

PRESENTE Y FUTURO

RINCÓN DE TECNOLOGÍA

Desarrollo de una aplicación de teléfono móvil para formación cardiovascular mundial



Samit Bhatheja, MD, MPH,^a Valentin Fuster, MD, PhD,^a Surbhi Chamaria, MD,^a Sarthak Kakkar, MS,^b Rivelle Zlatopolsky, BS,^b Jason Rogers, BA,^b Emamuzo Ootobo, MD, MPH,^b Ashish Atreja, MD, MPH,^b Samin K. Sharma, MD,^a Annapoorna S. Kini, MD^a

RESUMEN

La revolución tecnológica en el campo de la formación médica está ya aquí y ha llegado el momento de emplearla. La adopción del estilo de aprendizaje continuo, la portabilidad de los smartphones y la expresión de los conceptos mediante ilustraciones interactivas y su alcance mundial han hecho del aprendizaje mediante aplicaciones (apps) un método eficaz. Se elaboró una app de teléfono móvil destinada a la formación, BIFURCAID, con objeto de simplificar y enseñar las intervenciones en bifurcaciones coronarias complejas. Esta app se ha descargado en todo el mundo. Los resultados de la encuesta revelaron su amplia aceptación y éxito. Los autores creen que las apps de formación pueden tener una repercusión importante en la forma de realizar la formación cardiovascular en el siglo XXI. Esta experiencia en el desarrollo y la prueba de la app podría servir de patrón para otros formadores médicos. (J Am Coll Cardiol 2018;72:2518-27) © 2018 by the American College of Cardiology Foundation. Publicado por Elsevier.

La tecnología ha transformado las formas de enseñanza y la formación médica. Recientemente, los avances de la medicina han mostrado una correlación significativa con los avances tecnológicos (1). La expresión creativa mediante una interfaz de usuario muy interactiva y la visualización de los conceptos de forma escalonada con el empleo de imágenes han ayudado a los formadores a expresar su conocimiento de una manera efectiva. Los formadores médicos disponen de multitud de tecnologías, como las simulaciones a través de Internet, las plataformas de redes sociales y las aplicaciones (app) de teléfono móvil (2). El porcentaje de adopción del uso de dispositivos móviles y tabletas continúa aumentando en la población general al igual que entre los profesionales de la salud (3). Aproximadamente el 85% de los médicos de Estados Unidos poseen un

smartphone, con capacidad de uso de apps programadas de terceros (4, 5). En la App Store (Apple, Cupertino, California) y en la Google Play Store (Google, Mountain View, California) hay aproximadamente 100.000 apps de teléfono móvil relativas a la salud (3). Estas apps incluyen fórmulas y cálculos médicos, guías para el control del peso y métodos de manejo de la medicación (6).

En este artículo se describe la creación de una app para teléfonos móviles y tabletas, destinada a simplificar el aprendizaje del tema complejo de la intervención en bifurcaciones arteriales coronarias. La intervención en una bifurcación arterial coronaria comporta el uso de técnicas complejas, que difieren considerablemente en función de cuál sea la lesión inicial. Según el carácter de la lesión (situada en la coronaria principal izquierda o en otro lugar) y la clasificación de Medina (la clasificación de

^aZena and Michael A. Wiener Cardiovascular Institute, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Nueva York, Nueva York; y la ^bAppLab, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Nueva York, Nueva York. Este proyecto no ha recibido ninguna financiación externa. El Sr. Kakkar es el cofundador científico y posee acciones como inventor en la compañía subsidiaria de Mount Sinai Rx.Health. El Dr. Sharma forma parte de los paneles de conferenciantes de Abbott, Boston Scientific, Cardiovascular System Inc., Abiomed y Trireme. El Dr. Atreja es el fundador científico y posee acciones de la compañía subsidiaria de Mount Sinai Rx.Health. Todos los demás autores han indicado no tener relaciones relevantes que declarar en relación con el contenido de este artículo.

Original recibido el 28 de mayo de 2018; original revisado recibido el 19 de agosto de 2018, aceptado el 21 de agosto de 2018.

**ABREVIATURAS
Y ACRÓNIMOS****App** = aplicación**SO** = sistema operativo**SUS** = puntuación de usabilidad del sistema**UI** = interfaz de usuario**UX** = experiencia del usuario

lesiones de bifurcación coronaria más ampliamente utilizada, que se basa en la presencia o ausencia de enfermedad significativa en la rama principal proximal, la rama principal distal y la rama lateral), son posibles múltiples permutaciones y combinaciones (7). No hay una única fuente de información que abarque por completo todos los escenarios posibles.

Nuestro centro es una unidad de intervención coronaria percutánea de gran volumen, que constituye también un centro de referencia para los casos muy complejos. Esta experiencia y el conocimiento basado en los estudios publicados nos ayudó a crear una app para teléfono móvil para esta intervención técnicamente difícil (7- 16). El objetivo fue poner nuestro conocimiento y experiencia a disposición de otros mediante la conversión del conocimiento médico en un prototipo de formación simplificado en forma de una app para teléfono móvil. Este proceso puede extrapolarse para crear otras apps de formación médica similares.

PROCESO DE DISEÑO DE LA APP

La conversión del conocimiento médico en una plataforma basada en una app requiere un abordaje multidisciplinario, con la participación de un formador médico, un equipo técnico para el desarrollo de la app y un ilustrador médico. La conversión de conceptos médicos complejos a un lenguaje simplificado para la codificación técnica fue la parte más difícil del diseño de la app médica. El papel del formador médico es crucial para coordinar el desarrollo de cada fase con estrategias de comunicación claras. Se comenta la forma en la que se construyó inicialmente el conocimiento y se deconstruyó luego para facilitar el desarrollo de la app. Para facilitar la comprensión, se ha dividido el proceso de desarrollo de la app en las 10 fases siguientes (**ilustración central**).

FASE DE CONCEPTUALIZACIÓN. Esta fase es la que requiere un *brainstorming* (puesta en común de una lluvia de ideas) y la elección de un tema médico complejo que pueda ser simplificado para el aprendizaje. El formador médico puede seleccionar o rechazar un tema concreto en función de su valor formativo y su posibilidad de comunicación a través de una plataforma de app. Los autores eligieron las técnicas de la intervención percutánea de bifurcaciones arteriales coronarias como tema central de la app ya que la intervención puede explicarse de forma escalonada con ilustraciones. Esta es la fase de reflexión que puede durar entre unos días y varias semanas o meses.

