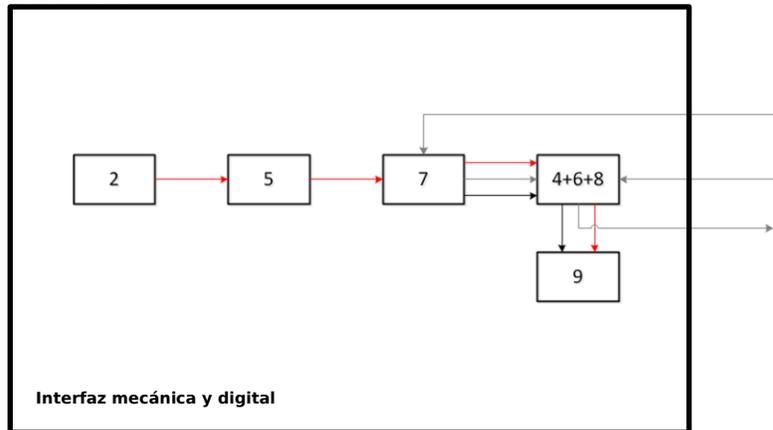
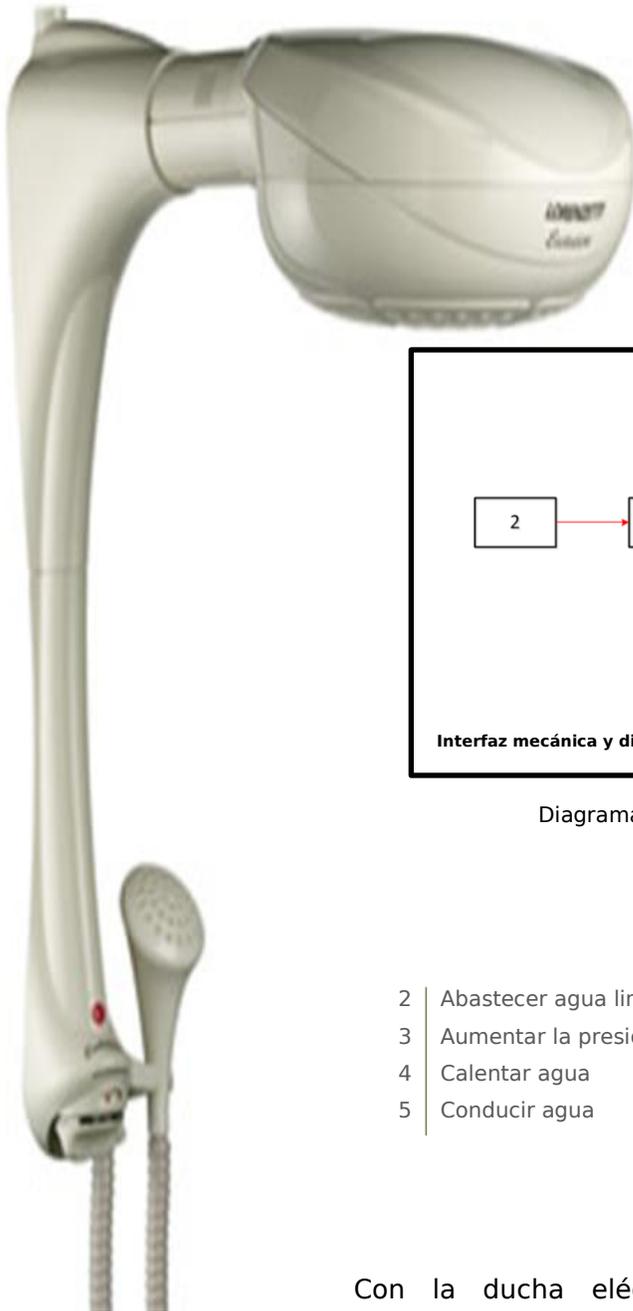


Diagrama funcional para la ducha eléctrica

Lista de funciones

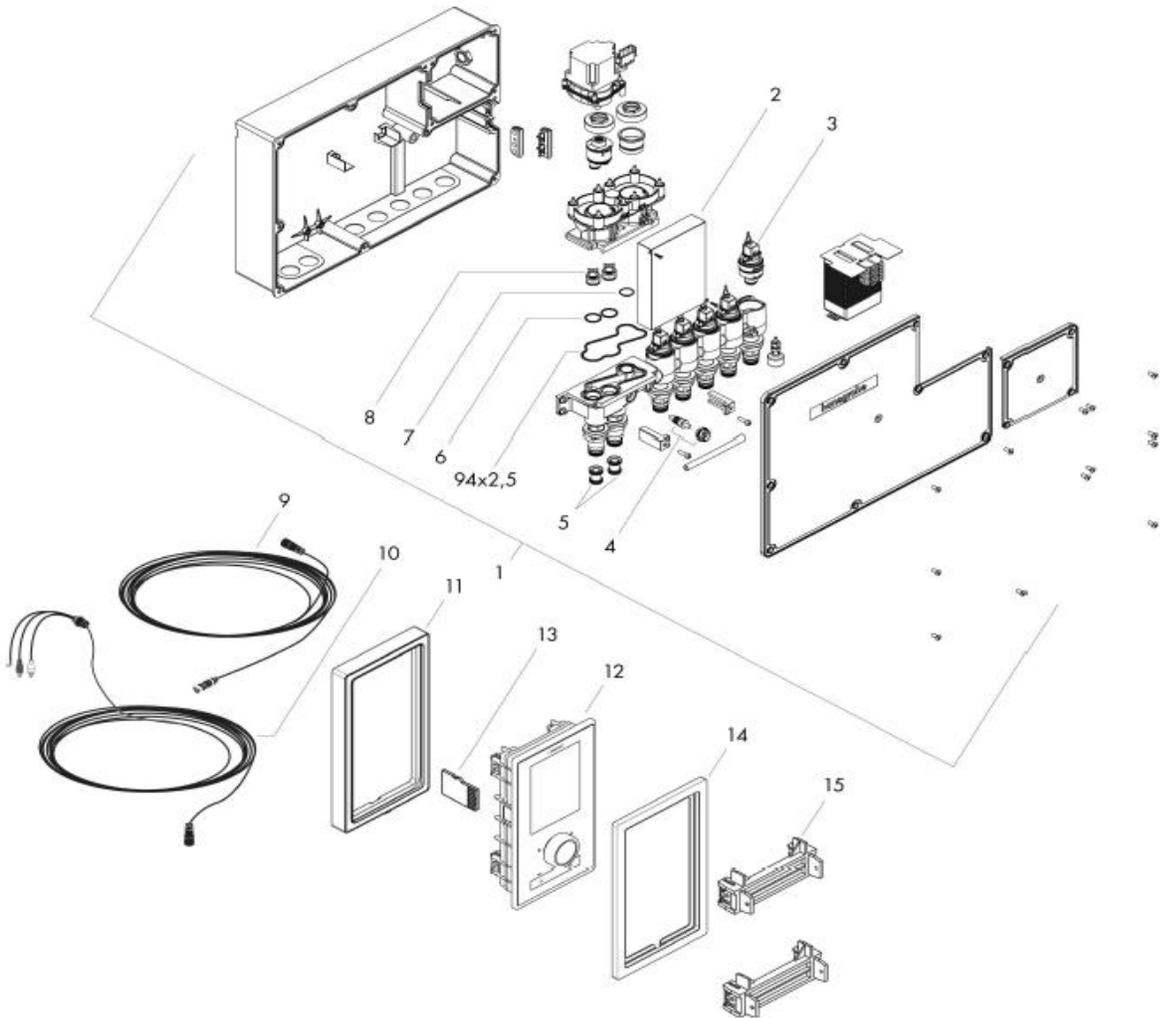
2	Abastecer agua limpia	6	Regular temperatura de agua
3	Aumentar la presión del agua	7	Regular gasto de agua
4	Calentar agua	8	Regar agua
5	Conducir agua	9	Drenar agua

Con la ducha eléctrica se reduce considerablemente el diagrama funcional debido a que tres funciones se tienen en un mismo bloque.

A diferencia de la ducha tradicional, el usuario debe ingresar información en dos bloques diferentes.

Sin embargo, del mismo modo que en la ducha tradicional, los sentidos del usuario juegan un papel importante para la regulación de temperatura y gasto de agua.

Panel de control para la ducha RainBrain de Hansgrohe



1	Powerbox	8	Válvula antirretorno
2	Caja de mando	9	Cable con enchufe
3	Válvula magnética	10	Cable audio
4	Sensor	11	Prolongación
5	Silenciador	12	Mando
6	Junta toroidal 44x2,5	13	Tarjeta SD
7	Junta toroidal 18x1,5	14	Embelledor
		15	Prolongación

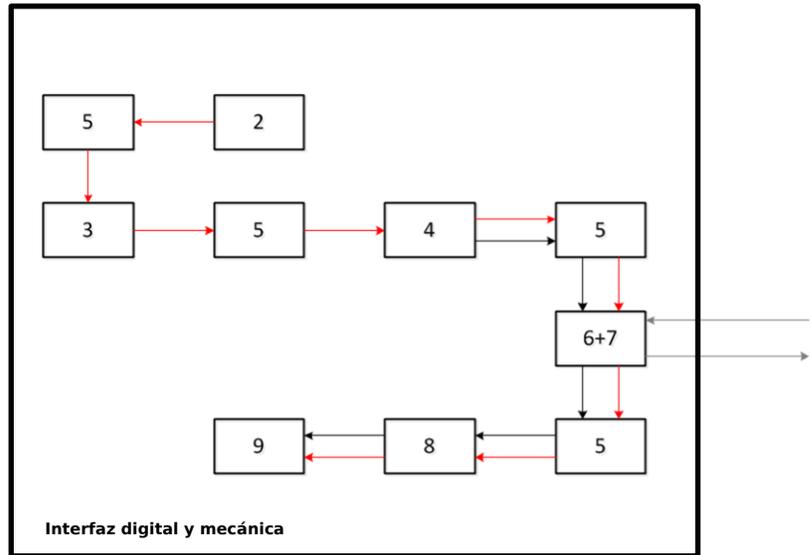


Diagrama funcional para el panel de control para ducha

Lista de funciones

- | | | | |
|---|------------------------------|---|-----------------------------|
| 2 | Abastecer agua limpia | 6 | Regular temperatura de agua |
| 3 | Aumentar la presión del agua | 7 | Regular gasto de agua |
| 4 | Calentar agua | 8 | Regar agua |
| 5 | Conducir agua | 9 | Drenar agua |

En el panel de control para la ducha se ha colocado un bloque nuevo que corresponde al aumento de presión en el agua. Es un diagrama casi idéntico a la ducha tradicional, con una pequeña diferencia que resulta muy significativa y es que la información del usuario al sistema y del sistema al usuario se da en el mismo bloque lo cual indica que el usuario no necesita hacer uso de sus sentidos para regular ni temperatura ni gasto de agua porque el panel lo hace automáticamente según la información ingresada por el usuario.

Cabina de ducha Costa Brava

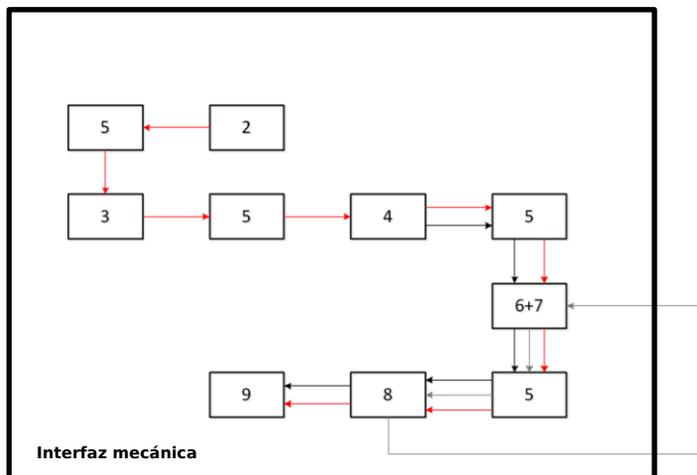


Diagrama funcional para el panel de control para ducha

Lista de funciones

2	Abastecer agua limpia	6	Regular temperatura de agua
3	Aumentar la presión del agua	7	Regular gasto de agua
4	Calentar agua	8	Regar agua
5	Conducir agua	9	Drenar agua

El diagrama funcional de este sistema comparado con el de la ducha tradicional cambia únicamente por los bloques que se le han agregado para representar el aumento en la presión del agua que se requiere para que puedan funcionar adecuadamente cada una de las varias regaderas que integra.

4.6 Estado del arte en Interfaz Natural de Usuario



Figura 4.4. Kinect

Ninguno de los sistemas descritos cuenta con una interfaz natural de usuario. Este tipo de interfaz permitiría por ejemplo que el flujo de agua se controle sin necesidad de usar las manos. Se pensó en este tipo de interfaz porque se ha supuesto que la gente no cierra la llave del agua porque tiene las manos ocupadas.

Microsoft desarrolló el dispositivo **Kinect** (Figura 4.4) para para controlar e interactuar con la consola de videojuego **Xbox360** sin necesidad de tener contacto físico. Su *interfaz natural de usuario* (NUI son sus siglas en inglés), reconoce gestos, comandos de voz, objetos e imágenes [37].

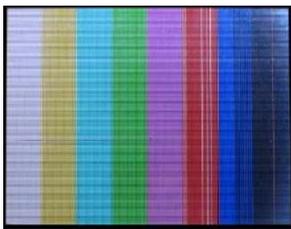


Figura 4.5. AMLCD sobre vidrio ultra-delgado

Por otro lado la empresa Corning invierte, entre otras cosas, en el desarrollo de pantallas delgadas y flexibles.

Algunas de las posibles aplicaciones para estas pantallas son: papel electrónico, películas fotovoltaicas flexibles y paneles touch screen [38].

En la Universidad de Stuttgart, Alemania, han fabricado una pantalla de cristal líquido de matriz activa (AMLCD) a color de 4 pulgadas con resolución de 320 x 240 píxeles sobre un sustrato de vidrio flexible de espesor similar al de un cabello (75µm). La Figura 4.5 muestra el prototipo funcionando.



Figura 4.6. Concepto de teléfono móvil

En la Figura 4.6 se muestra un ejemplo de una aplicación en un futuro no muy lejano de esta nueva tecnología. Consiste en un celular cuya superficie es casi en su totalidad transparente. Cuando entra una llamada la pantalla transparente se colorea y muestra la imagen de la persona que está llamando. Cuando la persona cuelga la superficie regresa a su estado inicial.

4.7 Estado del arte en el aprovechamiento de energía solar

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se obtiene por transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica.

Energía solar térmica

A la utilización directa de la energía solar se le conoce como energía solar térmica pasiva, se aprovecha mediante la incorporación arquitectónica de acristalamientos, tal como lo hicieron los romanos en sus termas.

La energía solar térmica no directa se aprovecha mediante “colectores solares térmicos” que son dispositivos capaces de captar la radiación solar que está constituida por una superposición de ondas electromagnéticas cuyos valores de longitud de onda están comprendidos entre 0,25 micras y 4 micras.

Los colectores solares térmicos se dividen en dos grupos:

- **Colectores solares de concentración:** Son aquellos que usan métodos de concentración óptica para alcanzar temperaturas en un rango que va de los 300°C hasta los 1000°C.
- **Colectores solares sin concentración:** alcanzan temperaturas de aproximadamente 70°C.



Figura 4.7. Central Solar Termoelectrica PS10

La PS10 Fig. 4.7 es la primera Central Solar Termoelectrica de torre central y campo de heliostatos (concentradores de rayos solares) comercial instalada en el mundo. Está ubicada en Sanlúcar la Mayor, Sevilla, España. Es la primera de un conjunto de nueve plantas solares a ser construidas en el mismo lugar por la empresa española Abengoa Solar para satisfacer la demanda de unos 180,000 hogares con 300MW en el año 2013.

Abengoa tiene contratos millonarios en todo el mundo para construir Centrales Solares Termoelectricas. En Estados Unidos construye la planta Mojave Solar en California y Solana en Arizona.



Figura 4.8. Calentador Solar Chromagen DJ Pro Plus 150.

Chromagen, es una empresa proveedora de sistemas solares de calentamiento de agua para uso doméstico y comercial con sede central en Kibutz Sha'ar Ha'Amakim, Israel, fundada en 1962. Distribuye sus productos en más de 35 países en todo el mundo y en el año 2009 realizó ventas por más de 50 millones de dólares.

En Junio de 2011 se presentó en la exhibición Inter Solar Europe celebrada en Munich, Alemania, el Chromagen DJ Pro Plus 150 (Fig. 4.8), un calentador solar con una solución de diseño industrial única que reduce la pérdida de calor, a la vez que supone una cuidada estética y permite que todas las partes del equipo puedan ser recicladas. Estará a la venta el segundo trimestre del 2012.

4.8 Estadística de la ciudad de México.

Con la intención de preparar el campo para el aprovechamiento doméstico de la energía obtenida a partir de fuentes virtualmente inagotables y no contaminantes (energía hidráulica, solar, eólica, geotérmica, maremotriz, olamotriz, energía azul, etc.) en México, se consideró necesario conocer los datos que se muestran a continuación.

En una casa mexicana promedio, el 35% del consumo total de agua corresponde a la ducha, un 40% de este consumo se ocupa en el retrete y el 25% restante para el lavado de ropa y trastes [revcon].

En México el 78% de sus habitantes están establecidos en zonas urbanas (La Figura 5.1 es una vista satelital nocturna que muestra el alumbrado urbano), por lo que, el Distrito Federal es un buen ejemplo del entorno en el que el producto podría ser instalado.

En una casa mexicana promedio el agua se calienta principalmente para la ducha.

Casi el 80% de los mexicanos habitan en zonas urbanas.



