

Patrones de diseño en HCI para la visualización de imágenes

Dario E. VÁZQUEZ-CEBALLOS

**Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias y Artes para el Diseño
Ciudad de México, 07899, México**

**Luis J. FLORES-GUARNEROS,
Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESCOM
Ciudad de México, 07738, México**

**Erika HERNÁNDEZ-RUBIO,
Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESCOM
Ciudad de México, 07738, México**

**Amilcar MENESES-VIVEROS
Cinvestav-IPN, Departamento de Computación
Ciudad de México, 07360, México**

RESUMEN

Los geólogos, biólogos y especialistas en áreas geográficas y de biogeografía necesitan herramientas para visualizar eficientemente la información relacionada con sus objetos de estudio. Existe una gran variedad de dispositivos de cómputo que permiten la presentación de imágenes, texto y sonidos, entre otros recursos multimedia. Dependiendo del tipo de dispositivo, ya sean tabletas o teléfonos inteligentes, es necesario organizar la información para que sea accesible y fácil de interpretar, sin importar el tamaño de la pantalla o la orientación. Existen patrones de diseño en Interacción Humano-Computadora que ayudan en la tarea de distribuir eficientemente los elementos de la Interfaz Gráfica de Usuario, y en la organización de las áreas de control y de visualización de la información. El propósito de este trabajo es enfatizar las guías de diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario para que la visualización de imágenes biológicas sea efectiva para aplicaciones multiplataforma, es decir, que trabajen en las diversas plataformas móviles, computadoras portátiles y de escritorio.

Palabras Claves: Diseño de IGU, Imágenes biológicas, Interacción Humano Computadora, Visualización, aplicaciones multiplataforma

I. INTRODUCCION

Los biólogos y especialistas en el área de la fauna silvestre requieren herramientas para visualizar de manera eficiente la información que se recaba de las especies en investigación. Por ejemplo, información y tareas relacionadas con el seguimiento y hábitos de los animales, comportamiento nocturno de cazadores, estudio de la composición de las poblaciones (como sexo, edad, liderazgos, entre otros), estudio de la dieta base de los animales, períodos de reproducción, migración estacionaria o definitiva, por mencionar algunos temas de interés en la investigación biológica [7][8].

Existe una gran variedad de dispositivos de cómputo para la tarea de visualización que permiten la presentación de video, imágenes, texto y sonidos, entre otros recursos multimedia [14]. De la Interacción Humano-Computadora (HCI, por sus siglas en inglés) se sabe que el

uso y éxito de las aplicaciones en estos dispositivos depende de factores como el nivel de usabilidad, la capacidad de interacción con el usuario y la capacidad de presentar la información de manera adecuada en diferentes contextos. Para los fines de este trabajo, nos referimos al contexto como al entorno de trabajo que puede ser laboratorio, oficina o ambientes externos. Por ejemplo en trabajos de campo el ahorro energético y conectividad son características importantes en la realización de las tareas, lo cual puede ser imperceptible cuando se trabaja en el laboratorio u oficina.

La tecnología y características de las pantallas son factores que impactan en la forma en la que los usuarios visualizan la información e interactúan con las aplicaciones. Características como el brillo, nitidez, la realidad de los colores, la densidad de píxeles, textura, ángulo de visión, rendimiento del consumo energético, propiedades táctiles, resolución, por listar las más importantes [2][3]. Estas características influyen en los dispositivos que trabajan en entornos controlados o en entornos no controlados. Un entorno controlado puede ser la oficina, donde las características de iluminación y ruido no tienen muchas variaciones durante el uso del dispositivo. En entornos no controlados el usuario utiliza su dispositivo en lugares donde hay mucha o poca iluminación, o mucho ruido. Esto afecta en la forma en que el usuario visualiza la información y la forma en que interactúa con la aplicación.