FASE DE PREPARACIÓN. Esta fase requiere que el formador recopile el conocimiento médico existente sobre el tema central. La información incluye una búsqueda de

los artículos publicados en revistas con revisión externa, libros de medicina y la experiencia de la práctica clínica real por parte de expertos en ese campo concreto. Esta fase permite al formador médico obtener un amplio conocimiento del tema antes de elaborar el contenido de formación. Esta fase incluye también la creación de un equipo básico formado por un ilustrador médico y un equipo técnico de desarrollo de apps. Es preferible la participación de ilustradores médicos por su experiencia en este campo y porque es más probable que puedan expresar las ideas a través de ilustraciones de un modo eficaz. Puede ser necesaria también la participación de un creador de animación avanzada, un especialista en videografía y un editor, según cuál sea la naturaleza de las demandas del contenido de la app. Sería preferible un equipo con experiencia en el desarrollo de apps médicas. Esta fase es la más prolongada, ya que incluye la obtención del conocimiento médico y la formación de un equipo básico. El coste de la elaboración de una app podría ser un factor limitante. Esta fase incluye también la toma de decisiones económicas y la formación, en función de ello, del equipo básico de desarrollo de la app.

Aspectos económicos. Esta parte del desarrollo de una app es sumamente variable y negociable. El coste de desarrollar una app móvil puede dividirse en 3 componentes principales: 1) coste de creación de contenidos; 2) coste del desarrollo técnico de la app; y 3) coste de lanzamiento y promoción de la app (**figura 1**). El coste de la creación de contenidos es sumamente variable, y depende de la experiencia del creador y de la complejidad de los contenidos. La generación del contenido puede requerir la participación de múltiples creadores, como un ilustrador médico, un creador de animaciones médicas, un especialista en videografía y un editor de vídeo, según el tipo de contenido necesario para la app. El coste del desarrollo técnico de la app es el que consume la parte más importante del desarrollo de la app. La mayor parte de los equipos técnicos de desarrollo de apps proporcionan una previsión de todo el proceso en horas y su coste corresponde a una cantidad fija o a una tarifa por hora. Así pues, cuanto más complejo es el trabajo, más horas serán necesarias para llevarlo a cabo y, a su vez, mayor será el coste. Los factores que suelen influir en el coste del desarrollo técnico de la app son el alcance de la app, la complejidad de la base de datos, el número de plataformas (por ejemplo Apple iOS, Google Android, Web, etcétera), las versiones (por ejemplo, versión para móvil, versión para tableta, etcétera), las licencias y los costes de alojamiento permanente en la red. Además, puede ser necesario el equipo técnico para mantener y actualizar la app tras su lanzamiento. Algunos equipos técnicos de desarrollo de apps proporcionan planes globales que incluyen el desarrollo y también el mantenimiento de la app. El coste de promoción y puesta en marcha de la app

ILUSTRACIÓN CENTRAL Proceso de desarrollo de la app

 FASE 1 Concepto	✓ <i>Brainstorming</i> y elección del tema
 FASE 2 Preparación	✓ Recopilación de todo el conocimiento médico existente sobre el tema central ✓ Análisis de los costes y los aspectos legales
 FASE 3 Algoritmo	✓ Conversión de todo el conocimiento disponible en un algoritmo
 FASE 4 Deconstrucción	✓ Deconstrucción del algoritmo en un "mapa" (un diagrama que muestra el flujo del tema de la aplicación)
 FASE 5 Desarrollo de las imágenes	✓ Creación de las ilustraciones necesarias para expresar los conceptos ✓ Diseño del logo de la app
 FASE 6 Interfaz de usuario	✓ Toma de decisiones generales respecto a aspecto y estilo, si la app se mostrará en formato vertical o apaisado y de qué manera navegará el usuario por las páginas
 FASE 7 Fase técnica del desarrollo	✓ El diseñador (UI/UX) toma las decisiones de detalle del diseño ✓ El arquitecto de programación y el desarrollador de programación planifican y codifican la app
 FASE 8 Pruebas	✓ Realización de pruebas y verificación de la usabilidad y la facilidad de aprendizaje de la aplicación
 FASE 9 Lanzamiento	✓ Publicidad y difusión a posibles usuarios
 FASE 10 Mantenimiento	✓ Actualizaciones y mejoras (vuelta a la fase 8)

● Formador médico
 ● Formador + Ilustrador
 ● Equipo técnico (gestor, diseñador, arquitecto, desarrollador)

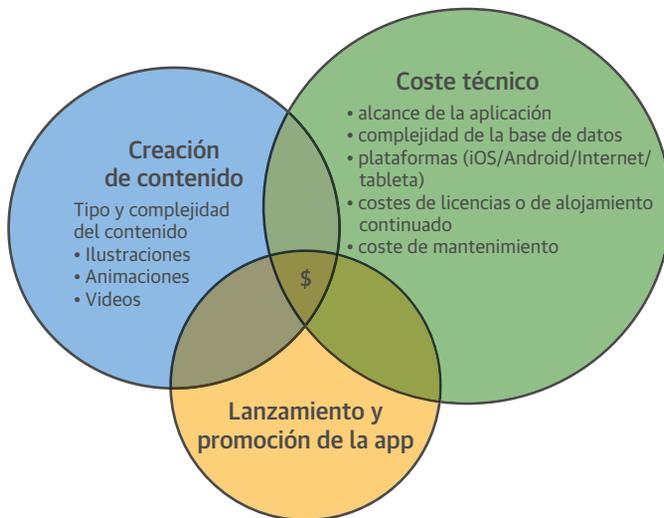
Bhatheja, S. et al. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(20):2518-27.

La **línea de flechas** en la parte superior corresponde a las fases del proceso de desarrollo de la app por orden cronológico. El tamaño de las flechas indica el tiempo comparativo requerido por cada fase. El color de las flechas corresponde al miembro del equipo (formador, equipo técnico de desarrollo de la app e ilustrador médico) responsable de la labor principal en esta fase concreta. La ilustración muestra algunas partes del equipo de desarrollo de la app básica y sus respectivas funciones en él.

depende de los medios de comunicación utilizados para la promoción y del número de plataformas en las que se presente la app. Este componente es el que requiere la parte más pequeña del presupuesto de la app. Los costes incluyen la adquisición de los dominios de Internet para el lanzamiento de las apps, el registro de las cuentas de los desarrolladores en iOS (Apple) y en Android (Google) para publicar la app en esas plataformas. La promoción de la app puede hacerse sin coste alguno a través de las redes sociales y de servicios de vídeo a través de Internet como YouTube (YouTube LLC, San Bruno, California). Por otro lado, puede contratarse a una compañía de promoción de apps profesional a un coste razonable.