El Distrito Federal en cifras [39]



No. de viviendas	2.744.441
No. de viviendas habitadas	2.453.031
Población masculina	4.233.783
Población femenina	4.617.297
Porcentaje de viviendas a nivel Nal.	10%
Porcentaje de población a nivel Nal.	8%
Promedio de integrantes por vivienda	4
Viviendas con energía eléctrica	99%
Viviendas con drenaje	99%
Viviendas con agua entubada	97.8%
Viviendas con regadera	81.1%
Viviendas con calentador de agua	79.2%
Población masculina trabajando	2.238.330
Población femenina trabajando	1.672.534
Porcentaje de personas trabajando en el sector comercial o de servicios	80.7%
Porcentaje de personas trabajando en el sector industrial o construcción	16.5%
Porcentaje de personas trabajando en el sector agropecuario	0.7%
Trabajadores asalariados	69.9%
Trabajadores por cuenta propia	23.3%
Empleadores	3.2%

5.1 Jerarquización de necesidades

Las etapas Entender y Observar han permitido identificar diferentes necesidades y deseos que los usuarios experimentan en relación al aseo y a la forma en la que lo llevan a cabo.

Se define necesidad como un sentimiento ligado a una carencia asociada a un esfuerzo orientado a suprimir esta falta.

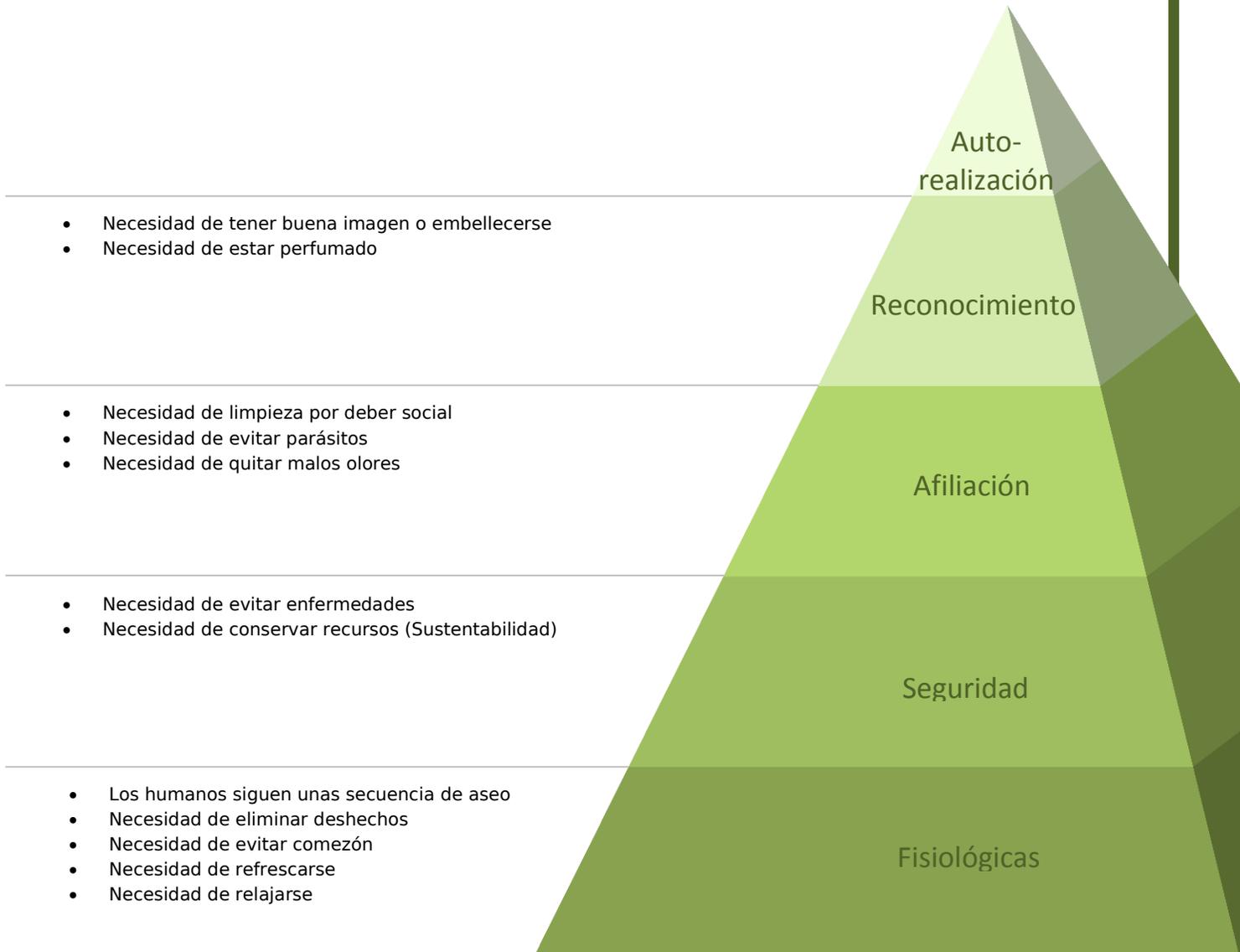
Junto a la necesidad está el deseo, el cual es inherente al ser humano y existe en el momento en el que se piensa satisfacer la necesidad con un producto específico dentro de una variedad de soluciones.

Se tuvo la idea de ordenar las necesidades identificadas relacionándolas con los niveles de la pirámide de necesidades humanas de Maslow, para hacer consciente la magnitud de la fuerza con la que las personas intentarán satisfacerlas.

Cabe señalar que las necesidades más elevadas en la pirámide no surgen necesariamente en la medida en que las más bajas son satisfechas, pueden ser concomitantes, sin embargo, las más básicas predominarán sobre las superiores.

Según Maslow, solo las necesidades no satisfechas influyen en el comportamiento humano pues la necesidad satisfecha no genera comportamiento alguno.

Jerarquización de necesidades en la pirámide de Maslow



5.2 Previendo un futuro alternativo

A partir de la jerarquización de necesidades, de las estadísticas, de las tendencias arquitectónicas y de las tendencias tecnológicas se planteará un reto que sea coherente con un futuro de energías renovables en lo que respecta al aprovechamiento energético para el abastecimiento de agua caliente en la ducha.

Se espera que para el año 2020 la energía eléctrica termosolar cubra más del 11% de la demanda energética mundial.

Existen intereses económicos y políticos que obstaculizan el aprovechamiento de la energía solar a gran escala. Sin embargo la Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica ha estimado que la energía termosolar podría producir el 11.3 % de la energía mundial con 89 centrales planeadas o en construcción en 16 países para el 2020, año en el que se espera también que la energía solar fotovoltaica tenga un coste medio de generación de 1.26 MXN/kWh, por lo que la industria de generación de energía eléctrica fotovoltaica será competitiva. La energía eléctrica ya está desplazando a la energía química de los hidrocarburos; incluso, diversos productos para el hogar se han diseñado para que funcionen con energía eléctrica en vez de funcionar con hidrocarburos. Entre estos productos podemos encontrar, estufas de inducción, hornos, secadoras de ropa e incluso está por comercializarse en México un automóvil 100% eléctrico que puede recargarse eléctricamente en el hogar. La tendencia es clara, la energía eléctrica es la forma de energía del futuro; el reto, la eficiencia en la transformación y en el empleo.

La creación de escenarios y personajes basados en tendencias exploran un futuro probable.

Sin embargo, dado que no se puede hacer una predicción o un pronóstico específico del futuro para observarlo como se observa el pasado o el presente, se usa una técnica que consiste en la creación de escenarios que son descripciones que exploran un futuro probable basado en eventos y tendencias que pueden ocurrir. Asimismo se definen personajes que podrían ser usuarios potenciales con las necesidades investigadas en las etapas previas y jerarquizadas en este capítulo.

Escenario futuro

La creación del escenario se hizo considerando los siguientes puntos:

- Tipo de asentamiento humano
- Tipo de zona habitacional
- Tendencias arquitectónicas
- Tipo de actividades económicas
- Tipo de tecnología doméstica disponible
- Servicios en la vivienda
- Tipo de energía usada en la vivienda

Personajes futuros

Ya que en una misma familia las necesidades relacionadas con el aseo son muy diferentes para cada integrante, se definieron características propias de los miembros de una familia estándar con base en estadísticas y la jerarquización de necesidades.

También se tomaron en cuenta los aspectos subjetivos de la ducha tales como:

- Gusto por la temperatura del agua
- Tiempo que tarda la persona en la ducha
- Número de duchas diarias
- Rol de género

Con esta información se redactó la historia de una familia dentro del escenario para determinar las características del producto.

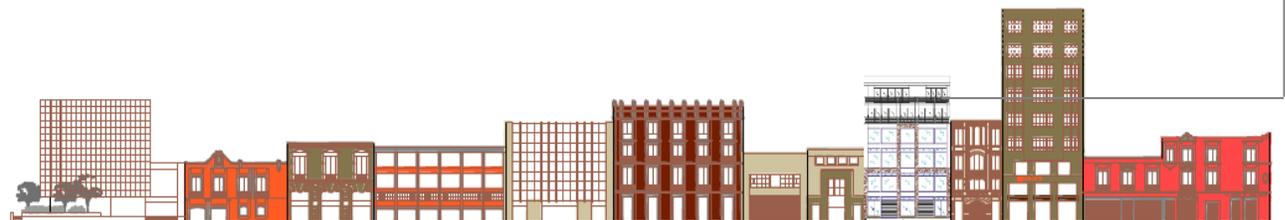
5.3 Escenario sustentable

Se ha tomado como escenario un proyecto arquitectónico real de un edificio de uso mixto. Este edificio estaría ubicado en el No. 44 de la calle Venustiano Carranza en el Centro Histórico de la Ciudad de México [40]. En términos generales, el edificio tendría locales comerciales y departamentos, así como áreas recreativas en la azotea entre ellas una alberca.

Se plantea un escenario sustentable en el que los energéticos que necesitan quemarse se usen solo en condiciones estrictamente necesarias y fuera de las ciudades. Los espacios habitables permiten una buena iluminación con luz natural y el aire puede circular fácilmente. La tecnología permite economizar recursos a la vez que brinda comodidad en los hogares con productos que liberan a la gente de tareas que pueden automatizarse por lo que el trabajo doméstico requeriría de menos tiempo y esfuerzo. Se tiende a la igualdad de género.



Diseños de José Francisco López Aragón



Venustiano Carranza No. 44 Centro Histórico de la Ciudad de México

5.4 Personajes



Roberto Haddar

Edad	48 años
Educación	Licenciado en Administración de Empresas
Estado Civil	Casado con Catalina
Tiene 2 hijos	Gabriela de 18 años y Carlos de 15 años
Ocupación	Administra su propio negocio de telas con locales en el centro de la Ciudad de México.
Vive en	Venustiano Carranza No. 44. Depto. 4. Colonia Centro. México, D.F.

Un día en el hogar de Roberto

En el hogar de Roberto todos acostumbran tomar al menos una ducha diaria y en ciertas ocasiones se duchan hasta dos veces.

Como Roberto, toda su familia tiene bien arraigada la cultura del ahorro, y meditan sobre las consecuencias de sus decisiones.

Roberto se levanta de la cama siempre a las 7:00 AM. Va al gimnasio después de un pequeño desayuno y regresa a tomar una ducha a las 8:30 AM. Para esa hora Carlos ya se ha ido al colegio.

A las 9:00 AM Roberto, su esposa e hija, toman un desayuno en forma, para luego irse cada quien a su lugar de trabajo en transporte eléctrico.

Carlos es el primero en tomar la ducha, se levanta a las 6:00 de la mañana. Catalina lo despide a las 6:30 AM y a las 7:30 AM

ella toma la ducha. Gabriela lo hace a las 8:00 AM inmediatamente después de levantarse.

Para ellos el tiempo es el recurso más importante, por lo que buscan siempre ahorrarlo.

Esta familia tiene gustos muy diferentes respecto a la temperatura del agua de la ducha. Catalina la prefiere muy caliente, a esa temperatura Roberto no soporta el agua en su cuerpo. Él la prefiere tibia pero a Catalina le parece demasiado fría. Sus hijos no se encuentran en ninguno de los extremos, les gusta el agua en una temperatura intermedia, sin embargo Gabriela tiende más al agua caliente. No obstante, ellos conocen los beneficios de las diferentes temperaturas del agua y frecuentemente se duchan al estilo Romano pero en su particular rango de temperaturas.

Este es un día muy importante para Roberto. Empresarios Chinos quieren venderle sus productos y concertaron una cita a la hora de la comida para negociar diferentes aspectos.

Catalina trabaja en un despacho de arquitectos y frecuentemente trabaja en campo.

Gabriela atiende uno de los locales de Roberto y por las tardes asiste a la universidad. Hoy por la noche irá a una fiesta.

Carlos estudia el bachillerato en el día. Hoy por la tarde tiene su clase de Karate. En el mismo lugar, Catalina practica spinning.

Hoy es uno de esos días en que la ducha se ocupa más de cuatro veces. Gabriela se duchará regresando de la universidad para ir a la fiesta, Su madre y su hermano lo harán en la noche para relajar sus músculos y descansar.

Probablemente Roberto también recurra nuevamente a la ducha pues las negociaciones han sido difíciles y estresantes.

5.5 Características generales del producto

El escenario y los personajes ilustran, entre otras cosas, una sociedad en la que la mujer tiene económicamente un papel más activo, por lo que el ahorro del tiempo en los quehaceres domésticos significa tiempo para generar riqueza. La correcta administración de los recursos permite una mejor calidad de vida. Las tecnologías de la información se van haciendo cada vez más presentes. La ducha se considera como una herramienta higiénica que entre más rápido limpie mejor no solo para producir más sino para aprovechar el tiempo en actividades recreativas. Esta interpretación del futuro conduce a las siguientes características generales del producto las cuales dan la pauta para idear soluciones.

Calienta agua in situ		Calentar agua justamente en el lugar en el que se va a ocupar, evita pérdidas de calor en tuberías y pérdida de agua no caliente.
Regulación automática de temperatura		Esta característica evita tirar agua que no tenga la temperatura deseada por el usuario. También permite economizar tiempo pues puede ser programada antes de usarse.
Evita quemar combustibles		Prescinde de la quema de combustible para alcanzar una temperatura adecuada para las actividades domesticas
Interfaz natural de usuario		El sistema es capaz de interpretar información no mecánica para su control.
Conectividad		El usuario no estará aislado dentro del cuarto de baño. Podría obtener información de correo electrónico, redes sociales, noticias, tráfico, etc.
Compatibilidad con colector solar		Aprovechar la energía térmica del sol por medio de colectores solares instalados en los hogares es una forma directa de emplear la energía solar.

5.6 Parámetros de las características del producto

Característica	Parámetro de medición
Calentamiento de agua in situ	Eficiencia térmica
Regulación automática de temperatura	Tiempo de asentamiento y porcentaje de sobrepaso
Evitar quemar combustibles	Relación Masa de gases contaminantes/Calor
Interfaz natural de usuario	Formas de NUI
Conectividad	Capacidad de transmisión de datos
Compatibilidad con colector solar	Relación Energía por colector solar/Energía añadida.

NOTA: Los parámetros de medición de las características del producto permitirán comparar diferentes soluciones de tal forma que se puedan elegir las que mejor se adapten a los requerimientos establecidos.

En esta etapa del proceso de diseño, la creatividad del diseñador se conjuga con las necesidades de los usuarios, con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia empresarial puede convertir en oportunidades de mercado. El trabajo multidisciplinario en esta etapa es por lo tanto un punto clave en la creación de productos innovadores.

Es aquí en donde convergen las ideas de cada especialista en su área y en donde se debe fomentar y potenciar el proceso creativo característico de la especie humana para alcanzar resultados innovadores que sean más convenientes utilizar en el cumplimiento de uno o más objetivos.

La lluvia de ideas es una técnica de generación de ideas muy utilizada que se realiza en grupo. Tiene las siguientes reglas básicas.

- En un tiempo prefijado, presentar la mayor cantidad de ideas posible.
- No criticar las ideas cuando éstas están siendo presentadas.
- Pensar en ideas poco ortodoxas, inusuales, o no tradicionales.
- Combinar y mejorar ideas ya presentadas.

Sin embargo, existen muchas otras técnicas que pueden ser utilizadas para la generación de ideas cuando no se está trabajando en equipo, por ejemplo, los mapas mentales, el análisis morfológico o la TRIZ (*Tieoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach* ó Teoría para Resolver Problemas de Inventiva), la técnica DaVinci o la técnica estratal.

La relajación es una técnica básica para potenciar la imaginación, intuición, concentración y atención ya sea que se

esté trabajando en forma grupal o en forma individual.

Para el desarrollo de esta etapa se empleó la técnica de mapas mentales (MM) para la generación, visualización, estructura y clasificación de las ideas y como ayuda para la resolución de conflictos o contradicciones y para la toma de decisiones. Además se empleó la técnica DaVinci que se basa en dejar actuar a la intuición para la generación de ideas de forma visual, dibujando y escribiendo conceptos procedentes del subconsciente.

Un mapa mental es obtenido y desarrollado alrededor de una palabra o texto situado en el centro para luego derivar ideas, palabras o conceptos.

En el Capítulo 4 se hizo un análisis funcional de cuatro sistemas de ducha en donde se identificaron ocho funciones comunes.

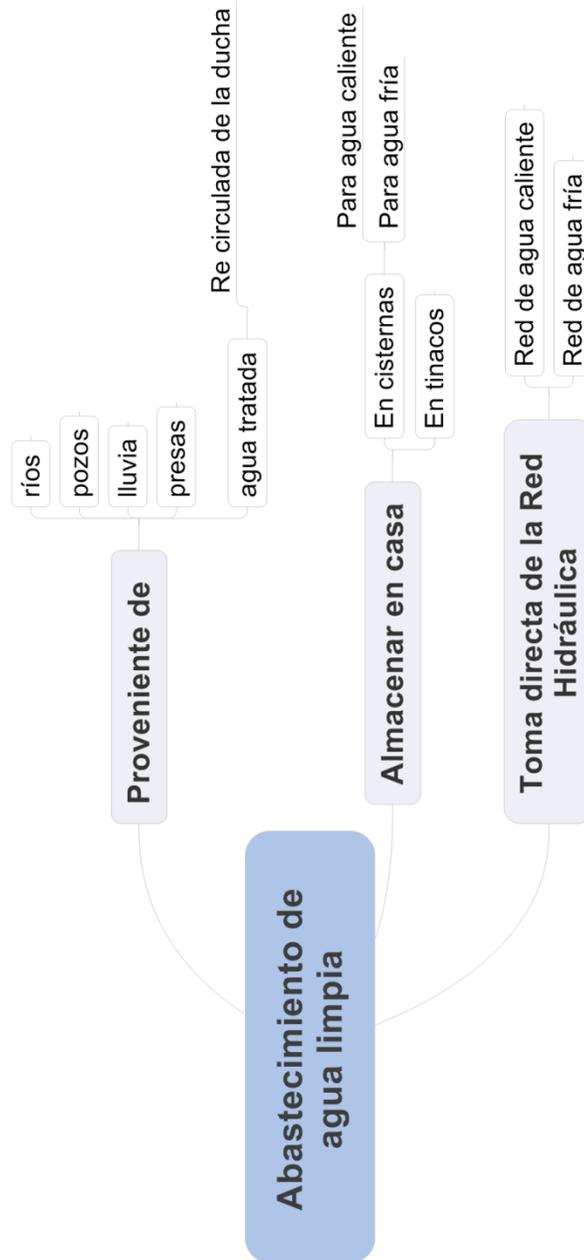
Se tomaron cada una de estas funciones como texto central de un mapa mental alrededor del cual se derivaron ideas con la intención de que posteriormente se formaran uniones con las otras funciones en una especie de sinapsis.