El brillo es un factor importante en la visualización cuando hay fuentes de luz cercanas a la pantalla. Esto se presenta cuando se hace trabajo de campo, debido a que la luz del día impide que se visualice la información y el usuario solo observa una pantalla negra. El contraste ayuda a mitigar este problema, y se debe tener especial cuidado con el tipo de tecnología de despliegue que se seleccione para el trabajo en campo. No se recomienda las tecnologías de pantalla como las AMOLED o LCD debido a que tienen pocos niveles de contraste. Además resolución y la densidad de píxeles proporciona la nitidez de los elementos en pantalla puede ser otros factores a considerar. En este punto se debe tomar en cuenta que no siempre la máxima resolución puede ser lo ideal en trabajo de campo, ya que al usar más resolución se trabaja con un *frame buffers* del dispositivo y se ha mostrado que el uso frecuente de este *buffer* consume mucha batería, y el usuario está en riesgo de que se termine la batería del dispositivo [13].

El uso de dispositivos móviles en entornos no controlados puede

afectar la manera en que el usuario interactúa con ellos. Por ejemplo, si hay mucho ruido y hay instrucciones por audio, se afecta la manera en que el usuario recibe información del dispositivo. Y si el usuario debe dar instrucciones a través de la voz puede que el sistema tenga mucho error por el ruido inherente en el entorno. En un entorno con mucho ruido conviene dar las instrucciones a través de la pantalla y recibir la información del usuario por medio de la interfaz háptica. Si el entorno es muy iluminado y la pantalla no tiene el nivel de contraste y brillo adecuados, entonces se debe optar por reforzar la información que se presenta al usuario por medio del audio, y la entrada de datos puede ser por medio de la voz, ya que en el medio háptico, el usuario necesariamente debe distinguir regiones en la pantalla.

El uso de los dispositivos móviles en el trabajo de campo de los biólogos ayuda en la movilidad, pero depende de la conectividad de red. La movilidad permite que el biólogo pueda realizar sus tareas en tiempo real en distintos puntos geográficos. Sin embargo, esto implica que se tenga especial cuidado con la conectividad de sus dispositivos. Hay que recordar que un dispositivo móvil tiene diversas restricciones como son la batería, tamaño de pantalla, memoria limitada, y capacidad de procesamiento limitada, por lo que se deben optar por estrategias de migración de tareas o de almacenamiento en la nube para las fotografías que se vayan recolectando, lo que implica que la conectividad debe ser adecuada y si es intermitente se corre el riesgo de que se sature el dispositivo o que se consuma la energía de la batería de forma rápida. Por lo que, la forma de presentar información ayuda en dos sentidos, por un lado permite al usuario final la interpretación adecuada [14]. Y por otro, permite que se maneje de forma adecuada el frame buffer y se garantice un uso óptimo de la batería [15].

Los dispositivos que utilizan los biólogos en el manejo de su información pueden ser computadoras de escritorio, computadoras portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes, cámaras fotográficas, y otros dispositivos móviles de propósito específico [16].

II. TIPO DE INFORMACIÓN GRÁFICA

La visualización de la información es crucial para realizar tareas de tipo profesional, personales y de recreación. La información debe ser fácil de entender e interpretar para lograr estas tareas. Se sabe que las imágenes pueden ser más fáciles de interpretar que las palabras, números, y en general símbolos. Esta es la razón principal por la cual nuestra vida cotidiana está invadida por una gran cantidad de imágenes [14].

La información puede provenir de distintas fuentes, como bases de datos, repositorios de información, aparatos de medición o de cámaras en dispositivos especiales como microscopios o telescopios. La información pueden ser registros y consultas de una BD, archivos de descripción (como XML y JSON), archivos de texto, y archivos multimedia que incluyen imágenes, audio y video. Esta información se debe procesar para que sea representada de forma adecuada en los diferentes dispositivos.

En este trabajo, nos centraremos en imágenes, cuyas fuentes pueden ser las cámaras de los sistemas de fototrampeo y de imágenes de bases de datos de repositorios de información. Las imágenes pueden tener distintas resoluciones y pueden estar en distintos formatos.

Las colecciones científicas desempeñan un papel fundamental en la acumulación de conocimiento de todo tipo, sin embargo es más notorio en los ambientes biológicos y geográficos, dado que albergan información indispensable para documentar la diversidad biológica y su distribución geográfica [9].

Imágenes biológicas

Los especímenes agregados en las colecciones científicas y la información asociada contienen datos básicos indispensables para conocer la diversidad biológica en una región determinada. Información que sirve posteriormente para estudiar y asociar zonas geográficas.