Aspectos legales. Para facilitar su comprensión, los aspectos legales del desarrollo de una app pueden dividirse en 2 partes: propiedad intelectual y su protección y privacidad y condiciones de uso. La propiedad intelectual

incluye la de las ilustraciones, los gráficos, los diseños, el logo de la app, el contenido escrito (algoritmos, diagramas de flujo, etcétera) y la app escrita en un lenguaje técnico específico de cada plataforma (código fuente). Es prudente disponer de un contrato legal respecto a la propiedad intelectual con los demás miembros del equipo, incluido el equipo de desarrollo de la app y el ilustrador médico. Debe tenerse en cuenta también la protección de la propiedad intelectual respecto a un posible uso incorrecto o robo mediante la patente como nueva innovación, el registro como marca comercial del nombre y el logo de la app; los derechos de propiedad del diseño, los gráficos, el código fuente y el contenido escrito. Las condiciones de uso constituyen un contrato entre los usuarios de la app y el desarrollador de la app, que incluye una descripción detallada de lo que se considera un uso apropiado e inapropiado de la app. Por ejemplo, una app

FIGURA 1 Aspectos económicos del desarrollo de una app

Los 3 componentes principales del coste de desarrollo de una app son la creación de contenido, los costes técnicos y el lanzamiento y promoción de la app. El tamaño del círculo es proporcional a la cantidad de dinero empleada en cada componente. Se enumeran los principales factores que influyen en el coste de cada componente.

creada para la formación médica debe usarse para el aprendizaje y no como herramienta para el tratamiento de los pacientes. Una declaración adecuadamente redactada de las condiciones de uso puede evitar al formador demandas de responsabilidad médica y debe ser examinada por un abogado antes de publicarla en la app. Si la app pretende recoger información que permita la identificación personal de los usuarios, es esencial disponer de una política de privacidad en la que se explique qué información será utilizada por el desarrollador de la app. El formador debe ser consciente de que la inclusión de datos o imágenes de pacientes puede requerir el permiso del comité de ética de investigación del centro, en función de las políticas locales de la institución.

FASE DE DESARROLLO DEL ALGORITMO. Si el tema médico complejo tiene múltiples conceptos o etapas, el formador convierte la información actualmente existente en un algoritmo. El desarrollo del algoritmo es el primer intento del formador de poner sobre el papel la idea, el flujo propuesto para la app y el contenido científico. Se utilizó el programa Microsoft Word (Microsoft, Redmond, Washington) para el algoritmo de BIFURCAID. Sin embargo, puede usarse cualquier programa informático de texto simple (por ejemplo, Pages software; sistema operativo Macintosh, Apple, Cupertino, California) o de notas escritas a mano. Nuestro método de desarrollo del algoritmo funciona especialmente bien para un tema en el que haya una cantidad considerable de conocimientos y guías previos. Esta es la parte más grande del desarrollo

de la aplicación, y requiere múltiples revisiones y exámenes de expertos. Por ejemplo, la app se dividió en dos grandes apartados: tronco común y localizaciones distintas del tronco común. Estos apartados se subdividieron según todas las opciones posibles, aplicando la clasificación de Medina. Partiendo del tipo de la clasificación de Medina, se explicó cada técnica de forma escalonada.

FASE DE DECONSTRUCCIÓN. Los algoritmos elaborados en la fase previa se deconstruyen en “mapas” de la app en esta fase. Un mapa es un diagrama de flujo que muestra el flujo que se sigue en el tema de la app, lo cual ayuda al equipo técnico a percibir la complejidad de la app. Una vez realizado el diagrama de flujo, cada subapartado del mapa se identifica con un número de carpeta específico. Estos números de carpeta resultan muy útiles para proporcionar el contenido de la aplicación al equipo técnico de codificación. Para BIFURCAID, cada apartado (tronco común y localización distinta del tronco común) se dividió en diagramas de flujo separados. A cada subapartado del diagrama de flujo se le asignó un número de carpeta. Se crearon hojas de cálculo de Excel (Microsoft) con imágenes escalonadas de una determinada técnica de intervención en la bifurcación, así como el texto asociado a cada imagen. El número de la hoja de cálculo en Excel era el mismo que el de la correspondiente carpeta del mapa. Esto ayudaba al equipo de desarrollo técnico de la app a identificar claramente la ubicación precisa de la imagen y el correspondiente texto en el flujo de la app. Dado que el equipo de desarrollo de la app tiene habitualmente poco o ningún conocimiento médico, es de capital importancia proporcionarles el contenido de una forma sistemática, con objeto de reducir las posibilidades de error en la codificación. La experiencia de los autores en la deconstrucción del algoritmo de BIFURCAID para los apartados de la intervención de la bifurcación del tronco común se presenta en la [figura 1 online](#), en la que se muestra cada paso del proceso de manera detallada. Se utilizó el programa Excel para comunicar el contenido de la app. Sin embargo, puede usarse cualquier programa que facilite la presentación de imágenes con un texto asociado de un modo escalonado. Por ejemplo, puede usarse el programa PowerPoint (Microsoft) para este fin, realizando archivos de imagen distintos para cada carpeta del diagrama de flujo. El programa PowerPoint permite presentar imágenes con un texto asociado de forma escalonada. El formador debe asegurar la fidelidad del número de la imagen y proporcionarlas todas por separado, ya que la app suele requerir un formato y tamaño concretos de las imágenes que dependen del tamaño de las pantallas en las que se mostrarán.

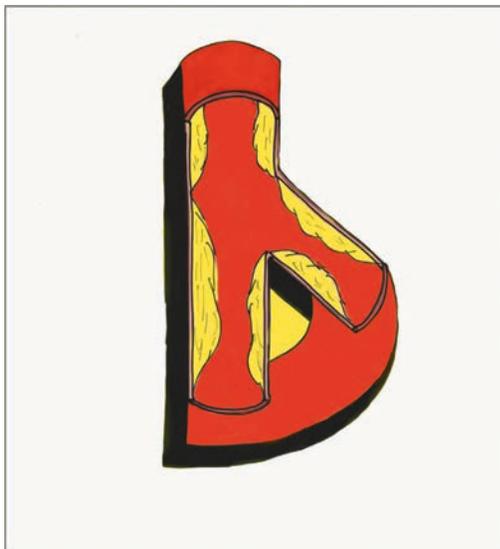
FASE DE DESARROLLO DE IMÁGENES. Esta fase se inicia cuando el educador ha completado la deconstrucción de todos los conceptos y se han realizado los diversos

pasos. Esta fase ayuda al formador a visualizar cada permutación y combinación de imágenes que puede ser necesaria para expresar los conceptos. La expresión creativa de las imágenes para explicar el concepto es posible con una comunicación excelente entre el formador y el ilustrador médico, lo cual incluye la descripción de imágenes y bocetos (esquemas toscos realizados por el formador médico). Habitualmente, el ilustrador médico proporciona inicialmente imágenes prototipo al formador, y pueden ser necesarias múltiples revisiones hasta que el formador considera que las imágenes son capaces de explicar bien el concepto. Los autores decidieron utilizar una plataforma de ilustración vectorial para desarrollar las imágenes, ya que ello proporciona una libertad de cambio de orientación del equipo de intervención de forma escalonada y permite generar múltiples imágenes a partir de un único archivo base. La ilustración vectorial proporciona también libertad de resolución ya que los diagramas basados en vectores pueden guardarse a la resolución deseada y utilizarse en plataformas diferentes.