Con los mapas mentales se pasó de funciones abstractas a soluciones concretas.

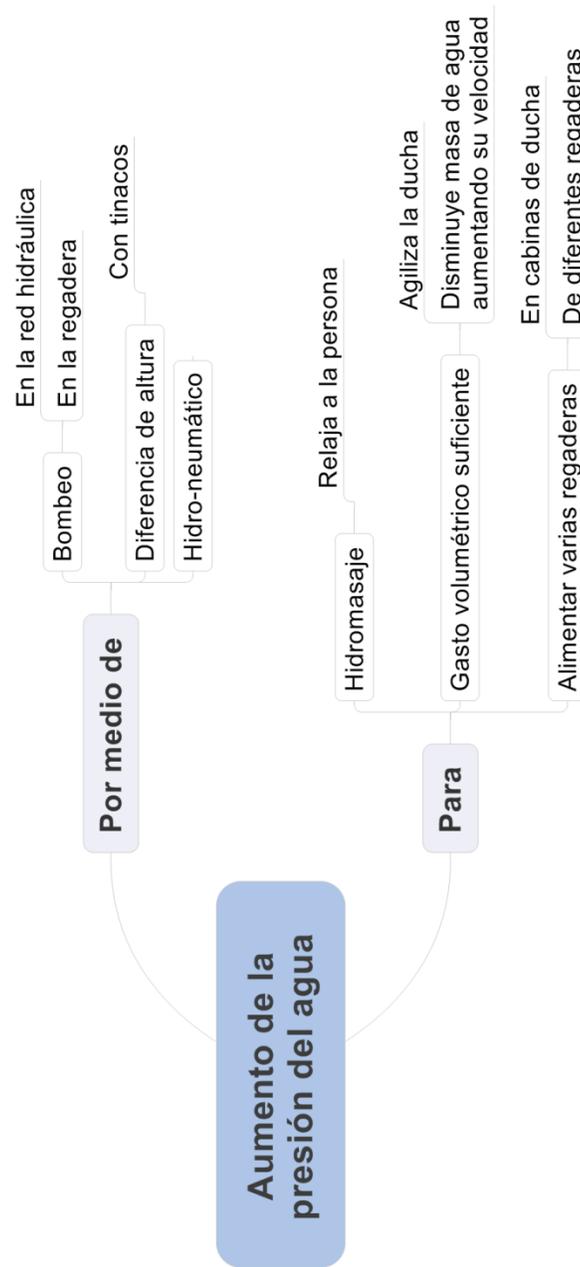
A continuación se presentan cada uno de los ocho mapas mentales correspondientes a cada función y un mapa mental del sistema de ducha completo formado por la integración de dichos mapas en una secuencia. En el mapa mental general (sección 6.9) se marcaron con una bandera verde las características más apropiadas de cada función para que correspondieran entre si y formaran un concepto nuevo.

En la sección 6.10 se muestra un diagrama de flujo que presenta las características elegidas para conformar un concepto nuevo para el sistema de ducha.

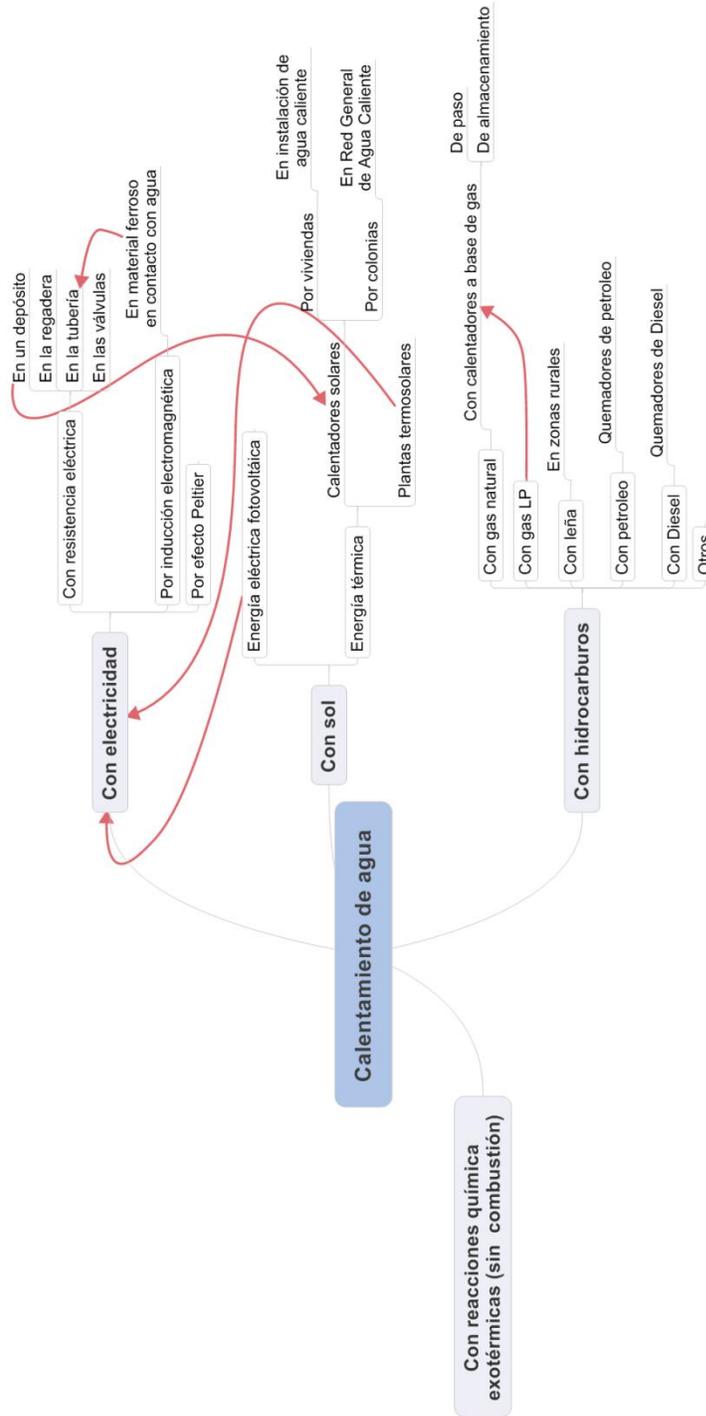
6.1 MM1. Abastecimiento de agua limpia



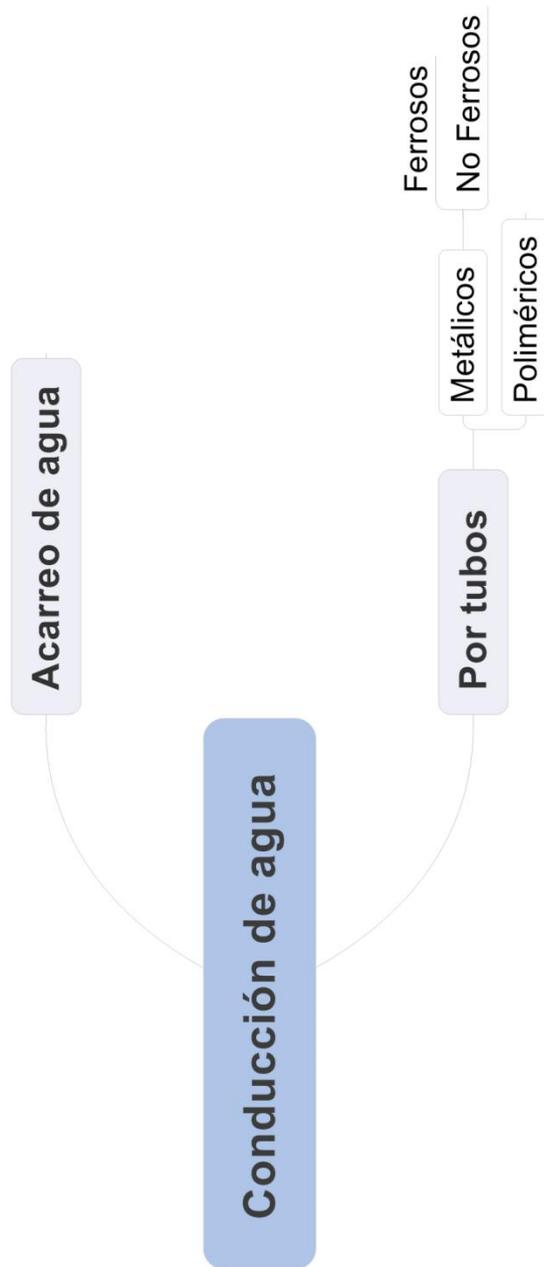
6.2 MM2. Aumento de la presión del agua



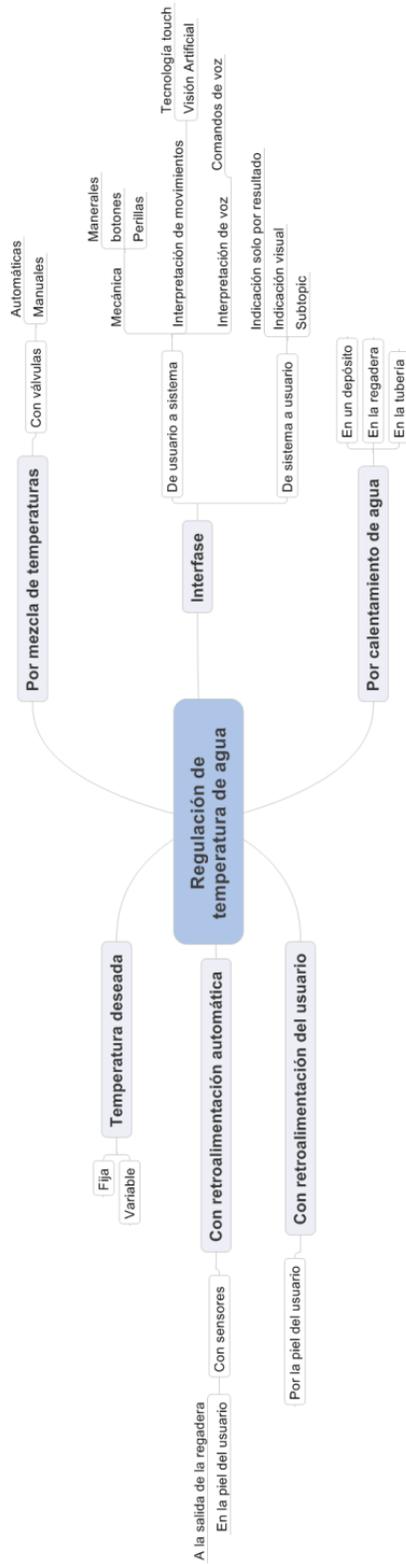
6.3 MM3. Calentamiento de agua



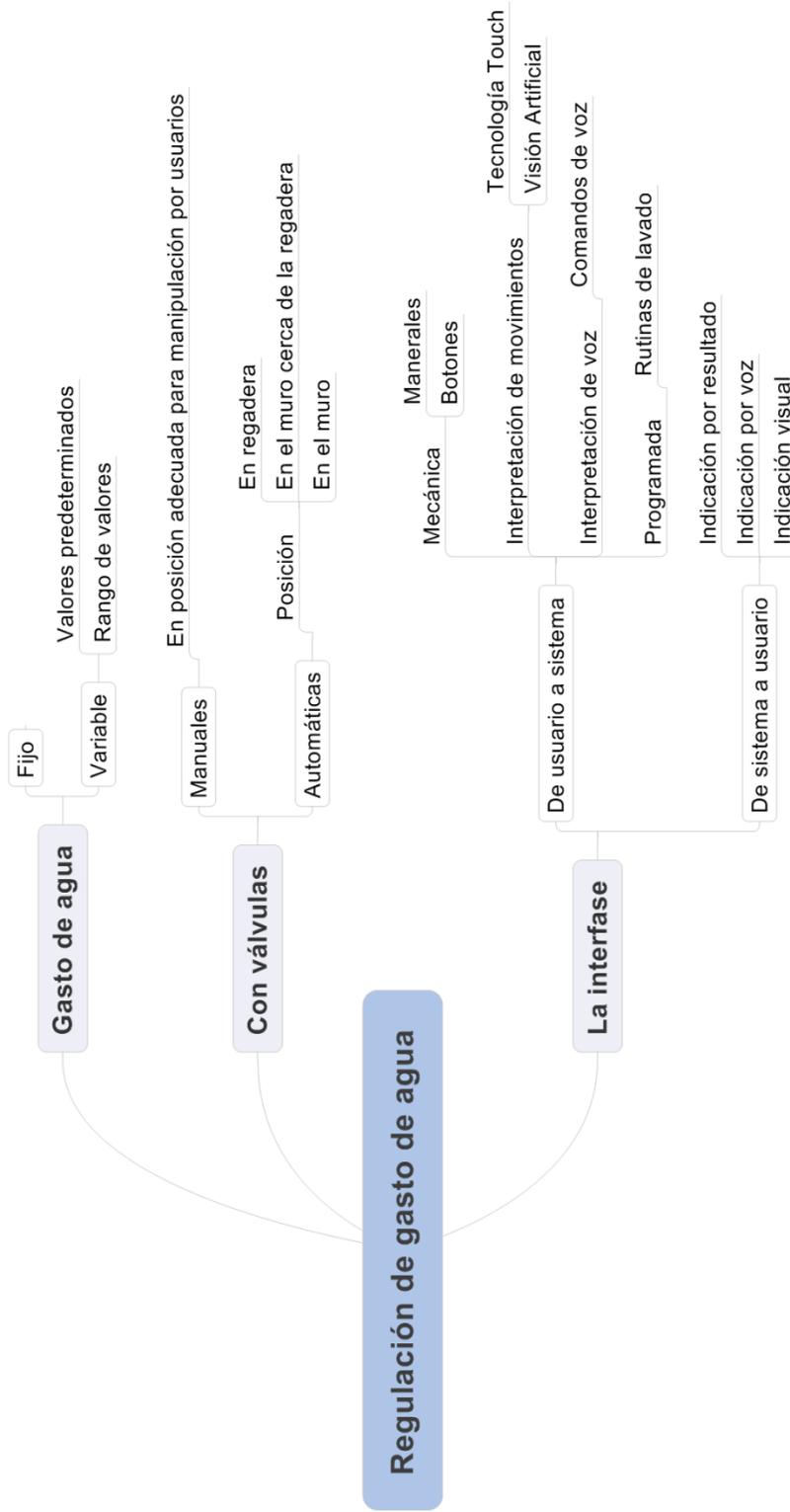
6.4 MM4. Conducción de agua



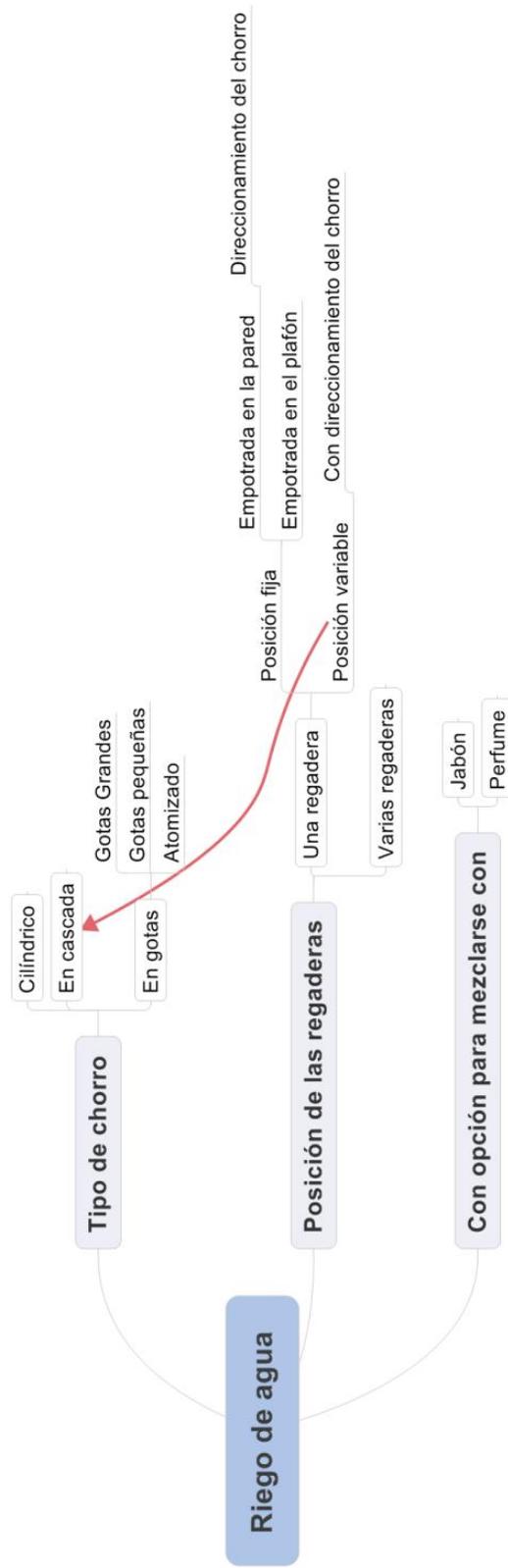
6.5 MM5. Regulación de temperatura de agua