La actividad de foto trampeo se usa en diversos campos como el de la investigación de la fauna silvestre, el control de especies o la educación ambiental. Actualmente se han incorporado diversas tecnologías aplicadas a la fotografía automatizada como sensores de movimiento, cámaras digitales, flashes infrarrojos, baterías de larga duración, memorias de almacenamiento de gran capacidad, entre otras [7].

Los equipos autónomos utilizados en el foto trampeo se pueden colocar en lugares remotos durante varias semanas, incluso meses, sin mantenimiento constante. Estas herramientas son un recurso importante en la investigación de tipo no invasivo de la fauna silvestre.

El estudio de la información recabada por esta actividad, permite conocer la presencia de algunas especies y obtener estimaciones de su frecuencia y densidad, así como la identificación de individuos a través del patrón del pelaje, las manchas de identificación, entre otras. Esta actividad proporciona a los investigadores una gran cantidad de información valiosa.

Las foto trampas tienen algunas ventajas sobre métodos tradicionales utilizados para efectuar inventarios biológicos; es posible obtener registros de especies con mínima perturbación, los animales no tienen que ser necesariamente capturados y los registros del muestreo pueden cubrir extensas áreas con un mínimo de esfuerzo personal [9].

III. VISUALIZACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES

Las pantallas de los dispositivos móviles son el enlace entre los elementos de entrada y salida, y la interacción con el usuario. El tamaño de las pantallas y la orientación en que se usen impactan en la forma en la que se agrupan los elementos de una Interfaz Gráfica de Usuario. Las pantallas pueden variar en tamaño, resolución y densidad de píxeles [1].

Tamaño de la pantalla

El tamaño de la pantalla varía de acuerdo al tipo de dispositivo móvil. Se mide de forma diagonal entre las esquinas de la pantalla. El tamaño de la pantalla limita la capacidad del usuario para ver el contenido desplegado. Pero al tratarse de dispositivos portátiles el usuario puede ajustar el ángulo de visión, así como la distancia entre el dispositivo y el campo de visión [5].

Hay cuatro categorías de dispositivos móviles dependiendo del tamaño de su pantalla: pequeño, normal, grande y extra-grande. Los dispositivos de categoría pequeña son los que están entre 3 y 5

pulgadas. Los dispositivos normales están entre 5 y 7 pulgadas. Los dispositivos grandes están entre 7 y 9 pulgadas y los extra-grandes son mayores a 9 pulgadas [5].

Resolución de la pantalla

La resolución de una pantalla está determinada por el número total de píxeles físicos que se pueden presentar en la pantalla. El tamaño de cada píxel varía con el tamaño y tecnología de la pantalla. La Tabla 1, presenta las principales resoluciones de pantallas en dispositivos móviles y monitores [1] [2].

Tabla 1. Resoluciones principales de pantalla.

Nombre	Resolución en píxeles
QVGA	320 x 240
HVGA	480 x 320
WVGA	800 x 480
QHD	960 x 540
HD	1280 x 720
WXGA	1280 x 800
Full HD	1920 x 1080
2k	2040 x 1080
Retina	2048 x 1536
WQXGA	2560 x 1600
4k	4096 x 2160
Quad HD	2560 x 1440

La resolución indica cuantos píxeles se distribuyen en renglones por por columnas en modo retrato (vertical). En modo paisaje (horizontal) son columnas por renglones. A mayor resolución mayor el el tamaño del *frame buffer*. Como todo, tiene sus puntos positivos y los negativos. Entre los positivos, podemos destacar la calidad de la imagen que se puede presentar y la cantidad de elementos que se pueden distribuir en la pantalla (esto esta supeditado al tamaño de la pantalla para que el usuario pueda tener una mejor interacción y visualiación de la información). Entre los puntos malos, se puede destacar que el *frame buffer* usa mayor cantidad de memoria y mayor consumo de energía.

Densidad de Píxeles

La densidad de píxeles (ppi) se basa en la resolución de la pantalla. Se define como el número de píxeles dentro de un área (es decir una pulgada cuadrada). Una pantalla cuya densidad de píxeles es menor, presenta menos píxeles disponibles repartidos por el ancho y alto de la pantalla. Una pantalla con una densidad más alta tiene más píxeles repartidos en la misma zona.