Fase de diseño del logo. El diseño del logo es una parte muy importante de la fase de desarrollo de las imágenes. Se considera que el logo es la “cara” de la app y el objeto más importante a primera vista en la tienda de apps (17). El logo puede tener un efecto duradero en un usuario y puede afectar a las descargas que logre la app (18,19). La pertinencia respecto al tema y el uso amplio de colores vivos pueden facilitar que el logo destaque. Los autores utilizaron el programa Sketch and Illustrator (Adobe Systems, San Jose, California) para desarrollar el logo de BIFURCAID. Se utilizó una ilustración de una bifurcación arterial dentro de la letra “b” minúscula para hacer que el logo fuera pertinente para el tema central de la app. El uso amplio del color rojo sobre un fondo blanco facilitó que el logo destacara (figura 2).

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INTERFAZ DE USUARIO. Esta fase corresponde a la elección de los colores, el aspecto, la orientación (horizontal o vertical) y la forma de navegación de la app. El formador médico ayuda al equipo técnico de desarrollo de la app en la expresión de los conceptos médicos en la forma de la app. Se utilizó PowerPoint para comunicar el diseño de interfaz de usuario deseado. La interfaz de usuario evoluciona luego con la aportación creativa de un equipo de desarrollo de app. Es esencial incluir referencias por lo que respecta a apps relacionadas con el conocimiento médico. Las referencias pueden añadirse en un apartado distinto o pueden agregarse a cada punto de toma de decisión mediante un hipervínculo para que la app sea más intuitiva con objeto de poner al alcance de quien use la aplicación, de manera inmediata, la posibilidad de un aprendizaje profundo. El equipo técnico de desarrollo de la app puede proporcionar los bocetos iniciales de la interfaz de usua-

FIGURA 2 Logo de la aplicación

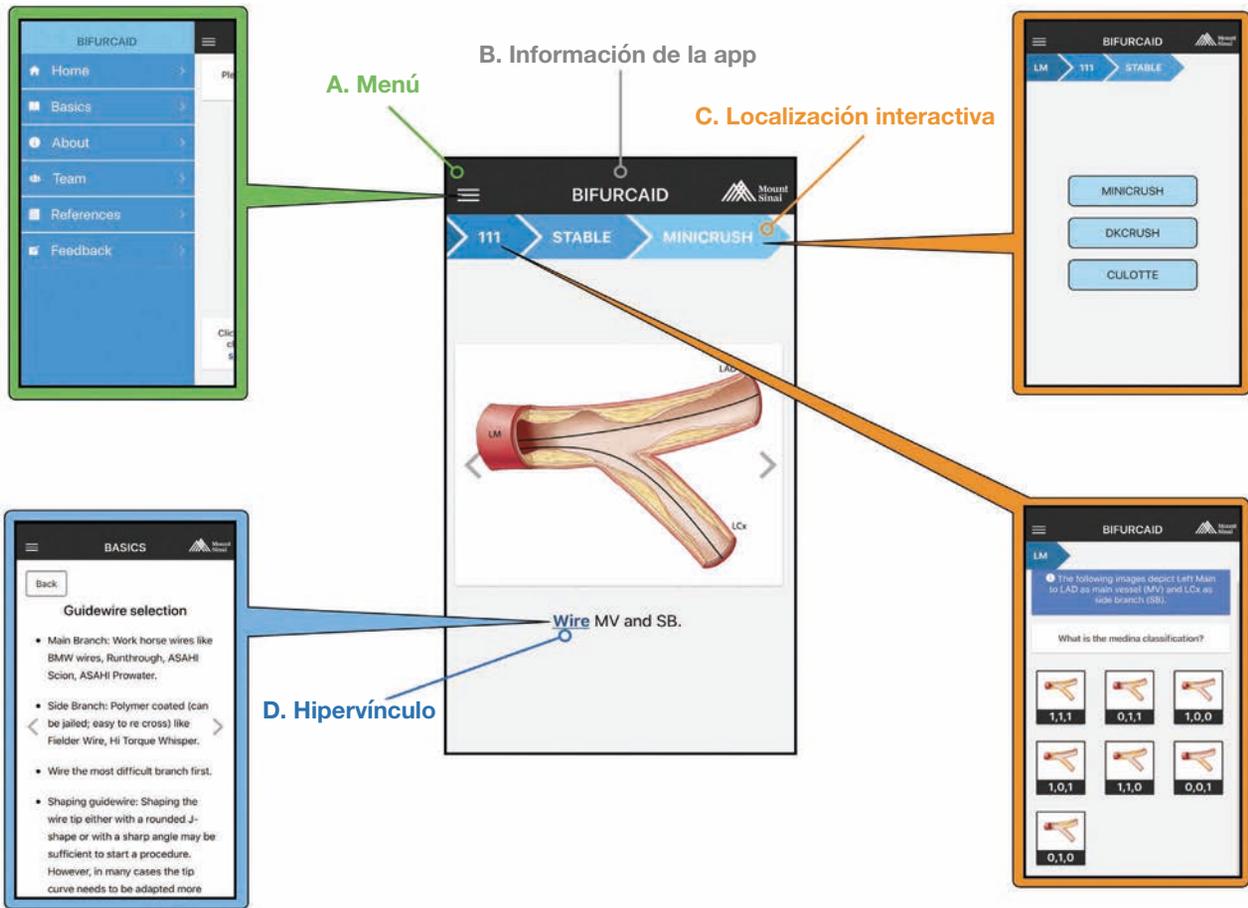


Se muestra la relación entre el diseño del logo y el tema de la aplicación. Uso de la imagen de una bifurcación vascular dentro de la letra **b** minúscula en el caso de la app BIFURCAID. El color **rojo** sobre fondo **blanco** ayuda a destacar el logo.

rio, como la pantalla de inicio, el menú y las pantallas dedicadas al material de aprendizaje. Estos bocetos proporcionan al formador médico una retroalimentación visual acerca de la respuesta de la app a la interacción y la información introducida por los usuarios. Las características de la interfaz de usuario de BIFURCAID para la navegación en la app se muestran en la figura 3.