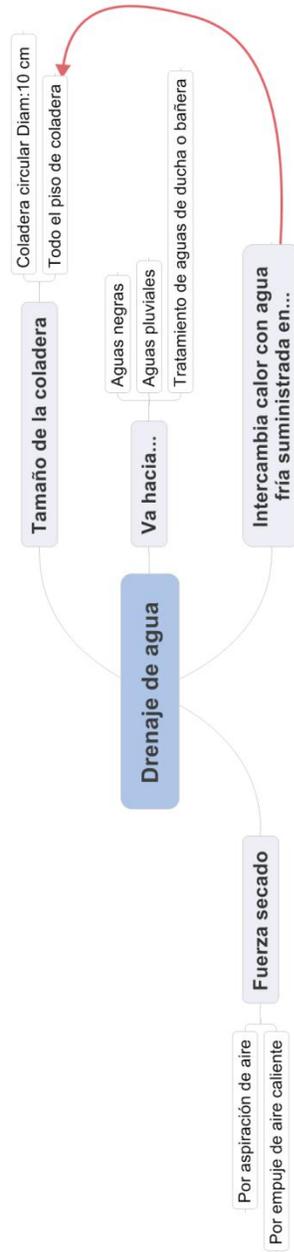
6.6 MM6. Regulación de gasto de agua



6.7 MM7. Riego de agua

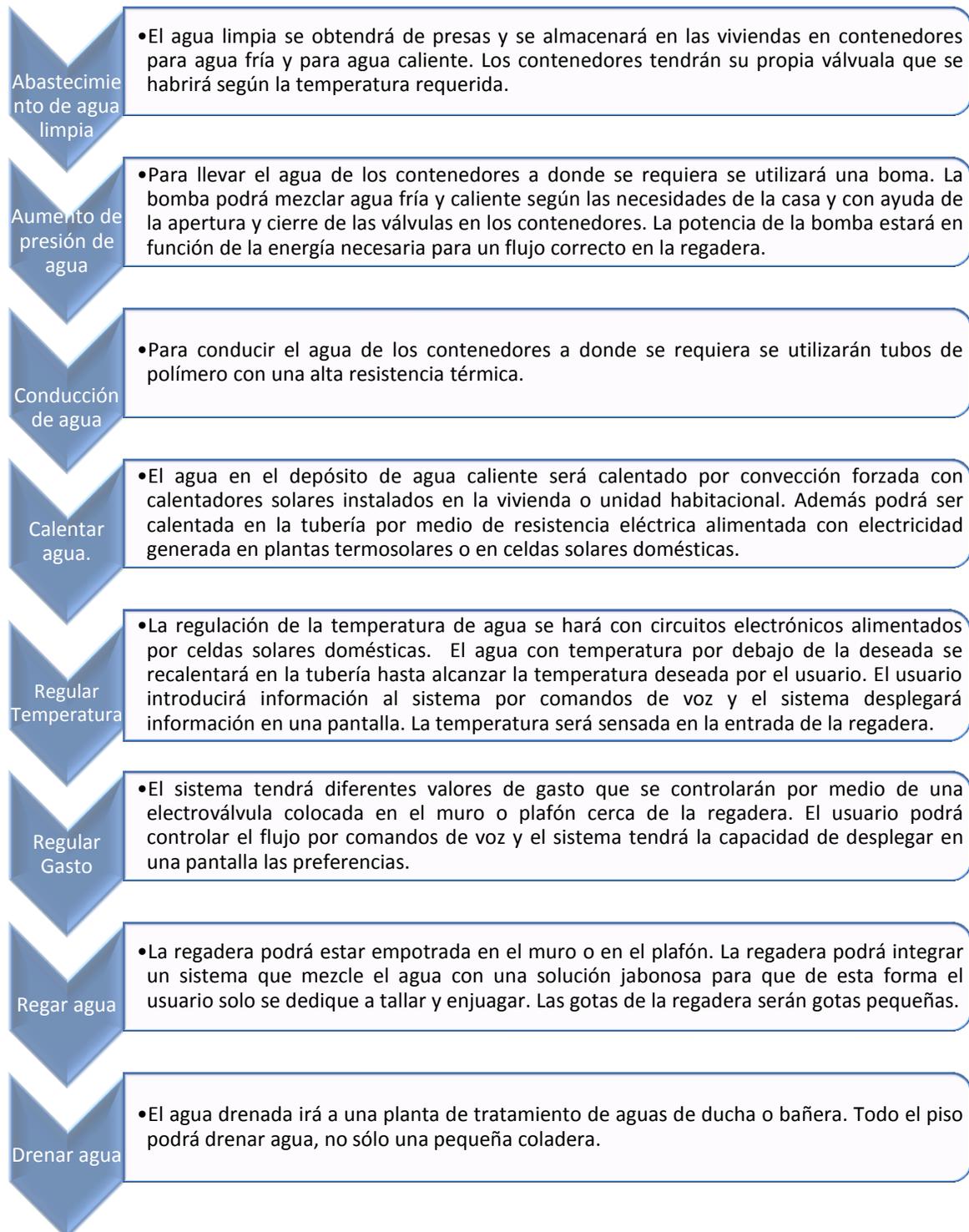


6.8 MM8. Drenaje de agua



6.10 Declaración de funciones del sistema de ducha

Las siguientes características de las funciones del sistema de ducha se eligieron del mapa mental del sistema completo de ducha (sección 6.9) por la facilidad de observar relaciones entre sí para no tener que estar brincando de un mapa a otro.



6.11 El concepto

El concepto se presenta a partir de un isométrico de la instalación hidráulica del edificio tomado como escenario para el desarrollo del producto. En dicho isométrico se han colocado los elementos necesarios para el nuevo sistema para el calentamiento de agua doméstica.

El calentador solar se encargará de mantener agua caliente en la cisterna de agua caliente. Se tendrá también una cisterna para agua fría. En el cuarto de bombas, habrá una bomba para cada departamento la cual podrá tomar agua tanto de la cisterna de agua caliente como de la cisterna de agua fría por medio de válvulas controladas por un circuito que con sensores obtendrá las temperaturas de las cisternas y determinará la cantidad de agua que las válvulas permitirán pasar. Si en el departamento se tiene más de un servicio que requiera agua caliente, el circuito bombeará agua con la menor temperatura elegida y esta se regulará en el lugar en donde se prefiera mayor temperatura. De esta forma se evitará hacer dentro de la casa una instalación para agua caliente y otra instalación para agua fría.

Con una imagen fotorrealista se presenta el concepto del baño empleando este nuevo sistema.

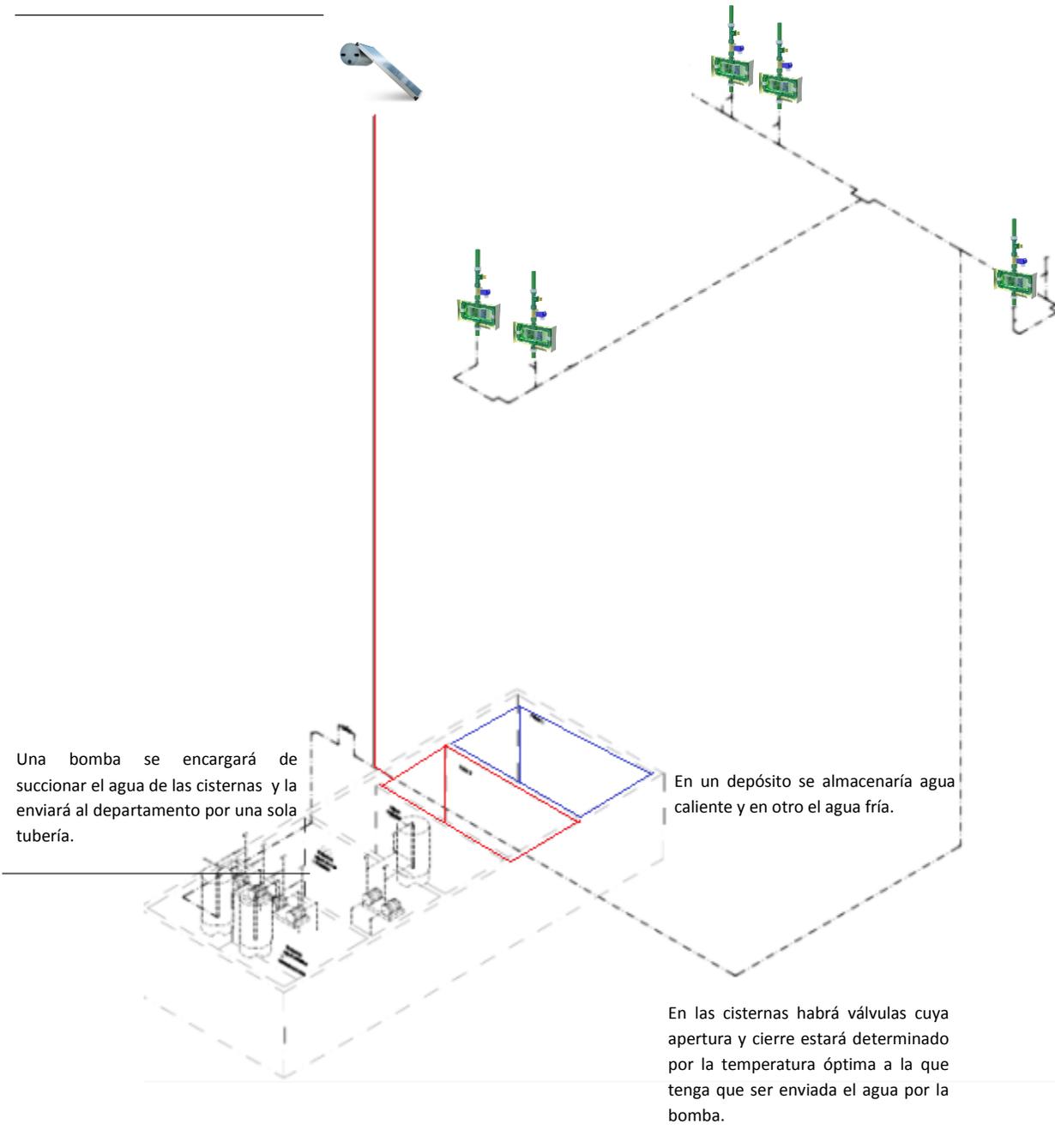
La temperatura del agua le será indicada al sistema por medio de comandos de voz, y este a su vez le desplegará al usuario su preferencia de temperatura en una pantalla. De igual forma, la persona podrá elegir entre 4 niveles de gasto de agua, también con comandos de voz y su preferencia le será mostrada en la pantalla.

La regadera colocada en el plafón podrá regar una solución jabonosa implementando un sistema extra. Todo el piso podrá drenar el agua.

La instalación

El calentador solar mantendrá la temperatura alta en la cisterna de agua caliente.

Para alcanzar la temperatura deseada en cada salida de agua caliente, el agua se recalientará dentro del tubo.



El cuarto de baño

La regadera colocada en el plafón
surtirá agua pura o agua jabonosa

La pantalla será un medio de comunicación
entre la casa y sus habitantes



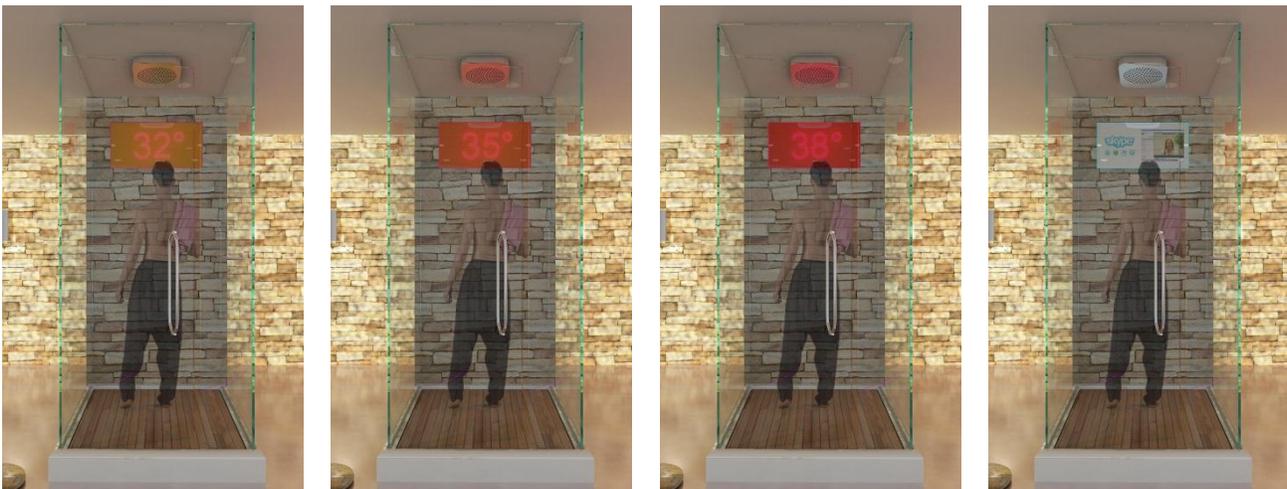
Los tubos que conducen el agua
podrán también recalentarla

El sistema reconocerá comandos de
voz y podrá ejecutar las instrucciones
del usuario

El piso evitará que se encharque el
agua.



Ambos, el flujo de agua y la temperatura de la misma, serán indicados al sistema por medio de comandos de voz. El usuario podrá saber el estado del sistema gracias a una pantalla que le indicará sus preferencias de forma muy gráfica, incluso cuando indique la temperatura mostrará un color relacionado con la intensidad del calor que tenga el agua. La pantalla tendrá también la función de presentar información de internet como redes sociales o incluso correos electrónicos y además servirá como cubierta del sistema empotrado en la pared para mantenimiento.



El propósito de este capítulo es crear formas económicas de representar las funciones del producto diseñado llevando las ideas básicas del concepto al mundo físico para poder medir el progreso del proyecto y el impacto en los usuarios.

En este capítulo se aplican conocimientos de Circuitos Digitales, Modelado de Sistemas Físicos, Sistemas Electrónicos Lineales y Control Automático para crear un sistema automática que se aproxime al concepto propuesto.

En primer lugar se modela matemáticamente este sistema con el fin de determinar las magnitudes físicas que deben tener sus elementos a fin de que su desempeño sea el esperado.

También se diseña un circuito que identifique señales de voz para controlar la apertura o cierre de una válvula, y otro circuito que controle la temperatura del agua que corre por una tubería.

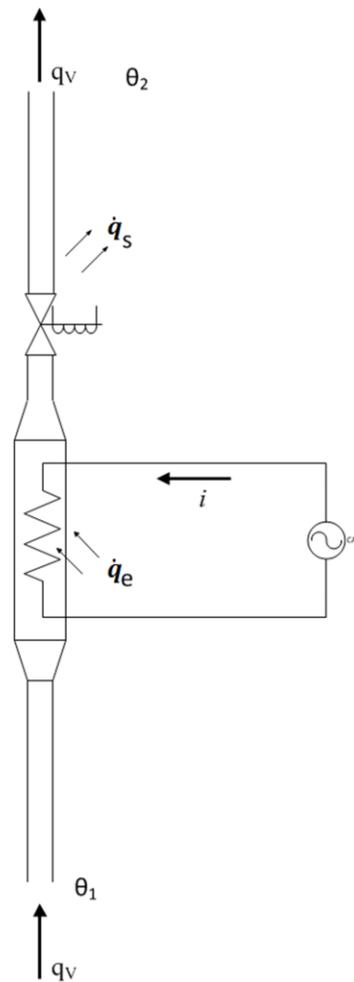
Se describe de manera detallada tanto el modelado del sistema como el diseño de los circuitos con el propósito de hacer transparente el funcionamiento del prototipo y además, se describe un dispositivo de seguridad empleado en aparatos de corriente eléctrica para evitar choques eléctricos.

Al final del capítulo se describe un prototipo manual, es decir, operado por una persona que simule las funciones básicas del concepto propuesto.

7.1 Modelado del sistema físico híbrido

A la derecha se encuentra un esquema que representa al sistema. Se considera un flujo de agua constante q_v que circula a través de una tubería. El agua viene con una temperatura θ_1 y es calentada por un dispositivo eléctrico por el que pasa una corriente i . Una electroválvula permite o interrumpe el paso del agua que sale del sistema con una temperatura θ_2 . El agua perderá calor conforme siga circulando hasta donde será aprovechada. Por lo tanto el calor suministrado al agua \dot{q}_e menos el calor cedido por ella \dot{q}_s será la energía neta aprovechada.

Este sistema híbrido se compone de un subsistema hidráulico, un subsistema eléctrico y un subsistema térmico. Estos subsistemas se analizarán por separado para determinar las magnitudes físicas de sus elementos y además se analizará este mismo sistema pero simplificado para tener una idea de su desempeño, es decir, el tiempo que tarda el agua en enfriarse o calentarse.



Subsistema térmico

El tubo por el que circulará el agua será de un material polímero conocido como Polipropileno Copolimero Random (PPR).

Se debe conocer la resistencia térmica del PPR para poder modelar el sistema. Este dato se conseguirá a partir del valor de su conductividad térmica que es de $0.20 \frac{W}{m \cdot K}$

Tubo de polipropileno copolimero random (PPR).



La conductividad térmica del PPR es menor que la del cobre el cual tiene un valor 2000 veces más grande; esto indica que el PPR es mal conductor de calor y para el propósito de mantener al agua caliente es más eficiente que el cobre.

Con este valor de conductividad térmica, la resistividad térmica ρ_{θ} del PPR es igual a $5 \frac{m \cdot K}{W}$ dado que es su inverso.

El tubo que se usará en el sistema tiene un diámetro exterior de 20 mm y diámetro interior de 14.4 mm, por lo tanto su espesor e es de 2.8 mm. De este modo la resistencia térmica en función del área será

$$R_{\theta} = \frac{\rho_{\theta} e}{A} = \frac{5000(2.8)}{A} = \frac{14000}{A} \left[\frac{K}{W} \right]$$

Resistencia térmica en función de
la longitud del tubo en mm

$$R_{\theta} = \frac{309.468}{l} \left[\frac{K}{W} \right]$$

La capacitancia térmica del agua también se debe tomar en cuenta para modelar el sistema. Esta cantidad física es igual al producto de la masa del agua por su calor específico a presión constante.