En el diseño de aplicaciones para dispositivos móviles es importante considerar la densidad de píxeles del dispositivo. Los recursos visuales (por ejemplo, imágenes) diseñados con tamaño determinado en píxeles, se visualizan más grandes en pantallas con menor densidad, caso contrario en pantallas con mayor densidad. Si los objetos despliegan en un tamaño pequeño, entonces se afecta la legibilidad, accesibilidad y detección del detalle [1].

Cuanto más píxeles se introduzcan en un espacio de pantalla, mayor dificultad tendrá el ojo humano en percibirlos de forma independiente, por lo que se produce la sensación de observar una imagen homogénea y continua, en lugar de un conjunto de puntos inconexos.

La densidad de píxeles permite que se clasifiquen las imágenes como 1x, 1.5x, 2x, 3x y 4x. Esto depende también de la resolución de salida del dispositivo. El término 1x se refiere a 160 puntos o píxeles por pulgada. El término 1.5 se refiere a 240 puntos por pulgada. 2x se refiere a 320 puntos por pulgada. 3x indica que se trabaja con 480 puntos por pulgada. Y 4x se refiere a que se usan 640 puntos por pulgada.

Tipos de tecnologías empleadas en la pantallas para dispositivos móviles

Los dispositivos móviles son fabricados con una variedad de tecnologías de pantallas. Cada tecnología presenta características propias en términos de duración de batería, vida útil del dispositivo o en las restricciones en los tipos de orientación. La Tabla 2 describe los principales tipos de tecnologías empleadas en las pantallas de dispositivos móviles [1][5].

Tabla 2. Tecnologías de las pantallas

Pantalla	Ángulo de visión	Relación entre luminancia y brillo	Comentarios
LCD Pantalla de cristal líquido (Liquid Crystal Display)	120°	Buena Algunas pantallas LCD tienen una luminancia de 500 nits	Son reconocidas por generar colores de gran exactitud y matizados grises. Son pantallas compactas y livianas, consumen bajos niveles de carga de batería
IPS Alteración en el plano (In-Plane Switching)	178°	Buena Pueden soportar una luminancia de entre 500 y 1000 nits	Reducción de la luz solar en la superficie del panel. Presenta realismo de colores y pureza del blanco. Ofrece menor contraste que otros tipos de pantalla
OLED Diodo orgánico de emisión de luz (Organic Light-Emitting Diodes)	170°	Buena Emite luz directamente Soporta una luminancia cercana a los 450 nits	Tiene la capacidad de funcionar sin luz de fondo, debido a que es una capa ultra delgada y brillante
AMOLED OLED de matriz activa (Active-Matrix OLED)	180°	Buena Hasta un 20% más que otras pantallas	Buena reproducción de color brillante, peso ligero, mejor duración de la batería, la capacidad de funcionar sin luz de fondo, mayor brillo y nitidez

La tecnología de plasma no se ha incluido en esta tabla, debido a que requiere una gran cantidad de energía, lo cual no es lo indicado para

dispositivos móviles. La columna ángulo de visión de la Tabla 2, indica el ángulo de visión lateral que aun permite distinguir la información que se despliega. En televisiones planas y pantallas de escritorio un mayor ángulo de visión denota mas calidad en el producto. Sin embargo, en los dispositivos móviles, una mayor ángulo de visión podría representar un factor de riesgo en la seguridad del usuario. Por lo que se han desarrollado películas para reducir este atributo a 60 grados, es decir, sólo quien este en vista frontal puede ver la información desplegada en la pantalla. En general, para entornos controlados todas las tecnologías son adecuadas. Sin embargo, en casos de ambientes no controlados las tecnología con base en LCD puede generar problemas cuando hay mucha iluminación. Se podría optar por una tecnología basada en IPS en caso de tener que trabajar en lugares de mucha iluminación.

Importancia del color, contraste y brillo

Los colores y el contraste afectan la forma en la que se entiende y percibe una interfaz gráfica de usuario. El contraste es la aparición de dos elementos diferentes colocados juntos. En el diseño de la interfaz de usuario, estos elementos pueden ser: colores, texturas, formas o tamaños, por mencionar algunos [1] [6].