FASE TÉCNICA DE DESARROLLO DE LA APP. Esta fase se centra en la planificación de la arquitectura de la app y su codificación, y la lidera el equipo técnico de desarrollo de la app. Sería preferible un equipo que haya trabajado antes en proyectos de asistencia sanitaria a un equipo que no tenga experiencia previa. El equipo técnico de desarrollo de la app suele estar formado por 5 miembros: 1) director técnico; 2) diseñador de la interfaz del usuario/experiencia del usuario (UI/UX); 3) arquitecto del programa informático; 4) desarrollador del programa informático; y 5) realizador de pruebas. El director técnico supervisa todo el proceso de desarrollo de la app y asegura que el proceso tenga un desarrollo adecuado y oportuno. El diseñador de UI/UX trabaja en el diseño de la estética de la app (interfaz de usuario: combinaciones de colores de los botones, iconos y fondo, etcétera) y hace que la navegación en la app sea intuitiva (experiencia del usuario). El arquitecto del programa informático identifica los lenguajes de programación y el programa informático adecuados para realizar el desarrollo de la app. El desarrollador del programa informático escribe los

FIGURA 3 Características de la interfaz de usuario para la navegación en la app



(A) Menú: al pulsar en él se abre el apartado de menú de la app. **(B) Información de la app:** franja horizontal en la parte superior de la pantalla, que contiene el nombre de la app y el logo de la institución. Esta franja continúa estando visible en todas las pantallas de la app. **(C) Localización interactiva:** esta franja aporta información sobre el lugar de la app en el que se encuentra el usuario. Es interactiva y puede llevar al usuario a los lugares previos de toma de decisión en la app. Por ejemplo, si el usuario ha seleccionado la clasificación de Medina 1,1,1, un paciente hemodinámicamente estable y la técnica de miniplastamiento (Mini-crush), al pulsar en 1,1,1 en la franja de localización, la app lleva de nuevo al usuario a la clasificación de Medina. Otra posibilidad es pulsar en Mini-crush, lo cual llevará al usuario a todas las opciones técnicas dentro de la clasificación de Medina 1,1,1 para un paciente hemodinámicamente estable (Mini-crush, DK-crush y Culotte). **(D) Hipervínculo:** en la aplicación, el texto subrayado puede llevar al usuario al apartado pertinente dentro del apartado de "fundamentos de la intervención en una bifurcación". Por ejemplo, si el usuario pulsa en el hipervínculo "wire", esto le lleva al apartado de elección de la guía.

códigos de la app. Los códigos de la app se consideran los ladrillos con los que se construye la app. El realizador de las pruebas evalúa la fidelidad del código de la app y sugiere la reparación de *bugs* (fallos técnicos en el código de la app) para que el desarrollador realice las rectificaciones precisas antes de que la app esté lista para la realización de pruebas por parte del cliente (formador médico). Es muy importante una comunicación constante entre el equipo técnico y el formador médico a intervalos regulares y en cada una de las etapas. Habitualmente, el equipo técnico proporciona un prototipo de una parte de la app en un programa informático de ordenador, para

que el formador médico lo examine. Si el diseño general y la presentación del concepto en el prototipo se corresponden con lo pretendido por el formador, el equipo técnico continúa con la codificación.

FASE DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS. En esta fase, el formador pone a prueba la app para determinar la integridad del contenido científico y examina las correcciones realizadas en el proceso de codificación para mejorar la experiencia general del usuario. Esta fase incluye también la realización de pruebas de usabilidad y facilidad de aprendizaje, con la ayuda de cuestionarios estandarizados. Esta fase de estudio piloto comporta la consulta a

expertos en el campo para que hagan aportaciones respecto al componente científico así como sus respuestas a un cuestionario respecto a la usabilidad y facilidad de aprendizaje. Dicho cuestionario proporciona una puntuación total, que puede atenerse a las referencias del sector en un país y proporciona una información de inestimable valor respecto a lo fácil que resulta navegar en la app y usarse (usabilidad) y lo fácil que les resulta a los usuarios recordar la forma de navegación en la app en un uso posterior (facilidad de aprendizaje). En el apartado posterior sobre métodos de encuesta se describe en detalle este proceso.

FASE DE LANZAMIENTO. Una vez demostrada la usabilidad y la facilidad de aprendizaje para el usuario y confirmada la integridad científica, el formador médico puede decidir el lanzamiento de la app. Habitualmente esta fase requiere publicidad y contacto con usuarios potenciales, ya que el objetivo último de la app es llegar al mayor número posible de personas que la utilicen para el aprendizaje en la formación médica, y sus comentarios pueden ser de inestimable valor para el desarrollo de versiones posteriores. También tiene capital importancia trabajar en los aspectos legales de la app antes de su lanzamiento.

FASE DE MANTENIMIENTO. Las actualizaciones se realizan habitualmente para rectificar errores técnicos en la app (reparación de *bugs*), mejorar la interfaz de usuario o actualizar el contenido científico a medida que avanzan los conocimientos en el campo, o si el formador médico desea añadir más pasos, que podrían constituir una extensión de una app previa. Estas variables no tienen una cronología fija y pueden actualizarse según las necesidades. La actualización de una app es un componente importante de su fase de mantenimiento. La investigación sobre la usabilidad del sistema después del lanzamiento de la app puede aportar nuevas perspectivas respecto al diseño general y la usabilidad de la app. Esto puede ser útil para mejorar la presentación de la app y la interactividad con el usuario en futuras versiones.