Capacitancia térmica del agua en función de su masa en kg.

$$C_{\theta} = 4.18 m_a \left[\frac{kJ}{K} \right]$$

Subsistema Hidráulico

Para este análisis se considera un gasto volumétrico constante igual 3.5L/min que corresponde al gasto de una regadera ahorradora. El modelado del sistema hidráulico no considera las variables de inercia hidráulica ni resistencia hidráulica. De hecho, debido a esta consideración, sólo es necesario conocer el flujo volumétrico.

Flujo volumétrico del sistema hidráulico

$$q_v = 16.7 \frac{cm^3}{s}$$

Subsistema eléctrico

El sistema eléctrico consiste en una fuente de corriente alterna y un elemento de calentamiento que para este prototipo será un resistor eléctrico.

La resistencia del resistor está en función de su longitud. Se ha pensado hacer una hélice cilíndrica de alambre de 1mm de diámetro que irá dentro de los tubos. El cilindro de la hélice tendrá un diámetro de 6 mm y una longitud de 60 mm. El alambre irá enrollado de tal forma que de 30 vueltas.

Para cada resistor se requerirán 576mm de alambre y dado que la resistencia de este alambre son 20 ohm/m, la resistencia del resistor será de 11.52 ohm. Finalmente la potencia del resistor será el cuadrado del voltaje entre su resistencia. El valor de esta potencia se indica a continuación.

Potencia del resistor por cada tubo calentador

$$\dot{q} = 1000 W$$

Modelo del sistema físico

Este modelo matemático sólo considera la transferencia de calor por conducción. Además, simplificando el sistema original se llega a un sistema como el que se muestra en la Fig. 7.1. En este sistema simplificado se considera la resistencia térmica de todo el sistema, también se considera la potencia de los cuatro calentadores juntos y el volumen total del agua dentro del sistema.

Las variables se definen de la siguiente forma:

q_v	Gasto volumétrico constante
\dot{q}_s	Calor del sistema al ambiente por unidad de tiempo
\dot{q}_e	Calor de los resistores al agua por unidad de tiempo
U	Energía interna del agua
Θ_A	Temperatura del agua
C_θ	Capacitancia térmica del agua
R_θ	Resistencia térmica de los tubos

En el sistema real, la temperatura del agua estará en función de su posición dentro del sistema. De igual forma la energía interna del agua será diferente en posiciones diferentes. Esto complica el modelo aun considerando despreciables los efectos de la transmisión de calor por convección y radiación. Un modelo estricto del sistema está fuera de los alcances del presente trabajo.

La idea con la que se desarrolló el modelo matemático considera bloques de agua que entran al sistema simplificado, se calientan en un tiempo determinado y salen calientes, es decir, el valor de las variables dentro del sistema simplificado se consideran constantes en todo el volumen de control.

Haciendo la suposición de que la temperatura ambiente es 0°C se llega a la ecuación diferencial ordinaria de primer orden (1)

$$C_\theta \dot{\Theta}_A + \frac{1}{R_\theta} \Theta_A = \dot{q}_e \quad (1)$$

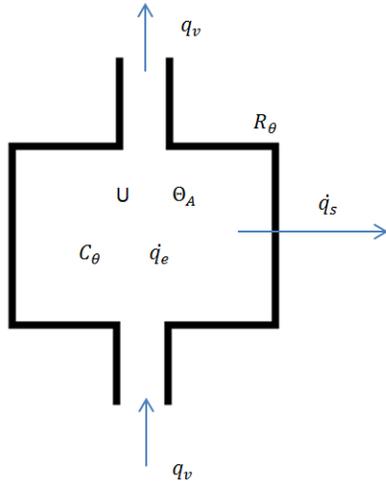


Fig. 7.1. Esquema del sistema simplificado

El volumen en m^3 de agua que puede ser calentado en el sistema suponiendo que se hará en 60 cm de tubo es

$$V = 0.6(\pi(7.2 \times 10^{-3})^2) = 9.77210^{-5}$$

Cantidad que equivale a 98ml de agua y que supone una masa de .098kg.

Recordando que la capacitancia térmica del agua está dada por

$$C_\theta = 4.18 m_a \left[\frac{kJ}{K} \right]$$

Donde la masa del agua m_a está dada en kg se tiene que

$$C_\theta = 4.18(0.098) = 410 \left[\frac{J}{K} \right]$$

El área del tubo en la que habrá transferencia de calor hacia el ambiente supone una resistencia térmica dada por:

$$R_\theta = \frac{309.468}{l} \left[\frac{K}{W} \right]$$

Donde la longitud l está en mm. Por lo tanto:

$$R_\theta = \frac{309.468}{600} = 0.516 \left[\frac{K}{W} \right]$$

Cuando las resistencias eléctricas estén encendidas la potencia que entrará al sistema será

$$q_e = 4000[W]$$

Con estos valores se dará solución a la ecuación diferencial (1).

Para mostrar como disminuye la temperatura dentro de los tubos de PPR cuando no se suministra calor y la temperatura ambiente es de 0°C se resuelve la ecuación diferencial (1) en su forma homogénea. La solución de esta ecuación diferencial considerando la temperatura inicial del agua igual a 33°C está dada por (2).

$$\Theta_A(t) = 33 e^{-\frac{1}{R_\theta C_\theta} t} \quad (2)$$

Cuando los resistores eléctricos están encendidos y suministran calor al agua en los tubos calentadores, la ecuación diferencial tiene la solución que se muestra en la ecuación (3). Para llegar a esta ecuación se ha supuesto que el agua tiene la temperatura inicial de 33°C.

$$\Theta_A(t) = 2064 - 2031 e^{-\frac{1}{R_\theta C_\theta} t} \quad (3)$$

7.2 Control de electroválvula por señal de voz

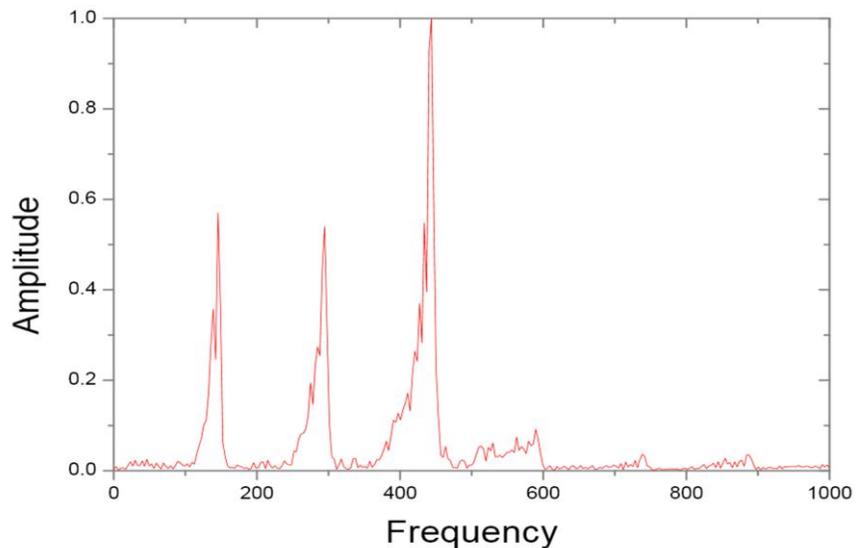
Para controlar la apertura y cierre de una electroválvula con señales de voz, se analizaron los espectros de frecuencia de diferentes sonidos entre vocales y consonantes para determinar dos sonidos diferentes que sean convenientes emplear.

Se eligió el sonido de la “E” para que la electroválvula permita el flujo, y el sonido de la “I” para que lo interrumpa.

Se diseñaron cuatro etapas para el control de la electroválvula por señales de voz: una etapa de filtrado, una etapa de reconocimiento, una etapa de procesamiento y una etapa de potencia.

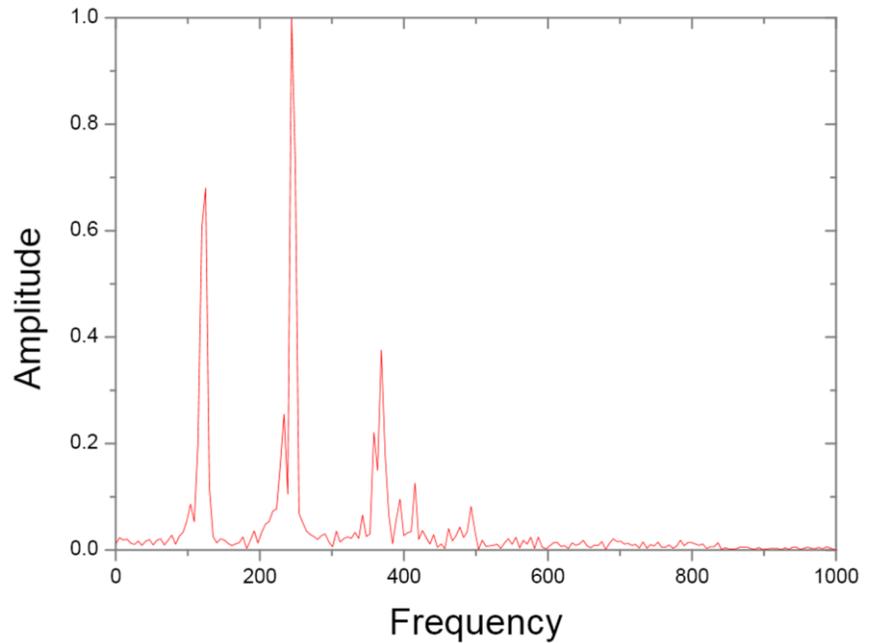
Espectro de frecuencia para la vocal “E”

Este espectro resultó ser el más representativo para la vocal “E” luego de analizar varias emisiones de voz. La frecuencia con mayor amplitud resultó estar cerca de los 400 Hz.



Espectro de frecuencia para la vocal "I"

Este espectro resultó ser el más representativo para la vocal "I" luego de analizar varias emisiones de voz. La frecuencia con mayor amplitud resultó estar cerca de los 200 Hz.



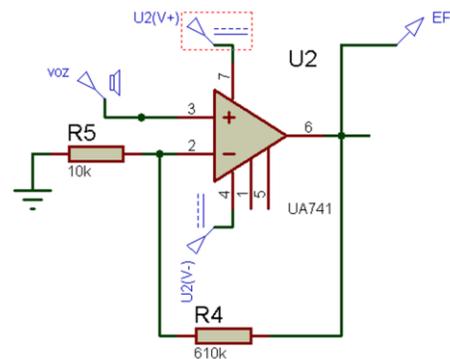
Etapa de filtrado de las señales de voz

Debido a que se observan 200Hz de diferencia entre las frecuencias principales de cada vocal, se diseñó un filtro pasa-banda de banda angosta con una frecuencia de resonancia de 400Hz lo cual permite que el circuito amplifique solo las frecuencias muy cercanas a los 450Hz. Esto permitirá definir si se ha dicho una "E" o una "I" ya que en el primer caso se producirá una ganancia alta a 450Hz y en el segundo caso la ganancia a los 450Hz será menor.

Para filtrar la voz se diseñaron dos circuitos. El primero amplifica la señal a la salida de un micrófono y el segundo hace propiamente el filtrado.

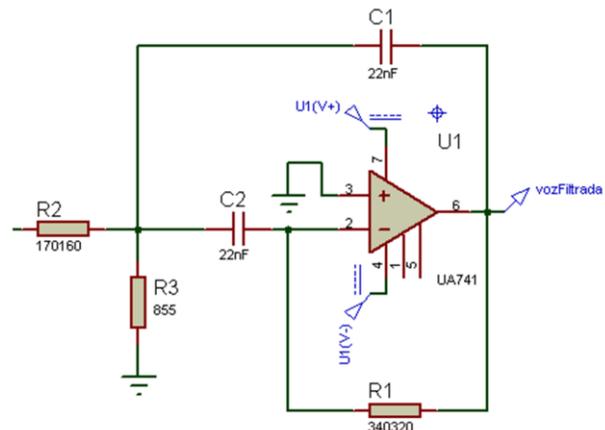
Amplificador de señal de voz

Al amplificador operacional es el elemento representado por un triángulo, este elemento amplifica una señal continua sin distorsionarla. De las resistencias R5 y R6 depende la ganancia.



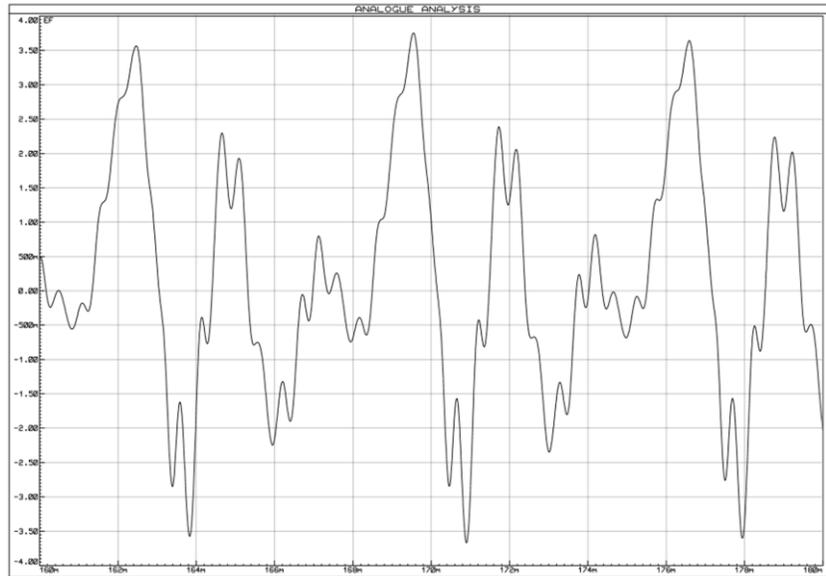
Filtro pasa-banda angosta a 450Hz

Con el amplificador operacional también se pueden filtrar señales continuas. Los valores de capacitores y resistencias determinan que frecuencias se amplifican y que frecuencias disminuyen.

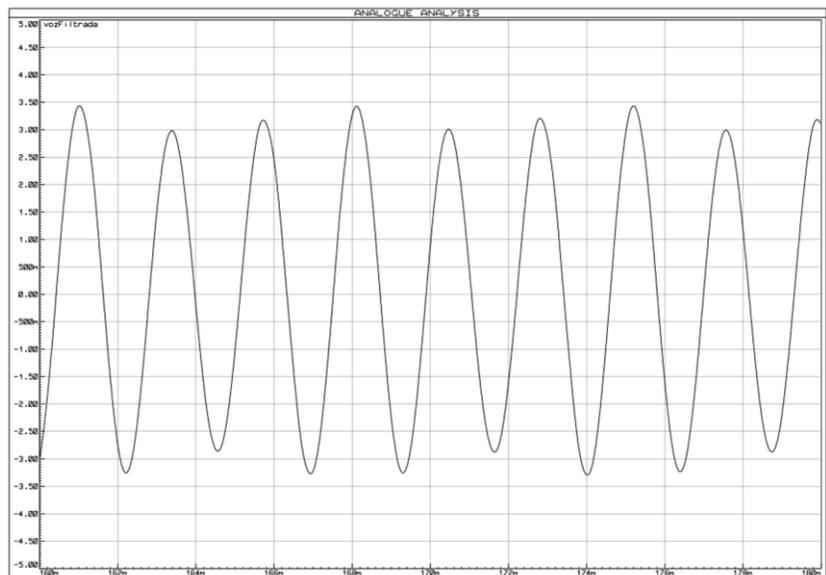


En esta página se muestra la señal de la vocal "E" antes de entrar al filtro y la señal de esta vocal filtrada.

En esta señal de voz se puede identificar un patrón o periodo. La señal está compuesta por señales más uniformes. El objetivo del filtrado es obtener una señal uniforme que sea fácil de comparar.

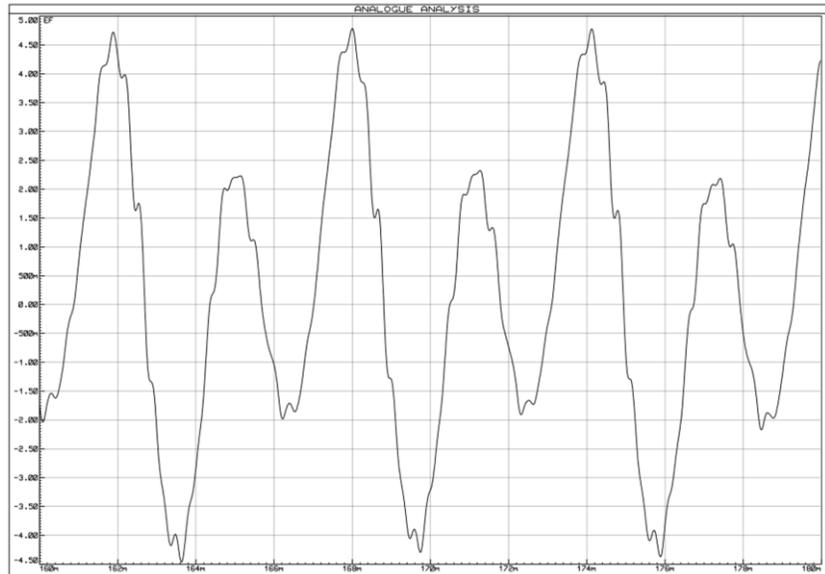


Esta es la señal más uniforme que se obtiene a la salida del filtro cuando se ha dicho la vocal "E"

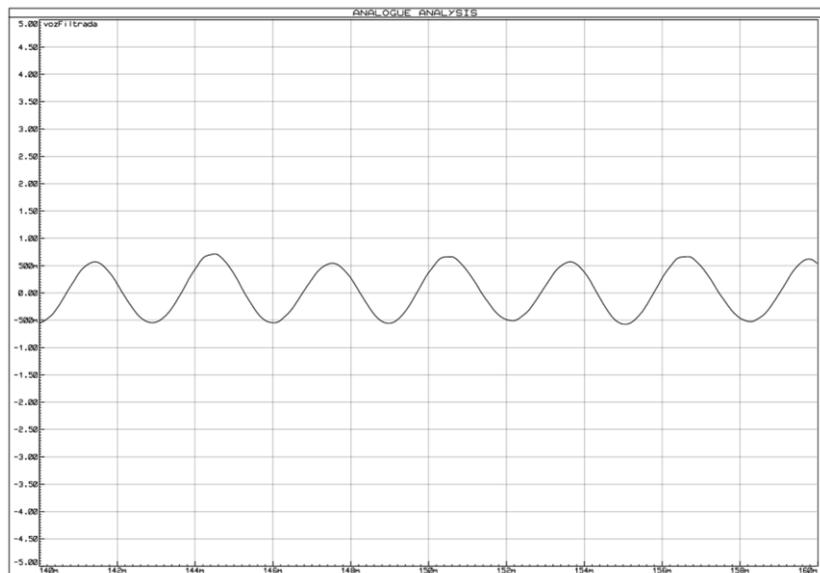


En esta página se muestra la señal de la vocal "I" antes de entrar al filtro y la señal de esta vocal filtrada.