Alternar el tipo y el tamaño de letra así como los colores, crea una jerarquía entre los elementos de una interfaz de usuario. Por ejemplo, el pasar de un color de fondo claro a uno oscuro ayuda a separar acciones o contextos dentro de la interfaz. El uso efectivo de luz, sombra, color y contraste en elementos de la interfaz de usuario, proporciona efectos de profundidad y características 3D [6].

El contraste de colores es importante para determinar la paleta de colores de toda la interfaz de usuario. Los colores pueden ser divididos en colores cálidos y fríos. Esta división radica en que de alguna manera, los colores pueden llegar a transmitir estas sensaciones [5].

Al trabajar con contrastes y colores es importante pensar en los usuarios finales. En la mayoría de los usuarios la selección de colores podría no ser un problema. Sin embargo, si se trabaja con personas con problemas de vista o adultos mayores (que presentan un desgaste natural en el cristalino) la combinación de fondo azul con letras amarillas puede ser un serio problema, ya que, pueden tener muchas dificultades para distinguir las letras.

Importancia de la tipografía

Al igual que otros elementos visuales de una interfaz de usuario de una aplicación, la tipografía comúnmente conocida como la fuente del texto, también es un factor importante en la usabilidad. A continuación se describen algunas recomendaciones para su empleo, tomadas de [6].

Se recomienda elegir una tipografía que permita llenar el ancho de la pantalla con 52 a 78 caracteres por línea.

Tamaño apropiado del texto en píxeles:

- 11px /16.5px. Tamaño utilizado para secciones del cuerpo de la aplicación.
- 24px . Tamaño utilizado en encabezados
- 18px. Tamaño utilizados para títulos de entrada y subsecciones
- 16px . Tamaño utilizado para títulos terciarios y contenido.
- 13px. Tamaño utilizado para el resto de encabezados.

En [1] se describe un conjunto de recomendaciones de uso de la tipografía en una aplicación móvil.

- Los titulares, especialmente los grandes, a menudo tienen un tipo de letra o fuente diferente que la del cuerpo del texto.
- La fuente cursiva es recomendable para pantallas con altas resoluciones y es importante entender la diferencia entre una versión en oblicua y una cursiva.
- El tipo de fuente puede expresar una jerarquía más allá de sólo el tamaño y peso.
- La legibilidad es fundamental. Si se toma el tipo de fuente y tamaño pequeño, eso hace que el contenido sea ilegible.

Para algunos usuarios es recomendable no usar la tipografía tipo *Sans*, ya que son los tipos de letras que van decoradas con pequeños adornos (como las letras góticas), y que pueden presentar problemas de despliegue en entornos con poca densidad e incluso, puede generar confusiones en usuarios con problemas de visión.

IV. PATRONES DE DISEÑO PARA INTERFACES GRÁFICAS EN INTERACCION HUMANO-COMPUTADORA

Existen diversos fabricantes de tabletas y teléfonos inteligentes. Esto ha generado que existan diversas plataformas de desarrollo como son iOS, Android, Windows Phone, Black Berry, y Bada entre otros. Cada plataforma de desarrollo presenta sus propias guías de diseño para sus aplicaciones. Sin embargo, para aplicaciones abiertas (que trabajen en múltiples plataformas) esto presenta un gran problema, ya que las aplicaciones deberán acatar las recomendaciones de cada uno de los sistemas operativos móviles. Una opción es optar por construir aplicaciones cuya interfaz gráfica de usuario (IGU) se trabaje como una aplicación Web. Esto permite tener ventaja sobre el desarrollo de IGUS para aplicaciones Web que se adapten a distintos tamaños de de los navegadores.

El ambiente Web evoluciona constantemente, principalmente en patrones de diseño y en los dispositivos con los que se conectan los usuarios. Dentro de la evolución de los tipos de aplicaciones Web, se encuentra la necesidad del diseño Web adaptable [3][6].