MÉTODOS DE ENCUESTA

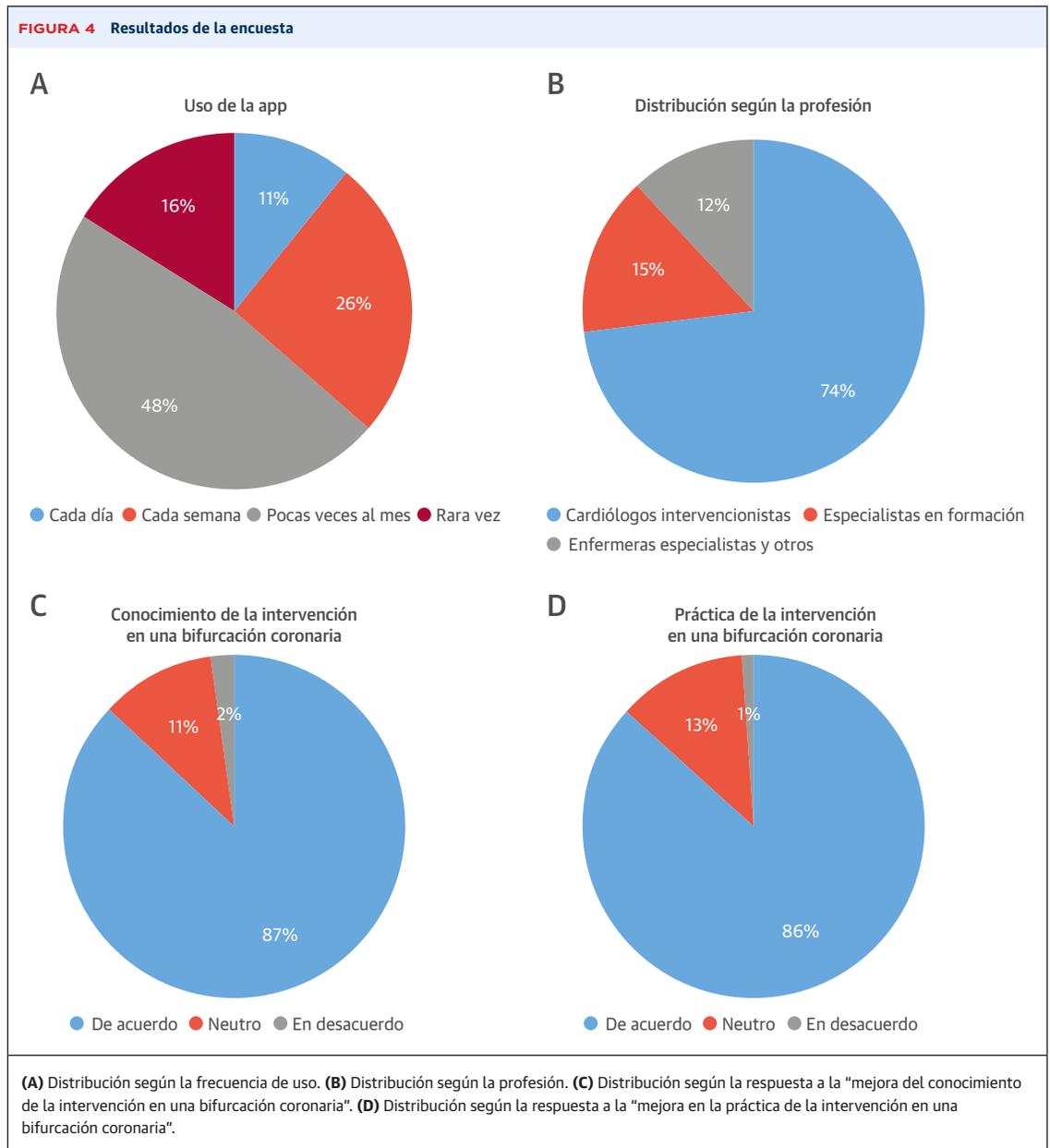
La escala de usabilidad del sistema (SUS, *System Usability Scale*) es un instrumento muy fiable (20, 21), diseñado para obtener una valoración subjetiva de la usabilidad percibida y de la satisfacción del usuario. Según Nielsen (20), la usabilidad se define como un atributo que evalúa hasta qué punto resulta fácil interactuar con una interfaz de usuario (22). La facilidad de aprendizaje se define como el grado en el que los usuarios son capaces de aprender la tecnología mediante el uso repetido (23). Se trata de un cuestionario de 10 ítems, con una escala de Likert de 5 puntos. Las opciones de respuesta van de

1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo). Los ítems 1, 3, 5, 7 y 9 están redactados con una formulación positiva, y los ítems 2, 4, 6, 8 y 10 con una formulación negativa (figura 2 online). El SUS permite diferenciar entre características de buena o mala usabilidad incluso con muestras de pequeño tamaño ($n = <10$ encuestados). La SUS se puntúa como sigue: de 0 a 64 es inaceptable, de 65 a 84 es aceptable, y de 85 a 100 es excelente; una puntuación de 81,3 corresponde al umbral de probabilidad de recomendar (PDR). Es probable que los usuarios recomienden un producto que tiene una media de puntuación de SUS de 81,3, mientras que los usuarios no recomendarían un producto con una media de puntuación de SUS de 67 (24). Con el empleo de análisis factorial, la SUS puede aportar una información adicional a través de 2 subescalas: una escala de "usabilidad" de 8 ítems y una escala de "facilidad de aprendizaje" de 2 ítems (23, 25).

RESULTADOS

Hasta enero de 2018, más de 2170 usuarios han descargado la app BIFURCAID en todo el mundo, para las plataformas de iOS (Apple) y Android (Google). Se envió a todos los usuarios un correo electrónico que incluía preguntas acerca de la ubicación del usuario, la frecuencia de uso y el tipo de profesión, junto con las preguntas de un cuestionario estandarizado para evaluar la usabilidad del sistema. Respondieron a la encuesta un total de 103 usuarios. La mayor parte de los que respondieron eran de Estados Unidos (46%). La mayoría de los encuestados, en su mayor parte cardiólogos intervencionistas en ejercicio (74%), utilizaban la app como mínimo una vez por semana. La mayor parte de ellos consideraban que BIFURCAID les había ayudado a mejorar sus conocimientos (87%) y su práctica de las intervenciones (86%) para la bifurcación coronaria (figura 4).

En términos generales, los usuarios consideraban que la app BIFURCAID daba buenos resultados. La media de la puntuación global de la SUS en el conjunto del grupo fue de 81,3, lo cual corresponde a una puntuación "excelente" según las respuestas estándares a la SUS (24). BIFURCAID alcanzaba la puntuación SUS de referencia del sector de que como mínimo 80 usuarios fuera probable que recomendaran el producto. La media de la puntuación de la subescala de "usabilidad" fue de 82,3; y la media de la puntuación de la subescala de "facilidad de aprendizaje" fue de 77,3. Una puntuación bruta de la SUS de 81,3 corresponde a una puntuación SUS superior a la del 98,19% del total de productos. La fiabilidad interna es buena, con un valor calculado de la alfa de Cronbach de 0,806. Con una media de la SUS de 81,3 y una DE de 16, en comparación con un valor de referencia global poblacional de la SUS de 68 y una DE de 12,5, se calculó el estadístico t. Se tomó la DE de la muestra como punto de



comparación, que es más específico para esta tecnología. El valor de *t* resultante producía un valor de *p* inferior a 0,005 (0,001), lo cual nos permite confirmar la significación estadística de esta muestra piloto. La app BIFURCAID alcanzó una puntuación máxima en la categoría de usabilidad de la puntuación SUS, con una media de 81,3.