La señal de la vocal "I" tiene un periodo más identificable.



Al pasar la señal de la "I" por el mismo filtro, se aprecia que la señal de salida es muy parecida a la de la "E" excepto por su tamaño. Gracias a esta diferencia se puede determinar cuándo fue "E" y cuándo fue "I"



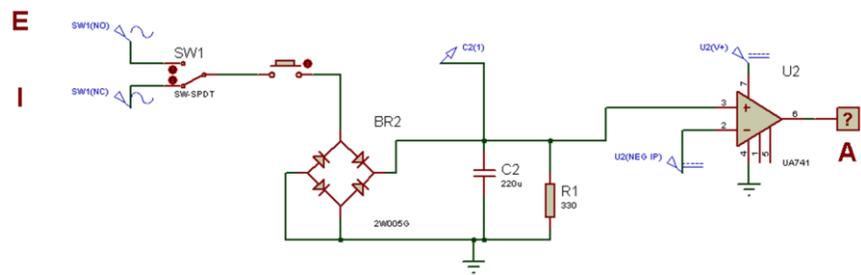
Etapa de reconocimiento de las señales de voz

El algoritmo para el reconocimiento de las señales de voz consiste en obtener el valor RMS de las señales que salen del filtro y luego comparar estos niveles de voltaje con un valor de referencia elegido de tal forma que el nivel de voltaje correspondiente a la “E” sea mayor que el nivel de referencia, y el voltaje correspondiente a la “I” sea menor a dicho voltaje de referencia.

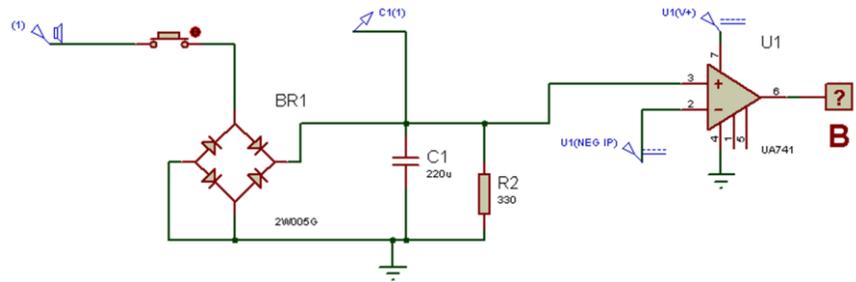
Para que funcione este algoritmo, se debe identificar cuando se ha hablado y cuando no, porque al comparar el nivel de voltaje de referencia con el nivel de voltaje producido por la “E” se tendrá un valor lógico alto y al comparar el voltaje de referencia con el nivel de voltaje producido por la “I” se tendrá un nivel lógico bajo, el cual, también aparece cuando no se ha pronunciado nada. Para resolver este problema se diseñó un circuito extra que mandara un nivel lógico alto cuando se tuviera presencia de voz y un nivel lógico bajo cuando no se tuviera presencia de voz.

La función de este circuito es transformar una señal de valor variable a una señal de valor constante y además, con el Amplificador Operacional, comparar dicho valor constante con un valor de referencia. Si la vocal que se dice es una “E”, el valor de su señal constante será mayor que el valor de referencia y la salida A tendrá 5V. Por el contrario, el valor de la señal constante de la “I” será menor que el valor de referencia y la salida A tendrá 0V.

Reconocimiento de señal de voz



Este circuito solo sirve para determinar si se ha hablado. La salida B tendrá 5V cuando se esté hablando y 0V cuando no se hable. Nótese que la señal que entra al circuito no necesita estar filtrada para obtener un valor constante.



Esta tabla sirve para identificar lo que significa la combinación de valores AB. El 1 representa 5V y el 0 representa 0V. Para los circuitos digitales es más fácil trabajar con valores lógicos como 0 y 1 que con voltajes.

Cuando no se habla B vale 0 y cuando se habla B vale 1. A toma el valor 0 cuando no se habla o cuando se dice una "I" y toma el valor 1 cuando se dice una "E". De esta forma cuando A=0 y B=0 no se ha hablado y la electroválvula mantendrá su estado ya sea abierta o cerrada. Cuando A=0 y B=1 se ha dicho una "I". La combinación A=1 y B=0 no se puede dar porque no se puede decir una "E" sin hablar. Finalmente A=1 y B=1 se interpreta como "E".

TABLA DE VERDAD

A	B	
0	0	HOLD STA.
0	1	I
1	0	NA
1	1	E

Etapa de procesamiento de las señales de voz

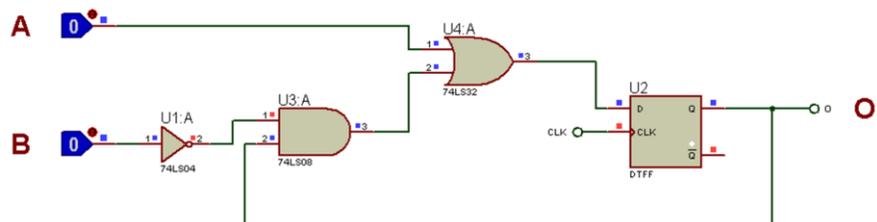
En esta etapa las señales de voz se han transformado en un par de bits que se pueden procesar con circuitos digitales.

Tomando en cuenta que la electroválvula solo puede tener dos estados, es decir, abierta o cerrada, se le asignó un valor lógico 0 cuando está cerrada y un valor lógico 1 cuando está abierta. Por lo tanto si el estado de la electroválvula es 0 y el par ordenado de bits AB es 00, la electroválvula deberá permanecer cerrada en el estado 0.

Si el estado presente es 0 y el par de bits es 01, la electroválvula también deberá permanecer cerrada porque se pronunció una "l" que indica cerrar electroválvula. Cuando el estado presente sea 0 y el par de bits 11 la electroválvula pasará al estado 1 que corresponde a la electroválvula abierta. Esta misma lógica se aplica cuando el estado presente sea 1 que corresponde a la electroválvula abierta.

Por medio de Mapas de Karnaugh se obtuvo una función lógica que se implementó en un circuito con compuertas lógicas y un Flip-Flop.

Este circuito es un pequeño procesador construido a partir de la lógica descrita en esta página. Las entradas A y B que se han estado tratando, determinarán la salida O que hará que la electroválvula esté abierta o cerrada.

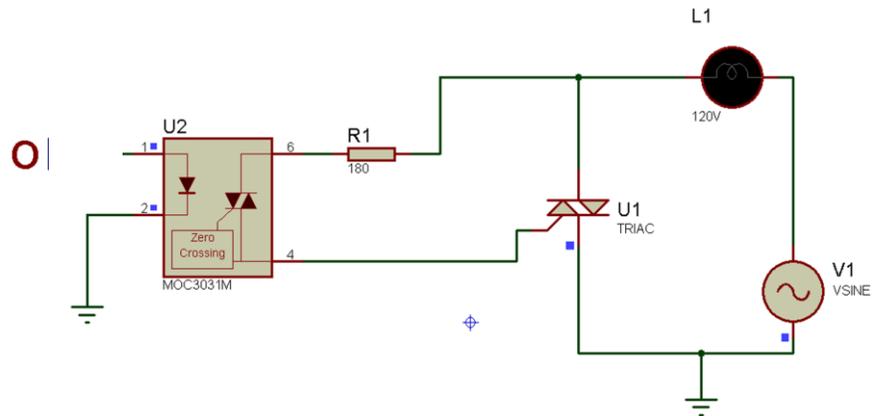


Etapa de potencia

Esta es la última etapa del control de la apertura y cierre de la electroválvula por medio de señales de voz.

Una vez que la variable de control O se obtiene de la etapa anterior con un nivel bajo o alto, se conecta a la entrada de un optoacoplador, el cual sirve para aislar las corrientes eléctricas de control de las corrientes eléctricas de potencia que generalmente están en un rango muy superior al valor de las primeras. Cuando la variable de control tiene estado alto, el optoacoplador manda una señal al Triac para que este permita el paso de la corriente alterna. De esta forma quedan aislados los circuitos de control y de potencia.

La señal O es solo una variable de control porque con su energía propia no podría abrir por ejemplo la electroválvula. Es por este motivo que solo se usa para controlar el flujo de una corriente más grande que de la potencia necesaria para abrir la electroválvula.



7.3 Diseño del control de temperatura

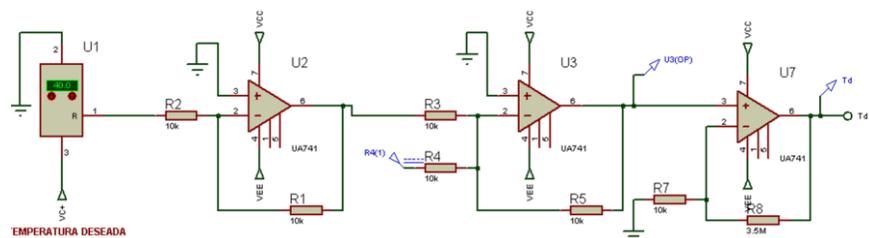
Para controlar la temperatura del agua se necesita una variable deseada, una variable medida, una variable de control, elementos que aporten la energía térmica y una retroalimentación. La variable deseada será la temperatura que indique el usuario, la variable medida se obtendrá por medio de un sensor, la variable de control se generará mediante un algoritmo, los elementos que aporten la energía necesitarán de la variable de control para calentar cuando sea necesario y la retroalimentación se hará de la variable medida y se comparará con la variable deseada para calcular un error.

Para este prototipo se consideró emplear un control on-off, el cual, en el caso en que la temperatura deseada sea menor que la temperatura medida, hará que los elementos para calentar, que son resistencias eléctrica, estén apagadas. Si la temperatura deseada es mayor que la temperatura medida, el control enviará la señal para que las resistencias calienten con toda su potencia.

Es muy probable que este control no tenga un muy buen desempeño para la regulación de la temperatura, sin embargo es una buena forma de controlar una primera versión del sistema.

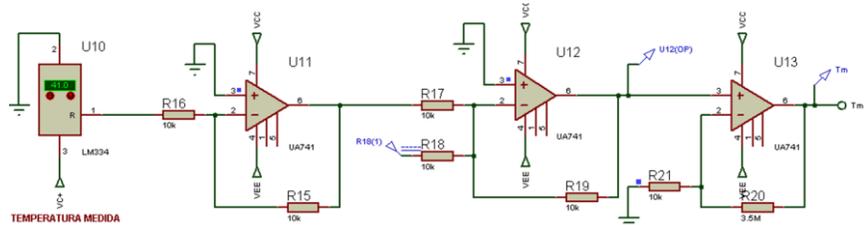
Variable deseada

La variable deseada queda representada por este arreglo cuya configuración se hizo de esa manera para poder simularla en la computadora.



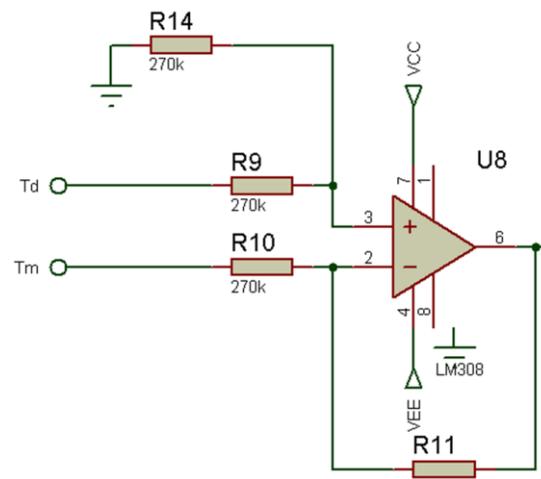
Variable medida

Aunque igual al anterior, este es un circuito independiente, que ajusta la señal de un sensor para poder comparar su valor con el de la variable deseada.



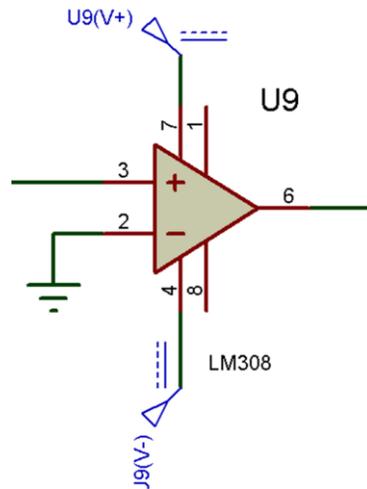
Retroalimentación y comparación

Hasta que las dos entradas Td (temperatura deseada) y Tm (temperatura medida) sean iguales la salida del Amplificador Operacional tendrá un valor alto.



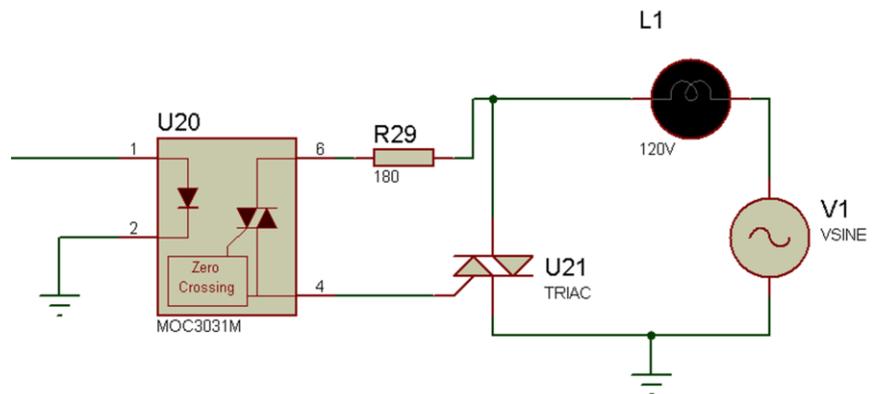
Variable de control

Este Amplificador Operacional sirve para generar una señal de control con lógica TTL es decir 0V o 5V.



Elementos de aporte de energía

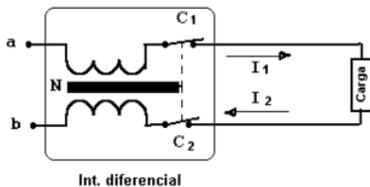
La variable de control permitirá que la corriente alterna pueda circular para encender los resistore.



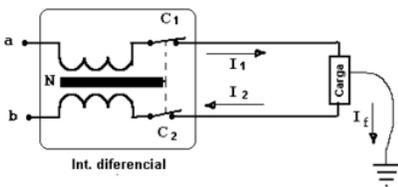
7.4 Disyuntor por corriente diferencial

Un disyuntor por corriente diferencial o residual también llamado interruptor diferencial exponencial, es un dispositivo electromecánico de seguridad que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de descargas eléctricas causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos de los aparatos y la tierra.

El interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos.



La corriente I_1 que circula entre el punto a y la carga debe ser igual a la corriente I_2 que circula entre la carga y el punto b. Por lo tanto los campos magnéticos creados por ambas bobinas son iguales y opuestos, por lo que la resultante de ambos es nula. Éste es el estado normal del circuito.



Si la carga presenta una derivación a tierra por la que circula una corriente de fuga I_f , se tiene que la corriente I_2 es menor que la corriente I_1 . La diferencia entre I_1 e I_2 produce un campo magnético resultante no nulo que genera una atracción sobre el núcleo N, provocando la apertura de los contactos C_1 y C_2 e interrumpiendo el paso de corriente hacia la carga.

En esta condición, el dispositivo desconecta el circuito para prevenir electrocuciones, pues la corriente de fuga puede estar circulando a través de una persona que está conectada a tierra y que ha entrado en contacto con un componente eléctrico del circuito. Una vez resuelta la causa de la corriente de fuga el dispositivo puede volver a su estado normal manualmente.

7.5 Prototipo manual



Se pensó en un prototipo que mostrara las características básicas del sistema de ducha propuesto pero que se pudiera construir de manera muy rápida y económica para probar la idea desde antes de construir el prototipo automático que requería mayor tiempo y presupuesto.



Se ideó que una persona manipulara las válvulas de la regadera y que preparara el agua caliente desde antes de que un voluntario entrara a la ducha. Esto con el fin de probar el hecho de que el usuario no tenga que esperar un solo segundo para que el agua caiga inmediatamente a una temperatura agradable, que no tenga que regularla y que no necesite usar sus manos para permitir el flujo de agua.

La persona haría todo lo que el voluntario le pidiera, abrir o cerrar la llave de agua, rociarle jabón o no hacerlo.

El jabón sería rociado por la persona que manipularía las válvulas con un atomizador.

El voluntario sólo tendría a la mano una fibra con la cual pudiera tallarse el cuerpo



El concepto llevado al plano físico se probó con tres formas diferentes.