El diseño Web adaptativo permite que las páginas se acomoden al tamaño, la resolución y orientación de la pantalla, y por lo tanto al dispositivo móvil del usuario (teléfono inteligente, tableta o pantalla de escritorio), sin tener que configurar un dominio o subdominio específico para los dispositivos móviles. Esta adaptación permite mantener experiencias similares en los diferentes tamaños de los dispositivos. Es posible utilizar instrucciones en las meta etiquetas en las cabeceras de las páginas HTML y consultas de CSS3 [10]. Las meta etiquetas se colocan dentro del <head> del documento HTML y se utilizan para controlar la escala de la página Web. Las consultas CSS3 especifican los estilos y tamaños de los elementos de la página Web dependiendo del tamaño de las pantallas que los visualiza.

Debido al mayor uso de las técnicas de adaptación (fluid grids y media query), los diseños de aplicaciones web adaptativos son cada vez más utilizados por los diseñadores Web. Con el auge de estas técnicas se van presentando diseños innovadores, pero a la vez surgen patrones claros de diseño [11]. Como característica en común de los patrones de diseño de aplicaciones Web adaptativa es que

tienden a apilar verticalmente cuando se reduce el ancho de pantalla. A continuación se describen brevemente los principales patrones de diseño adaptativos multiplataforma [1].

Mostly fluid

Es el patrón de diseño web adaptativo más popular. En pantallas amplias consiste en varias columnas con diferentes anchos según la prioridad de la información que contienen y en dispositivos de pantalla reducida las columnas se apilan en una línea vertical reduciendo el ancho de las columnas al de la pantalla como se muestra en la figura 1. La disposición de los elementos no cambia hasta que el ancho de la pantalla es más pequeño. El diseño se basa principalmente en cuadrículas fluidas para adaptarse a la variedad de tamaños de pantalla.

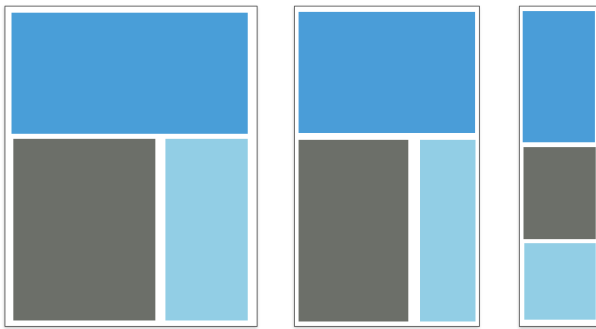


Figura 1. Mayormente fluido.

Column drop

Es un patrón que inicia con un diseño de varias columnas y termina con una columna, dejando caer las columnas apiladas conforme el tamaño de pantalla se hace más estrecha. A diferencia del patrón anterior, el tamaño de los elementos tiende a permanecer constante. La adaptación a diferentes tamaños de pantalla se basa en apilar columnas. Las columnas se van apilando verticalmente conforme se reduce el ancho de la pantalla como se muestra en la Figura 2.

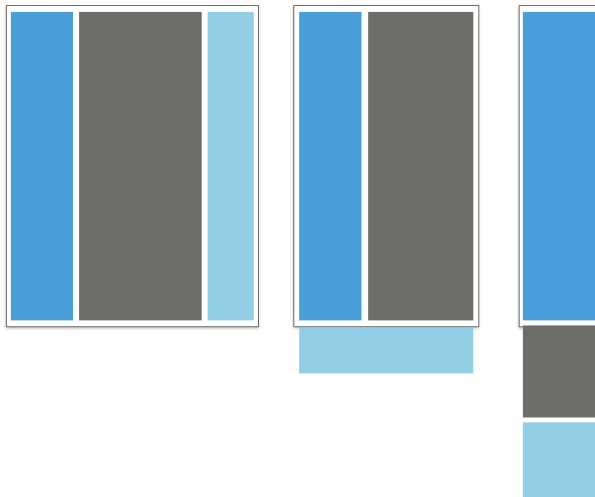


Figura 2 Apilar columnas

Layout shifter

Es un patrón que adapta los elementos a diferentes tamaños de pantalla, es menos popular que los anteriores patrones descritos. Reduce el tamaño de los bloques conforme se reduce el ancho de pantalla y apila el contenido en una sola columna ver figura 3. Parece ser un diseño menos popular que los anteriores por que requiere más trabajo en la adaptación de los diferentes bloques de contenido.