Se obtuvieron también datos cualitativos con esta encuesta, con objeto de recoger los comentarios de los usuarios. A la mayor parte de los usuarios les gustó la navegación fácil por toda la app, la representación en imágenes de cada etapa de la intervención y el abordaje sistemático de una intervención compleja (figura 3 *online*). Los usuarios recomendaron también la inclusión de

vídeos, imágenes fluoroscópicas de casos difíciles y el acceso a la app *offline*, que hemos decidido actualizar en la próxima versión de la app. Los resultados de la encuesta indicaron que tan solo un 15% de los usuarios eran especialistas en formación.

DISCUSIÓN

La necesidad de formación médica es un tema de especial interés y la falta de materiales de formación completos debe ser el principal impulso para el desarrollo de una app de formación. Existen muchas apps médicas en las dos plataformas principales para teléfonos móviles.

Según la guía de la *Food and Drug Administration* de Estados Unidos, algunas apps se consideran dispositivos médicos y están sometidas a la correspondiente reglamentación (26). Sin embargo, las apps para la formación de los profesionales de la medicina y las guías de referencia no requieren un proceso de autorización por las autoridades reguladoras (27).

Los usuarios identifican habitualmente que una app tiene un contenido fiable por quienes la han elaborado. El hecho de que la app haya sido desarrollada por una sociedad médica importante o por los líderes en un determinado campo es una de las formas de poder valorar su autenticidad. La fiabilidad del contenido pasa a ser dudosa cuando intervienen en el diseño de la app profesionales de la salud de bajo nivel (28-30). La adopción de una app concreta por el usuario depende de su diseño, autenticidad del contenido y facilidad de aprendizaje.

Durante el proceso de desarrollo de la app encontramos varios obstáculos. La difusión de esta experiencia podría ser útil a otros formadores para preverlos y atenuarlos. Los principales obstáculos que podrían retrasar considerablemente el proceso de desarrollo de una app son los que se enumeran a continuación.

OBSTÁCULOS TÉCNICOS. La falta de conocimiento de los términos técnicos básicos y sencillos puede crear un obstáculo importante, que puede desalentar a la mayor parte de los formadores respecto a la creación de una app y puede prolongar notablemente la fase de reflexión. Además, los obstáculos técnicos pueden crear obstáculos de comunicación, que se comentan luego por separado. Nosotros estudiamos la literatura actualmente existente, el conocimiento básico acerca del proceso de realización de una app a partir de recursos como los de PubMed, la bibliografía tecnológica y las guías de plataformas específicas que publican las compañías tecnológicas.

OBSTÁCULOS ECONÓMICOS. El desarrollo de una app puede ser un proceso caro, que depende del contenido, la cantidad de apoyo tecnológico necesario y las necesidades de mantenimiento. El hecho de que la financiación sea limitada puede afectar negativamente tanto al desarrollo como al mantenimiento de la app. La determinación inicial del coste del desarrollo y el mantenimiento de una app puede ayudar al formador a presupuestar y obtener los fondos necesarios antes del inicio del proyecto. Otros formadores con experiencia en el desarrollo de apps y compañías de apoyo técnico pueden ayudar a estimar el posible coste en función del alcance de la app.

OBSTÁCULOS DE COMUNICACIÓN. El equipo de desarrollo de la app tiene una formación técnica y es habitual que su conocimiento médico sea escaso o nulo. Por otra parte, habitualmente el formador médico tiene un conocimiento técnico escaso o nulo. La comunicación entre

estos 2 equipos clave puede resultar difícil debido a las diferencias existentes en el lenguaje profesional. En nuestro caso, atenuamos este obstáculo mediante la comunicación regular (semanal o más frecuente) con el equipo técnico y la obtención de un conocimiento inicial de los términos y temas técnicos básicos. Los siguientes obstáculos podrían impedir la adopción generalizada de la app.

Necesidad en el tema. Si ya existe un buen recurso digital relativo al tema elegido por el formador, es posible que no se alcance una amplia aceptación. Así pues, resulta prudente realizar una elección cuidadosa del tema.

Diseño de UI/UX. Una interfaz con errores o poco intuitiva puede conducir a una pérdida de interés del usuario y tendría una utilidad de aprendizaje baja a pesar de que el tema sea de gran interés. La encuesta para determinar la puntuación SUS puede ser útil para establecer la usabilidad y la facilidad de aprendizaje de la app. El formador puede considerar la posible conveniencia de modificar el diseño de UI/UX con el equipo de desarrollo de la app si las puntuaciones son bajas.

Presentación y flujo del contenido. Dado que el formador no está presente en el momento de uso de la app, el flujo y la presentación del contenido desempeñan un papel crucial para mantener al usuario interesado. Las ilustraciones y animaciones que no son de alta calidad (resolución) y que no son autoexplicativas pueden afectar de manera importante a la utilidad de aprendizaje de la app.

Conocimientos del usuario sobre el uso de la app. Este obstáculo puede eliminarse haciendo que el diseño de UI/UX sea lo más sencillo e intuitivo posible. Un vídeo que muestre las características especiales de la app y la forma de usarlas en la página de "Acerca de" puede ser útil para reducir al mínimo este obstáculo.

Publicidad. Actualmente hay miles de apps relacionadas con la salud. El número de apps orientadas a la formación médica está aumentando también. La publicidad de la app de forma estratégica con la ayuda de las redes sociales, mediante la promoción en congresos científicos y con el empleo de portales digitales de formación médica puede ser útil para destacar la app y mejorar, a su vez, su amplia aceptación.

Necesidad de Internet o a datos telefónicos para el acceso. El empleo de un gran número de ilustraciones de alta resolución, imágenes, vídeos y animaciones puede aumentar sustancialmente el tamaño de la app. Las dos principales plataformas de teléfono móvil, iOS y Android, imponen unos límites de tamaño de la app y no aceptan apps muy voluminosas. Esto obliga a los desarrolladores de apps a reducir el volumen de la app mediante la inclusión de la interfaz de usuario y los componentes esenciales que hacen que la app funcione con agilidad en la app descargada por el usuario y mantener todas las ilustra-

ciones de alta resolución, imágenes, vídeos y animaciones en un servidor seguro. En muchas partes del mundo, no se dispone con facilidad de un servicio de Internet activo y rápido. Además, si el usuario se desplaza por el campo o está en el sótano de un edificio, es posible que la recepción de datos por teléfono no sea óptima. Para atenuar estos problemas, puede proporcionarse una versión de la app en baja resolución que el usuario puede utilizar sin estar conectado a Internet y que pueda volver a conectarse automáticamente a la versión de alta resolución si se dispone de acceso de Internet. Otra posibilidad es crear una versión de la app en Internet que pueda usarse con dispositivos con una conexión Ethernet fija (es decir, portátiles y ordenadores de sobremesa) si no hay un acceso inalámbrico.