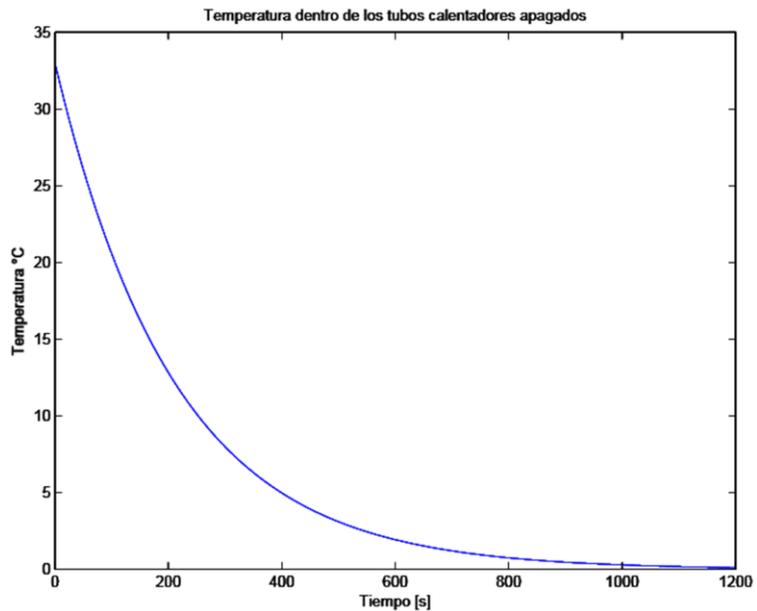
La primera consistió en realizar simulaciones del prototipo automático para observar su comportamiento y determinar la rapidez con la que el agua dentro de los tubos puede ser calentada y la rapidez con la que esta se enfriará dentro de la tubería. También se realizó una simulación para comprobar el funcionamiento de los circuitos diseñados para reconocer señales de voz para el control de una electroválvula y una simulación para el control de la temperatura del agua.

La segunda forma de probar el concepto se hizo mediante carteles que presentaron el producto en la “5ª Muestra de Carteles de Proyectos de Ingeniería” que se llevó a cabo el 8 de Junio del 2011 en los laboratorios y talleres del edificio “Alberto Camacho Sánchez” organizada por La División de Ingeniería Mecánica e Industrial. En tal exposición se tuvo la oportunidad de presentar el concepto y escuchar comentarios y opiniones de visitantes e Ingenieros.

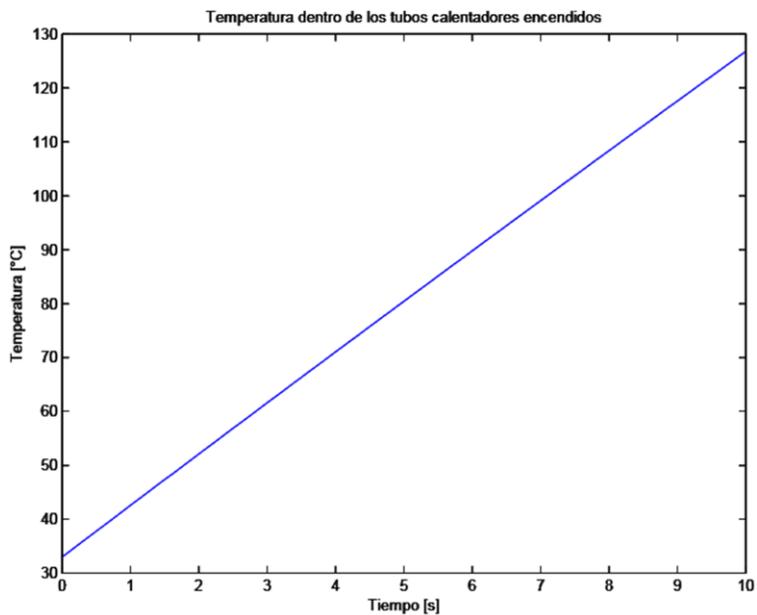
La tercera prueba consistió en que una persona simulara las funciones del concepto para bañar a otra persona. Esto con la finalidad de que la segunda pudiera compartir su experiencia de la nueva forma de tomar la ducha.

8.1 Simulación térmica del sistema simplificado

La simulación numérica de la solución de la Ecuación Diferencial Homogénea permite obtener esta gráfica de la respuesta libre del sistema. Si el ambiente estuviera a 0°C y el agua dentro de los tubos a 33°C el agua dentro de los tubos calentadores se empezaría a congelar a los 20 minutos. Son casi 100ml de agua los que pueden contener los tubos calentadores.

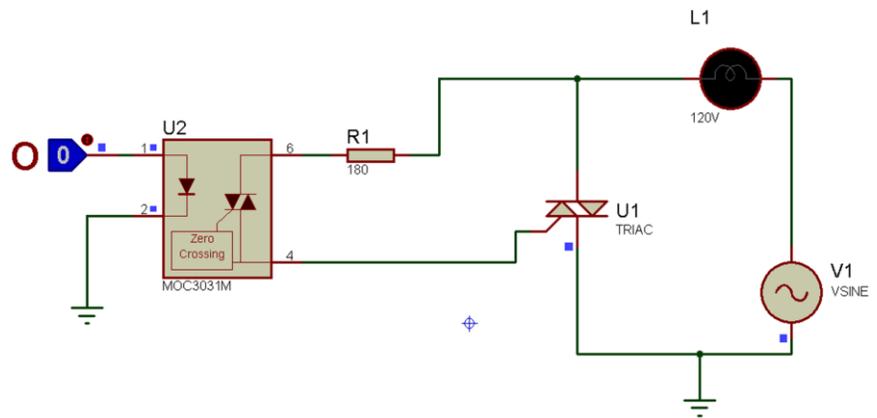


La simulación numérica de la solución de la Ecuación Diferencial No Homogénea permite obtener esta gráfica de la respuesta forzada del sistema. Si el ambiente estuviera a 0°C , el agua dentro de los tubos a 33°C y los resistores trabajando a máxima potencia el agua dentro de los tubos calentadores alcanzaría 100°C aproximadamente en 8s. Este incremento de temperatura parece rápido pero se debe tomar en cuenta que la cantidad de agua a calentar es pequeña.

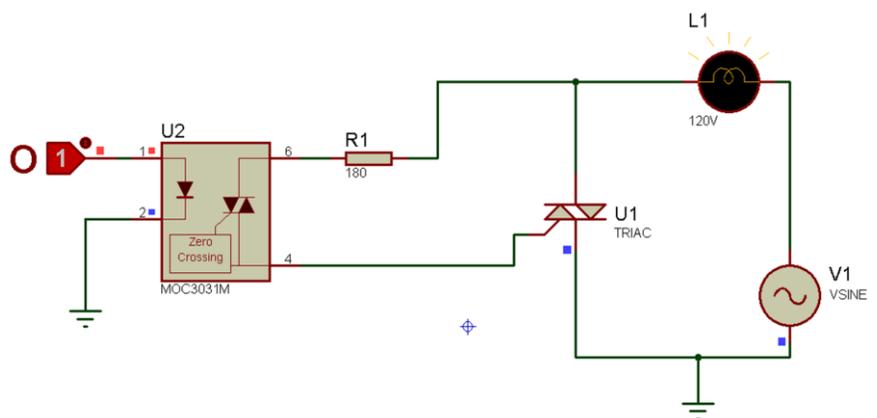


8.2 Simulación de reconocimiento de señales de voz

Cada etapa de la simulación de reconocimiento de voz funcionó como se esperaba. Al final la señal de control O en su estado bajo no permitía el paso de la corriente alterna y la lámpara que representa a la electroválvula se mantuvo apagada.

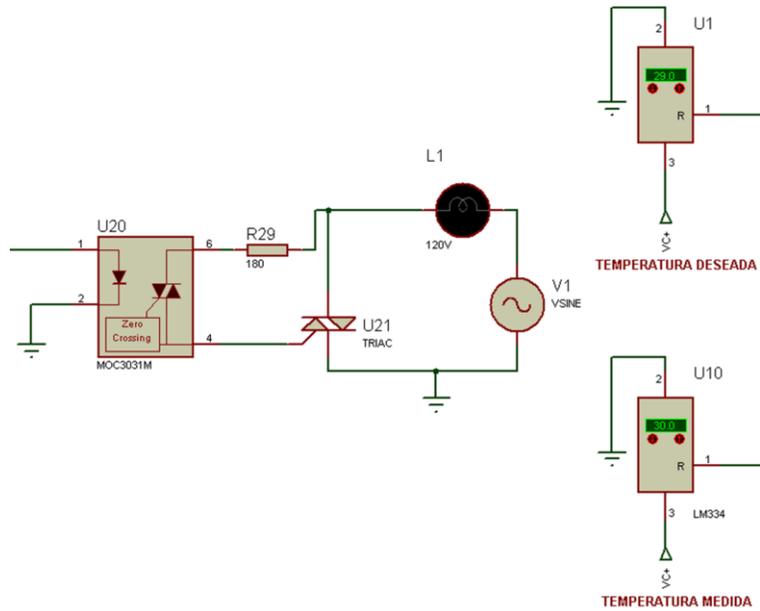


La señal de control O en su estado alto encendió la lámpara.

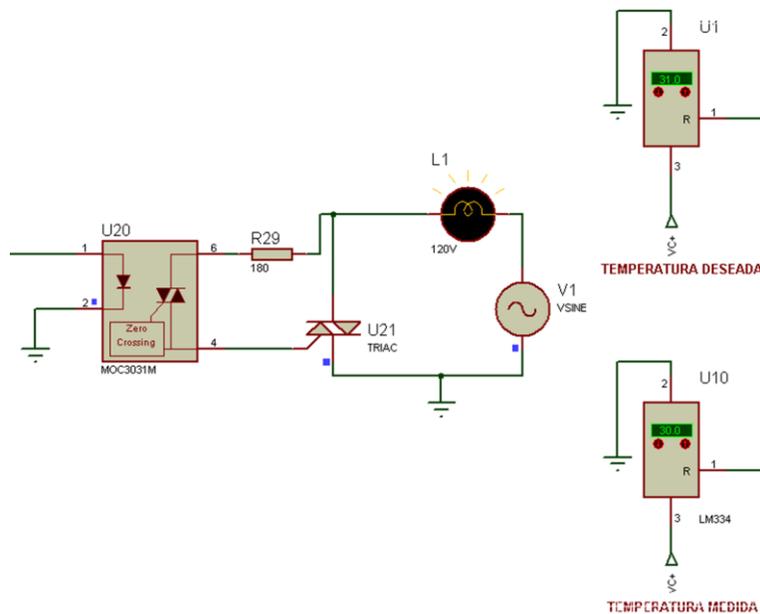


8.3 Simulación del control de temperatura

La simulación del control de temperatura dio el siguiente resultado. Cuando la temperatura deseada es menor que la temperatura medida significa que las resistencias no deben seguir calentando más por lo que deben estar apagadas. En la simulación las resistencias son representadas por la lámpara que en este caso está apagada.



Si la temperatura deseada es mayor que la temperatura medida significa que las resistencias deben estar encendidas por lo que en la simulación la lámpara se enciende.



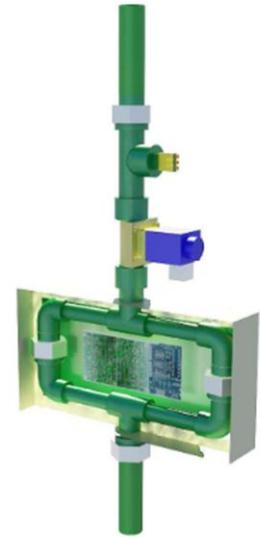
8.4 Presentación del concepto

Este cartel fue ideado para presentar el producto ante usuarios potenciales. Con esta acción se puede tener una primera aproximación de las opiniones que generar este concepto. El fotorrealismo es una buena herramienta para provocar sensaciones semejantes a las que se tendrían con una fotografía de un producto ya construido. También se pensó en un nombre comercial para hacerlo más realista.

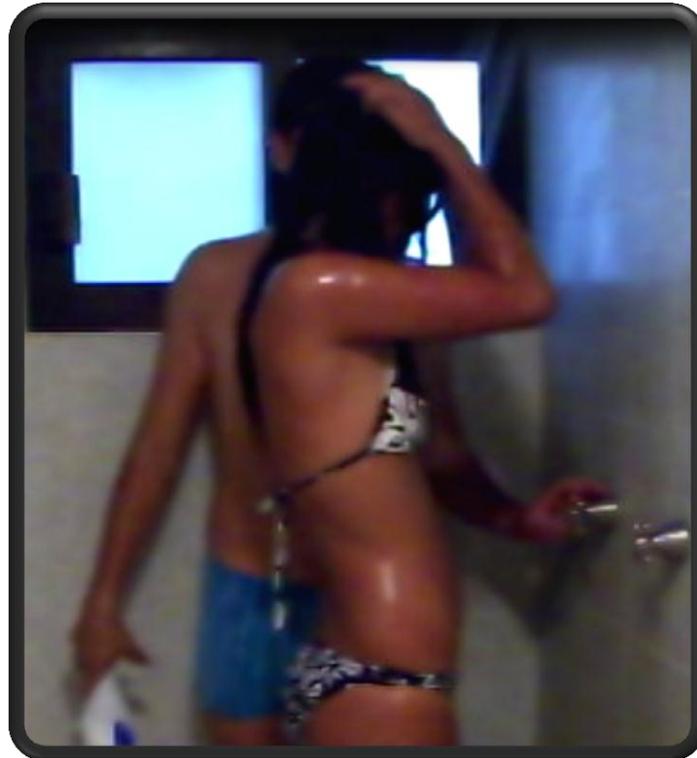


Thermatronic

confort conectividad ambiente
ahorro seguridad modernidad



8.5 Simulación manual del concepto.



En esta actividad se simuló la forma en la que el nuevo sistema de ducha podría interactuar con una persona. Primero, una vez que la persona estuvo bajo la regadera pidió que cayera agua e inmediatamente sintió el agua caliente a una temperatura de 40° C con lo que comenzó a tallar su cuerpo con sus manos. Después de esto, pidió jabón y el “sistema” cerró el agua y roció jabón. Cuando se dio la orden de ya no más jabón el sistema paró el flujo de agua y de jabón con lo que la persona comenzó a tallarse con una fibra y una vez casi terminada esta actividad pidió agua y el sistema roció agua mientras la persona dejaba la fibra en su lugar.

Los resultados de este trabajo son diversos como consecuencia del proceso de diseño aplicado.

Por una parte la investigación antropológica del aseo en los humanos deja una referencia para futuros trabajos dirigidos a esta conducta.

Además, la parte histórica de la investigación abre el horizonte a soluciones para la higiene corporal muy diferentes a las que conocemos hoy, pues en principio, los humanos no siempre han tenido los mismos mecanismos de higiene, es más la higiene es un concepto relativamente nuevo, por lo que acostumbrarse a un mecanismo de higiene muy diferente pero más efectivo no costaría tanto trabajo.

Al establecer las fechas de la creación de productos tales como: el horno solar, el calentador solar y el calentador de agua eléctrico automático se tiene un tema de reflexión acerca de las cosas que pensamos que son modernas y que en realidad tienen mucho tiempo de historia pero que no se conocen por motivos muy variados.

Las simulaciones térmicas del prototipo automático propuesto muestran que mientras el agua dentro de los tubos se enfría lentamente, es posible elevar su temperatura en fracción de segundos. Una regadera ahorradora da 3.5 l/min o 60 ml/s lo cual indica que con el sistema automático se podría calentar casi el doble de este gasto con una delta de temperatura de 10°C en un segundo. Por otro lado, en un segundo el agua prácticamente no pierde calor.

Otro resultado importante fue lograr simular el control de encendido y apagado de una lámpara de corriente alterna por medio de señales de voz. Esto permite implementar de manera económica este control pues los componentes son poco costosos.

También se logró la simulación del control de temperatura que permitirá establecer un valor muy cercano a la temperatura deseada en el agua. De igual forma los componentes utilizados en la simulación resultan baratos y fáciles de implementar.

Con estos resultados es posible pensar en construir el prototipo automático que cumpla con las funciones de controlar el flujo de agua por medio de señales de voz, regular la temperatura grado por grado y calentar el agua dentro de la tubería.

La imagen fotorrealista ayuda a describir el concepto de una nueva forma de ducharse y permite comunicar de manera más efectiva la forma en la que se cumplirían las funciones básicas de la ducha.

En la presentación del cartel se escucharon los siguientes comentarios que permiten tener una retroalimentación del público.

- En general, el concepto proyectó comodidad en la ducha.
- El concepto es práctico, diferente y facilita la ducha.
- Estamos acostumbrados a usar los manuales, es un poco raro que ya no los haya pero es cuestión de acostumbrarse.
- El hecho que sea eléctrico es necesario para estos tiempos no se gasta agua ni energía innecesariamente. No se creó que sea peligroso si se tienen las medidas de seguridad necesarias.
- La pantalla proyecta modernidad tecnológica, puedes estar informado hasta en el baño.
- La regadera en el plafón, en general, no incomoda a las personas.
- A las personas les gusta la idea de regaderas múltiples.
- Se hicieron observaciones sobre el mantenimiento del sistema. ¿Cómo se repararía en caso de falla?
- Se hicieron observaciones sobre la robustez del control de temperatura.
- La idea de que la regadera suministrara el jabón fue bien aceptada. Las personas refuerzan las estadísticas sobre la ducha como herramienta de higiene sobre todo. Esta idea es congruente con el desarrollo histórico del baño y la ducha.
- En general se cree que la ducha entre más rápida mejor.
- El baño de placer se considera mejor en una bañera o jacuzzi que en una regadera.
- En general a las personas les gustaría salir secas de la ducha.
- Se hicieron comentarios sobre los vidrios transparentes. A la gente les gusta pero preferirían que no nos vieran cuando se bañan.

Por otro lado, con el prototipo manual, la persona voluntaria comentó:

“Me pareció muy cómodo que el jabón se rociara automáticamente aunque sentí que no fue suficiente.

Me gustó que el agua saliera inmediatamente calientita y no tener que regular yo la temperatura.

Lo que me gustó, de que el agua saliera con la voz, fue que podía empezar a enjuagarme la espalda mientras terminaba de tallar mis piernas.

Cuando yo abro la llave con los manerales calculo mejor en que momento va a empezar a salir el agua y cuanta saldrá y me preparo para recibirla, pero cuando decía abre, no tenía la certeza de en qué momento saldría el agua ni cuanta iba a caer.