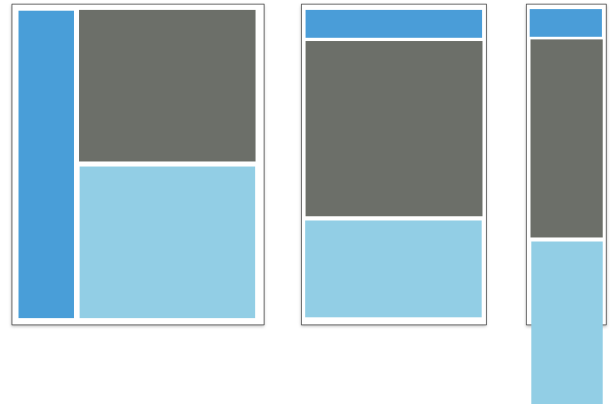


Figura 3 Diseño Shifter

Off canvas

En este tipo de diseño el contenido se divide en columnas que se encuentran fuera de la pantalla. Para acceder a dichas columnas debe desplazarse a través de gestos como el de deslizar ver Figura 4.

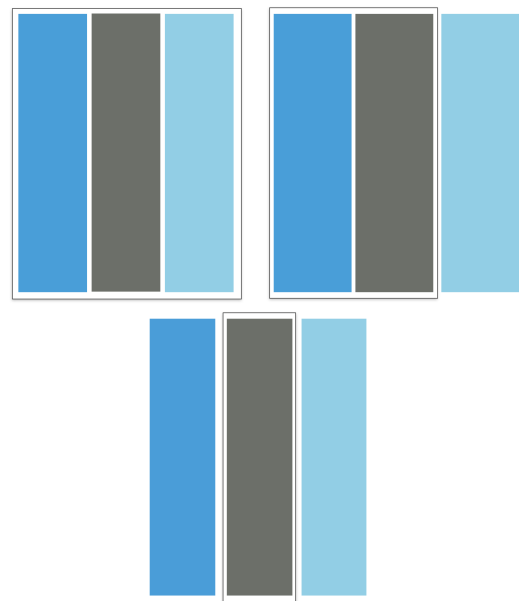


Figura 4 Fuera de lienzo

V. CONCLUSIONES

Es factible generar aplicaciones multiplataforma para especialistas en biología sin que se pierda la calidad de la información, para lo cual se

recomienda usar el diseño Mostly fluid. Pues este diseño (en la versión de pantallas amplias, ver Figura 5a) permite desplegar un menú de etiquetas, una sección principal con un slider de imágenes que puede incluir un carrusel de imágenes en miniatura, seguido de una sección de contenido textual o una galería de imágenes en una cuadrícula y en algunos diseños puede incluir un pie de página con enlaces externos relacionados.

En la versión para tabletas (ver figura 5b) se adaptan los contenedores al ancho de la pantalla, en el cual el menú se puede adaptar a un menú alternante o un menú de cajón lateral desplegable, el slider de imágenes se adapta al ancho de la pantalla reduciendo proporcionalmente el tamaño de las imágenes conservando calidad, el contenido textual se puede dividir en bloques y la galería de imágenes en cuadrícula se distribuye en columnas ajustadas al ancho de la pantalla dejando espacios en blanco para mejorar la visualización y el pie de página se puede dividir en columnas.

En la versión para pantallas pequeñas (teléfonos inteligentes y algunas tabletas en orientación vertical ver figura 5c), se adaptan los contenedores al ancho de la pantalla y se apilan en una columna según el orden de importancia. El menú utilizado es alternante, el slider de imágenes se adapta al ancho de la pantalla reduciendo proporcionalmente el tamaño de las imágenes conservando calidad, el contenido textual se divide en bloques apilados verticalmente dejando espacios en blanco para mejorar la lectura, la galería de imágenes en cuadrícula se despliega en una sección independiente con paginación numérica o infinita con las imágenes apiladas en una sola columna ajustada al ancho de la pantalla dejando espacios en blanco para mejorar la visualización y el pie de página se puede dividir en bloques apilados verticalmente.