Las pruebas de la app con herramientas estandarizadas como la puntuación de usabilidad del sistema proporcionan una mayor perspectiva respecto al diseño de la interfaz de usuario y definen la necesidad de nuevas mejoras. Los comentarios de los usuarios son de inestimable valor y ayudan a mejorar el diseño y el contenido científico de la app. Las app en plataformas de teléfono móvil o tableta brindan la oportunidad de actualizar el contenido de la app con los avances más recientes en el campo o el tema. El alcance mundial y el funcionamiento intuitivo son 2 de las principales virtudes de la formación

y el aprendizaje mediante apps. El objetivo principal de la presente app es mejorar el conocimiento acerca de la intervención de la bifurcación coronaria en especialistas en formación y en cardiólogos intervencionistas en la fase inicial de su desarrollo profesional. Los resultados de la encuesta indicaron que tan solo un 15% de los que respondieron eran especialistas en formación y que debíamos adaptar la estrategia para llegar a un mayor número de ellos en todo el mundo.

CONCLUSIONES

El alcance mundial, la portabilidad, el aprendizaje rápido, la interfaz de usuario sumamente interactiva y las ilustraciones hacen que las app para móviles sean herramientas de formación muy eficaces. La difusión de esta experiencia de desarrollo de una app puede ser útil a otros formadores médicos para comunicar sus conocimientos de formas más innovadoras, lo cual facilitará luego nuevos avances en el campo de la formación médica.

DIRECCIÓN PARA LA CORRESPONDENCIA: Dr. Annapoorna Kini, Mount Sinai Hospital, One Gustave L. Levy Place, Box 1030, New York, New York 10029. Correo electrónico: annapoorna.kini@mountsinai.org. Twitter: @MountSinaiHeart, @MountSinaiNYC.

BIBLIOGRAFÍA

- Masic I, Pandza H, Toromanovic S, et al. Information technology in medical education. *AIM* 2011;19:161-7.
- Sandars J, Patel R, Goh PS, et al. The importance of educational theories for facilitating learning when using technology in medical education. *Med Teach* 2015;37:1039-42.
- Kelli HM, Witbrodt B, Shah A. The future of mobile health applications and devices in cardiovascular health. *Euro Med J Innov* 2017:92-7.
- Reusche R, Buchanan PJ, Kozlow JH, et al. A systematic review of smartphone applications for plastic surgery providers. *Ann Plast Surg* 2016;77:6-12.
- Chase J. I pads and other drugs. *Med Mark Media* 2013:10-1.
- Stevens DJ, Jackson JA, Howes N, et al. Obesity surgery smartphone apps: a review. *Obes Surg* 2014;24:32-6.
- Medina A, Suarez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006;59:183.
- Sawaya FJ, Lefevre T, Chevalier B, et al. Contemporary approach to coronary bifurcation lesion treatment. *J Am Coll Cardiol Intv* 2016;9: 1861-78.
- Ormiston JA, Webster MW, El Jack S, et al. Drug-eluting stents for coronary bifurcations: bench testing of provisional side-branch strategies. *Catheter Cardiovascular Interv* 2006;67: 49-55.
- Chevalier B, Glatt B, Royer T, et al. Placement of coronary stent in bifurcation lesions by the "culotte" technique. *Am J Cardiol* 1998;82: 943-9.
- Colombo A, Gaglian A, Nakamura S, et al. "Kissing" stents for bifurcational coronary lesion. *Catheter Cardiovasc Diagn* 1993;30:327-30.
- Sharma SK, Choudhury A, Lee J, et al. Simultaneous kissing stents (SKS) technique for treating bifurcation lesions in medium-to-large size coronary arteries. *Am J Cardiol* 2004;94: 913-7.
- Schampaert E, Fort S, Adelman AG, et al. The V-stent: a novel technique for coronary bifurcation stenting. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;39:320-6.
- Chen SL, Zhang JJ, Ye F, et al. Crush technique: modified treatment of bifurcation lesions in coronary artery. *Chinese Med J* 2005;118:1746-50.
- Iakovou I, Ge L, Colombo A, et al. Contemporary stent treatment of coronary bifurcations. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1446-55.
- Panwar SR, Rajamanickam A, Kini A. Bifurcation lesions. In: Kini A, Sharma S, Narula J, editors. *Practical Manual of Interventional Cardiology*. New York: Springer, 2014:139-59.
- Wang M, Li X. Effect of the aesthetic design of icons on app downloads: evidence from an android market. *Electron Commer Res* 2017;17: 83-102.
- Choi JH, Lee HJ. Facets of simplicity for the smartphone interface: a structural model. *Int J Hum Comput Stud* 2012;70:129-42.
- Hou K-C, Ho C-H. A preliminary study on aesthetic of apps icon design. Paper presented at: Proceedings of 5th International Congress of the International Association of Societies of Design Research, 2013, Tokyo Japan.
- Nielsen J. Usability 101: Introduction to Usability [Internet]. Nngroup.com. 2017 [cited 9 March 2017]. Available at: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-tousability/>. Accessed November 14, 2017.
- Lewis J, Sauro J. The factor structure of the system usability scale. *Human Centered Design* 2009:94-103.
- Bangor A, Kortum P, Miller J. An empirical evaluation of the system usability scale. *Int J Hum Comput Interact* 2008;24:574-5.
- Sauro J. A practical guide to the system usability scale: background, benchmarks & best practices. Denver: Measuring Usability LLC, 2011.
- Sauro J. Measuring U: 10 Things to Know About the System Usability Scale (SUS) [Internet]. Measuringusability.com. 2017 [cited 5 March 2017]. Available at: <http://www.measuringusability.com/blog/10-things-SUS.php>. Accessed November 14, 2017.
- Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. *J Usability Studies* 2009;4: 115-24.

26. U.S. Food and Drug Administration. Draft Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff—Mobile Medical Applications. Available at: <http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm263280.htm>. Accessed December 12, 2017.

27. Barton AJ. The regulation of mobile health applications. *BMC Med* 2012;10:46.

28. O'Neill S, Brady RR. Colorectal smartphone apps: opportunities and risks. *Colorectal Dis* 2012;14:530-4.

29. Hamilton AD, Brady RR. Medical professional involvement in smartphone "apps" in dermatology. *Br J Dermatol* 2012;167:220-1.

30. Rosser BA, Eccleston C. Smartphone applications for pain management. *J Telemed Telecare* 2011;17:308-12.

PALABRAS CLAVE educación sanitaria cardiovascular, bifurcación coronaria, aplicación para teléfono móvil, intervención coronaria percutánea

APÉNDICE Pueden consultarse figuras complementarias en la versión de este artículo *online*.