Me pareció una ducha muy rápida, quedé con la sensación de que no me había limpiado bien pero creo que fue más bien por el jabón que casi no hizo espuma. Me pregunté si un solo tipo de jabón podría limpiar lo mismo mi cabello que mi piel o si me resaca mi cabello o mi piel.

Yo uso los manerales para sujetarme mientras me tallo los pies. Me gustaría que si no estuvieran los manerales hubiera algo con lo que me pudiera sujetar.”

El éxito o fracaso de un producto dirigido a coexistir con la conducta de aseo depende en gran medida de si toma en cuenta o no las acciones innatas del humano que difícilmente cambiarán ya que son resultado de cientos de miles o millones de años de evolución. Incluso, la costumbre humana, puede hacer que cambiar una forma de hacer las cosas por otra sea un camino largo.

El tema de la ducha es un tema interesante, porque se tiende a creer que ha sido la manera de limpiar el cuerpo que ha existido desde tiempos muy lejanos. Esto hace que se piense que es la mejor manera de limpiar el cuerpo en el entendido de que lo que no cambia es lo mejor. Sin embargo, al tener consciencia de que es un método de higiene relativamente nuevo se puede pensar en crear otro más efectivo.

El tema de la energía es un tema difícil pues intervienen variables no solo técnicas, sino económicas, políticas y sociales. Sin embargo se puede concluir que usar la energía solar para calentar el agua doméstica e industrial no solo es factible, sino que, además puede ser obligatorio como en muchos países ya lo es.

El hecho de definir un producto en función de sus características abstractas ayuda a comparar objetivamente una solución con otra, pero además, abre el conjunto de posibles soluciones para una necesidad concreta.

Está avanzando la tecnología rápidamente y esto puede ser aprovechado o padecido. Día a día salen al mercado novedosos productos que pretenden darle mayor calidad a la vida humana. Pero es sensato reflexionar a menudo en que consiste tener calidad de vida.

10.1 Lo aprendido

Al aplicar todas las etapas del proceso de diseño centrado en el usuario se comprendió su importancia para la creación de productos dirigidos a satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores en un entorno en el que aspectos económicos, sociales, políticos y comerciales influyen en la adquisición de productos.

Se aprendieron técnicas para diseñar pensando en el futuro pues para introducir un nuevo producto se requiere tiempo y es necesario observar las tendencias en ámbitos tecnológicos, científicos, sociales, etc.

En la medida de lo posible es conveniente aplicar la metodología del diseño centrado en el usuario en la secuencia Entender-Observar-Definir-Idear-Prototipo-Probar, sin embargo el método, al ser recursivo, permite entrar en cualquier etapa y aun así tomar todas en cuenta hasta llegar al éxito, es decir, un producto que supere las expectativas del usuario pero también del equipo de diseño.

Se aprendió una forma simple de reconocer señales de voz para controlar el estado de encendido o apagado de un sistema.

Por otro lado se aprendieron a usar programas de computadora para realizar el diseño gráfico del trabajo escrito.

También se aprendieron hechos históricos y antropológicos que permiten tener un concepto claro del desarrollo de la humanidad y que en un momento dado se pueden aplicar en otro proyecto.

10.2 Lo que gustaría hacer

Formar o pertenecer a un equipo multidisciplinario que continúe con el proyecto para alcanzar un producto terminado que pueda ser manufacturado y distribuido.

Llegar a un sistema que termine por sustituir completamente a los calentadores de gas de los hogares para dar paso al aprovechamiento de la energía solar es un objetivo por el cual se debe seguir trabajando.

Dada la importancia que tiene actualmente la energía solar, se cree conveniente estudiarla más a fondo y diseñar productos mecatrónicos cuya fuente energética sea el sol.

Obtener conocimientos más sólidos en interfaces naturales, tanto en la obtención de información como en su presentación.

11.1 Encuesta de los motivos para ducharse.

Género (Masculino o Femenino)	Edad (años)	Motivo 1	Motivo 2	Motivo 3	Motivo 4	Motivo 5
Masculino	60	R	Q	L	B	A
Femenino	60	L	Q	R	S	
Femenino	23	S	RF	R		
Masculino	22	S	D	DS	C	
Masculino	27	L	S	P	A	
Masculino	75	DS	Q	EC	RF	S
Femenino	24	RF	S	L	R	P
Femenino	23	S	P	RF	DS	
Femenino	28	A	RF	S	P	Q
Femenino	23	S	A	P	RF	Q
Femenino	56	S	R	Q	L	DS
Masculino	43	S	RF	L	R	
Masculino	23	S	L	R	Q	C
Femenino	23	RF	L	B	S	
Femenino	22	S	C	L	DS	R
Femenino	23	A	RF	L	R	B
Femenino	34	L	A	R		
Femenino	41	P	RF	S	D	
Femenino	28	S	P	D	B	
Masculino	23	P	L	D	A	
Femenino	22	C	L	B		
Masculino	24	EC	L	DS	S	
Femenino	50	L	R	RF	D	
Femenino	29	Q	EC	B	S	
Femenino	10	L	S	QP	R	D
Femenino	8	D	DS	R		
Femenino	6	QP	DS	D		
Femenino	11	S	Q	QP	DS	
Masculino	10	P	D	L		
Femenino	10	D	P			
Femenino	10	Q	S	L	QP	
Femenino	9	L	RF	P	DS	S
Masculino	9	Q	RF	L	S	
Masculino	10	L	Q	QP	RF	S

Masculino	10	RF	L	P		
Masculino	10	L	RF	DS		
Masculino	10	Q	RF	L		
Masculino	10	B	L	S		
Femenino	10	L	D	Q	R	
Femenino	10	L	Q	S		
Femenino	10	L	R	RF		
Masculino	10	L	S	Q	P	
Femenino	6	QP	C			
Masculino	8	L	Q	RF	P	
Masculino	8	L	S	QP		
Femenino	8	L	D	DS		
Masculino	8	RF	L	D		
Masculino	8	R	P	L		
Masculino	8	L	RF	DS	S	
Masculino	8	P	L	Q	DS	
Masculino	8	L	R	Q	DS	
Femenino	7	L	D			
Femenino	8	D	RF	P		
Femenino	8	L	Q	D		
Femenino	8	P	L	D		
Femenino	8	D	P	L		
Masculino	8	L	S	DS		
Femenino	7	L	Q	RF	DS	
Femenino	7	L	RF			
Masculino	7	Q	DS	D	L	
Masculino	8	L	S	B	P	
Masculino	7	D	L	Q	RF	
Masculino	8	Q	D	L		
Femenino	8	B	R	S	RF	
Masculino	10	L	D			
Femenino	10	S	D	Q	L	
Femenino	10	L	D			
Masculino	10	DS	Q			
Femenino	9	L	Q	S		
Femenino	10	S	P	L	D	DS
Femenino	10	L	S	P		
Femenino	9	P	L	D		
Femenino	10	L	R	RF		
Masculino	10	L	Q	D		
Masculino	10	L	QP	Q	R	

En total se encontraron 13 motivos diferentes por los cuales las personas deciden tomar una ducha. En la Tabla A se muestran estos motivos junto con su abreviatura.

Tabla A

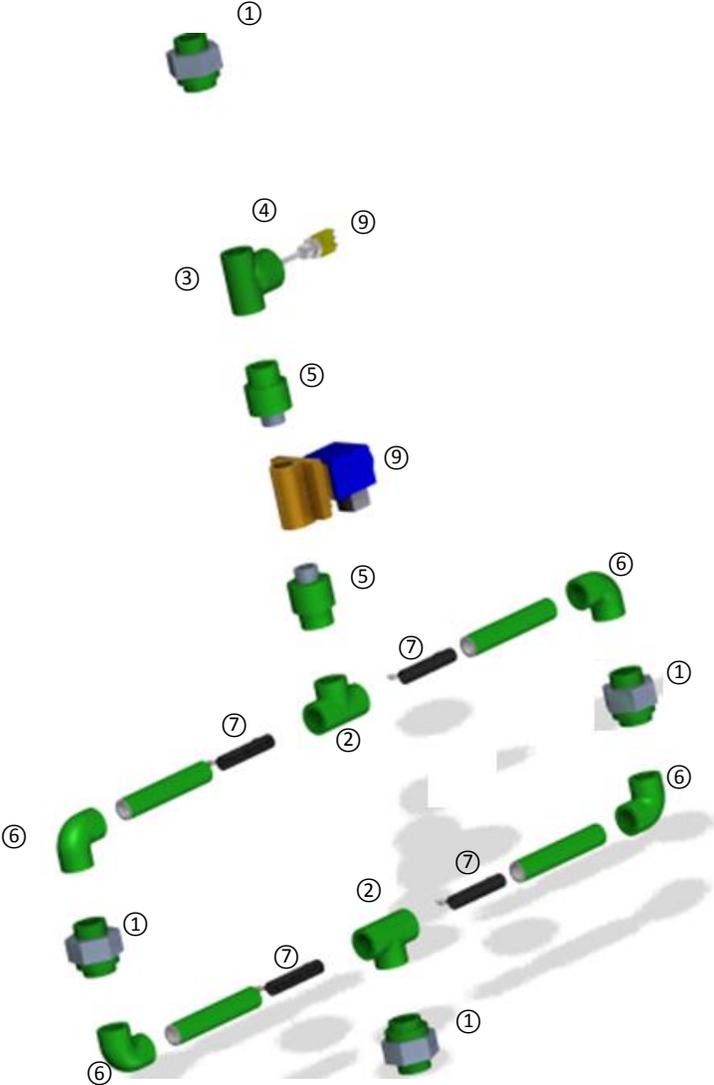
Motivos para tomar una ducha

Símbolo	Razón
L	Limpiar
P	Perfumar
Q	Quitar malos olores
R	Relajar
B	Tener buena imagen
A	Activarse
S	Salud
DS	Deber social
C	Costumbre o hábito
D	Diversión o placer
QP	Evitar parásitos
EC	Evitar comezón
RF	Refrescar

11.2 Catálogo de piezas para ensamble de prototipo automático.

ID	Elemento	Descripción	Cantidad	Código de catálogo
1		Tuerca unión de PPR de la línea Tuboplus de Rotoplas	4	7833020
2		Tee de PPR de la línea Tuboplus de Rotoplas	2	7000020
3		Tee de ppr con rosca central hembra de la línea Tuboplus de Rotoplas	1	7025050
4		Reducción Bushing de 1/2" cuerda exterior a 1/4" cuerda interior	1	
5		Conector macho de la línea Tuboplus de Rotoplas	2	7536050
6		Codo a 90° de la línea Tuboplus de Rotoplas	4	6800929
7		Resistor en hélice cilíndrica con diámetro 6mm y longitud 60mm. 29 espiras	4	
8		Válvula solenoide EV250B de Danfoss	1	032U157531
9		Termopar de Thermo-electra	1	ME1053

11.3 Explosivo del prototipo automático



11.4 Catálogo de componentes electrónicos para prototipo automático.

Para filtrado de señales de voz

5 Resistores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	R1	340320
1	R2	170160
1	R3	855
1	R4	610k
1	R5	10k

2 Capacitores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	C1, C2	22nF

2 Circuitos integrados

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	U1, U2	UA741

Para reconocimiento de señales de VOZ

2 Resistores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	R1, R2	330

2 Capacitores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	C1, C2	220u

2 Circuitos integrados

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	U1, U2	UA741

3 Misceláneos

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	BR1, BR2	2W005G
1	SW1	SW-SPDT

Para procesamiento de señales de VOZ

1 Resistores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	R1	714.3k

1 Capacitores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	C1	1nF

5 Circuitos integrados

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	U1	74LS04
1	U2	DFFF
1	U3	74LS08
1	U4	74LS32
1	U5	NE555

1 Misceláneos

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	RA	330

Para la etapa de potencia

1 Resistores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	R1	180

2 Circuitos integrados

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	U1	TRIAC
1	U2	MOC3031M

2 Misceláneos

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	L1	120V
1	V1	VSINE

Para control de temperatura

19 Resistores

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
12	R1-R5, R7, R15-R19, R21	10k
2	R8, R20	3.5M
4	R9-R11, R14	270k
1	R29	180

11 Circuitos integrados

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
1	U1	
6	U2, U3, U7, U11-U13	UA741
2	U8, U9	LM308
1	U20	MOC3031M
1	U21	TRIAC

5 Misceláneos

<u>Cantidad</u>	<u>Referencias</u>	<u>Valor</u>
2	BAT1, BAT2	15
1	BAT3	5V
1	L1	120V
1	V1	VSINE

- [1] <http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=16616> 22/03/2012
(Revista del consumidor TV 12.1)
- [2] DogOnto - Ontology Modeling for Intelligent Domotic Enviroments. Dario Bonino and Fulvio Corno. Politecnico di Torino, Torino Italia.
- [3] Nolberto Munier. Introduction to sustainability: Road to a better future... 1a. ed. Netherlands. Ed. Springer,2005.
- [4] Lovins, Amory B. Energy Strategy: The road no taken?. For foreign affairs. 1976.
- [5] Berman, Daniel. O'Connor, John T. Who owns the sun: People. Politics, and the Struggle for a Solar Economy. United States of America, 1996..
- [6] Scheer, Hermann. The solar economy: renewable energy for a sustainable global future. United States of America, 2002.
- [7] <http://me.stanford.edu/research/design.html> 13/09/2011
- [8] Brown, Tim. Design Thinking. Harvard Business Review, 2008.
- [9] Monson, Christopher. Novak, Vera. Design thinking as a method for authentic student collaboration for inquiry-based learning.
- [10] Bootcamp Bootleg. Hasso Plattner Institute of Design at Stanford.
- [11] BELOHLAVEK, P. Antropología unicista de mercado: su abordaje como sistema complejo. 1ª ed. Buenos Aires:Blue Eagle Group, 2005.350p. ISBN 987-1223-28-5.
- [12] DOMJAN, M. Principios de aprendizaje y conducta. 2ª ed. Madrid, España: Paraninfo, 2009. 438p. ISBN 978-84-9732-584-4.
- [13] MURILLO, J.R., et al. La arquitectura cognitiva en un grupo de gatos. 1ª ed. México D.F: Cordinación de Humandades Universidad Nacional Autónoma de México, 1995. 125p. ISBN 968-36-5461-4.
- [14] VEÁ, Joaquim J., et al. Conducta instrumental del chimpancé (Pan troglodytes) en su hábitat natural. Barcelona:Departamento de Psiquiatría y Psicobiología Clínica Universidad de Barcelona, 1988. 38p.
- [15] *El aseo en los animales: es más que una conducta de limpieza.* Ciencia y Desarrollo. Vol. 21. No.123. México D.F., 1995.
- [16] WELLS, Spencer. The Journey of man: A genetic odyssey. 1a. ed. United States of America: Princeton University Press, 2002. 227p. ISBN 0-691-11532-X.
- [17] <https://genographic.nationalgeographic.com/genographic/index.html> 18/10/2011
- [18] ROUX, George. Mesopotamia: Historia política, económica y cultural. 4ª ed. Madrid: Akal, 2002. 497p. ISBN 84-7600-174-6.
- [19] KLIMA, Josef. Sociedad y cultura en la antigua Mesopotamia. 5ª ed. Madrid: Akal, 2007. 321p. ISBN 978-84-7339-517-5
- [20] PARDO, Pilar. Egipto: De la prehistoria a los faraones. 1ª ed. Madrid: Siles, 2004. 267P. ISBN 84-7737-128-8.
- [21] VANOYEKE, Violaine. Más allá del Egipto faraónico: Los verdaderos inventos de los egipcios. 1ª ed. Barcelona: Robinbook, 2008. 215p. ISBN 978-84-79-27-950-9.

- [22] PRIGNANO, Angel O. El inodoro y sus conexiones: la indiscreta historia del lugar de necesidad, que por común, excusado es nombrarlo. 1ed. Buenos Aires: Biblos 2007. 134p. ISBN 978-950-786-595-4.
- [23] GARCÍA, Virginia (Coordinadora). Los "Balnea" domésticos: -ámbito rural y urbano- en la Hispania romana. Ministerio de educación y ciencia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España.
- [24] Marco Lucio Vitruvio Polion. Los Diez Libros de Arquitectura. Versión electrónica.
- [25] <http://www.artehistoria.jcyl.es/> 29/10/2012
- [26] BÜHLER, Johannes. La cultura en la edad media: El primer renacimiento de occidente. 1ª ed. Barcelona: Círculo Latino. Barcelona, 2005.320p. ISBN 84-96129-54-3.
- [27] DE VILLANOVA, Arnaldi. Opera Medica Omnia. Barcelona. ISBN 84-7935-157-8
- [28] Georges Vigarello. Lo limpio y lo sucio: La higiene del cuerpo desde la edad media. Versión española de Rosendo Ferrán, 1ª ed. Madrid: Alianza, 1991. 323p. ISBN 84-206-9618-8.
- [29] James Prescott Joule. The scientific paper of James Prescott Joule. Cambridge University Press, 2011.
- [30] Lewis Miles. *Automatic electric water heater*. Estados Unidos de América, 1.057.760. 1913-04-01.
- [31] Clarence M Kemp. *Apparatus for utilizing the sun's rays for heating water*. Estados Unidos de América, 451 384. 1891-04-28.
- [32] RAMLOW, Bob. et al. Solar Water Heating: A comprehensive guide to solar water and space heating systems. 1a ed. Canada:New Society Publishers, 2010. 245p. ISBN 978-0-86571-668-1.
- [33] <http://datos.bancomundial.org/indicador/> 15/11/2011
- [34] <http://www.mfa.gov.il/MFAES/Facts+About+Israel/Energa+solar+en+Israel.htm> 15/11/2011
- [35] http://www.hansgrohe-usa.com/us_en/19300.htm 10/12/2011
- [36] Olivares Guajardo, Gustavo et al. Identificación de guías y tendencias de diseño en un producto cotidiano y la evaluación de su funcionamiento, a través de un estudio de diseño comparativo entre modelos y marcas existentes en el mercado. Memorias del XII congreso anual SOMIM.
- [37] <http://www.xbox.com/es-MX/Kinect> 6/01/2012
- [38] www.corning.com 7/01/2012
- [39] <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=9> 15/01/2012
- [40] José Francisco López Aragón. Edificio de uso mixto Centro Histórico. Taller José Revueltas. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 2011.