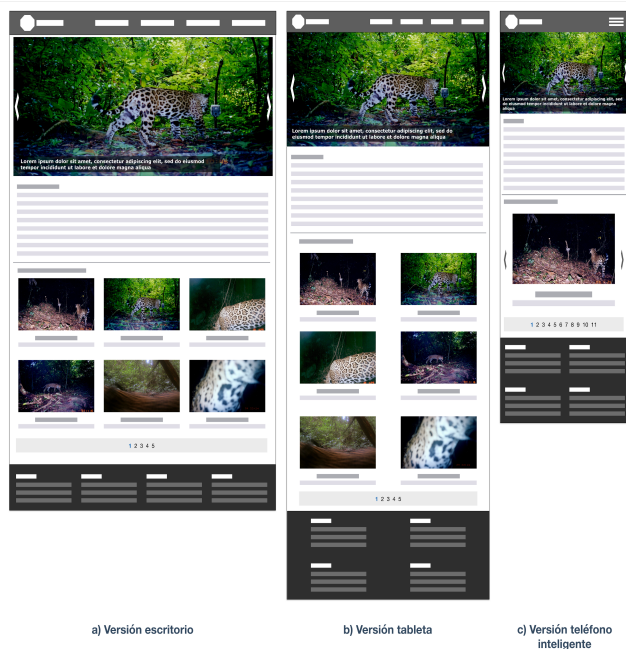


Figura 5 Diseño web adaptativo en la visualización de imágenes

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional el apoyo prestado a través de la COFAA – BEIFI y al proyecto de la Agencia Espacial Mexicana con número de registro CONACYT-AEM 2015-262756 para el desarrollo de esta investigación.

VI. REFERENCIAS

- [1] Hooper, S. and Berkman, E. (2012). Designing Mobile Interfaces. O'Reilly, primera edición.
- [2] Firtman, M. (2013). Programming the Mobile Web. O'Reilly Media.
- [3] Fling, B. (2009). Mobile Design and Development: Practical Concepts and Techniques for Creating Mobile Sites and Web Apps - Animal Guide. O'Reilly Media, Inc., 1st edition.
- [4] Camacho, J. E. G. (2012). Mecanismo móvil para adaptación plástica de interfaces gráficas multiplataforma. Tesis de maestría, Cinvestav Unidad Zacatenco.
- [5] Rita Conde, Tipos de pantallas o display de teléfonos celulares IPS, LCD, OLED, Retina, Super AMOLED <http://celulares.about.com/od/Smartphones/a/Tipos-De-Pantallas-O-Display-De-Telefonos-Celulares.htm>
- [6] Chris Bank, J. C. (2014). Web UI design best practices. UI Design from the experts. UXPin.
- [7] Fototrampeo en los parques nacionales naturales de Colombia. <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/fototrampeo/>
- [8] Manual de fototrampeo 2012. http://madfoto.weebly.com/uploads/1/1/7/2/11722752/apuntes_fototrampeo.pdf
- [9] Botello Francisco, Monroy Gabriela, Illodi-Rangel Patricia, Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. 2007 Revista Mexicana de Biodiversidad no.78
- [10] Firdaus, T. 2013. Responsive Web Design by Example Beginner's Guide Responsive web design by example beginner's guide (primera). Packt Publishing.
- [11] Luke Wroblewski (2012), Multi-Device layout patterns, <http://www.lukew.com/ff/entry.asp?1514s>
- [12] Jenifer Tidwell. 2011. Designing Interfaces. Patterns for effective interaction design. O'Reilly, segunda edición
- [13] Shim, Hojun, Naehyuck Chang, and Massoud Pedram. "A compressed frame buffer to reduce display power consumption in mobile systems." *Proceedings of the 2004 Asia and South Pacific Design Automation Conference*. IEEE Press, 2004.
- [14] Salas, Sonia Abigail Martínez, and Amílcar Meneses Viveros. "Implications of Adaptability of Information." *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, Cham, 2014.
- [15] Quintos, A. B. M., Viveros, A. M., & Rubio, E. H. (2015, August). Implications of HCI in Energy Consumption Between Native and Rich-Client Applications for Navigations Widgets in Tablets. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 32-38). Springer, Cham.
- [16] Pimm, S. L., Alibhai, S., Bergl, R., Dehgan, A., Giri, C., Jewell, Z., ... & Loarie, S. (2015). Emerging technologies to conserve biodiversity. *Trends in ecology & evolution*, 30(11), 685-696.