

**SAIM BY MEDImages**

**Parte 8: Evaluación de Impacto económico, social y ambiental**

**Ensayo**

**Juan Jose Garcia Carabali**

**Karol Tatiana Guacas Piamba**

**Juan David Lopez Ramirez**

**Jessica Sthefanya Robayo Solarte**

**I. Introducción**

La tecnología de imágenes médicas ha revolucionado el campo de la medicina, proporcionando valiosa información diagnóstica para los profesionales de la salud. Particularmente la tomografía computarizada (TC) se ha convertido en una herramienta indispensable en el diagnóstico y seguimiento de diversas condiciones médicas. Sin embargo, el uso de la tomografía computarizada también conlleva impactos económicos, sociales y ambientales para la sociedad que deben abordarse de manera responsable; dado que es de suma importancia al desarrollar y utilizar un simulador de artefactos de imágenes de tomografía computarizada (TC). Estos aspectos no solo tienen un efecto directo en la eficiencia y la calidad de la atención médica, sino también en la sostenibilidad de la tecnología y en el bienestar de la sociedad.

Razón por la cual, en este ensayo, exploraremos cómo se pueden poner en práctica los conceptos de impacto económico, social y ambiental en un simulador de artefactos de imágenes de tomografía computarizada, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad de esta tecnología.

**Impacto económico:**

El impacto económico abarca los aspectos económicos relacionados con el uso del simulador de artefactos de TC. Al considerar el impacto económico, se busca maximizar los recursos disponibles y optimizar los costos asociados con la adquisición y el mantenimiento del equipo de TC. Esto implica evaluar los gastos operativos, como el consumo de energía, los insumos necesarios y los costos de mantenimiento, y buscar formas de reducirlos sin comprometer la calidad de la simulación.

Además, el impacto económico también se relaciona con la eficiencia del simulador. Un simulador de artefactos de TC eficiente puede beneficiar la formación y capacitación de los profesionales de la salud, lo que a su vez puede reducir los costos asociados con errores de diagnóstico y tratamientos inadecuados. Al proporcionar una plataforma de práctica y aprendizaje efectiva, el simulador contribuye a mejorar la calidad de la atención médica y a optimizar los recursos económicos en el sector de la salud. Esto significa que se pueden evitar gastos innecesarios y utilizar los recursos de manera más efectiva, lo que tiene un impacto positivo tanto en los pacientes como en los sistemas de salud en general.

**Impacto social:**

El impacto social del simulador de artefactos de TC se refiere a cómo afecta a las personas y a la sociedad en general. Es importante considerar cómo el uso de este simulador puede mejorar la calidad de la atención médica y, por ende, la vida de los pacientes. Al permitir a los profesionales de la salud identificar y corregir artefactos de manera más efectiva, se contribuye a la obtención de diagnósticos más precisos y a un tratamiento adecuado, lo que puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de los pacientes.

Además, el simulador también puede tener un impacto social significativo al mejorar la formación y la capacitación de los profesionales de la salud al proporcionar una herramienta de entrenamiento de alta calidad, se fortalece el conocimiento y las habilidades de los médicos y técnicos, lo que se traduce en una atención médica mejorada y una mayor confianza en el sistema de salud en general. Esto puede ser especialmente relevante en áreas con recursos limitados o en comunidades desatendidas donde el acceso a una capacitación de calidad puede ser limitado.

**Impacto ambiental:**

El impacto ambiental del simulador de artefactos de TC se refiere a cómo su uso afecta al medio ambiente. La tecnología médica, incluida la TC, puede tener un consumo significativo de energía y recursos naturales, así como generar residuos y emisiones. Al desarrollar y utilizar el simulador, es importante considerar medidas para minimizar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad.

Esto puede incluir la implementación de prácticas de ahorro de energía, el uso de materiales y componentes eco amigables

El acelerado desarrollo de las tecnologías ha permitido que los fabricantes de software sean cada vez más ambiciosos con respecto a los productos que generan. Año tras año, nuevas versiones de software aparecen en el mercado con requerimientos de hardware que son cada vez más exigentes. Esto ha ocasionado una constante renovación de equipos por parte de los usuarios y una alta tasa de hardware desechado, con impacto sobre el medio ambiente, dados los componentes que los constituyen. Asimismo, los productos de software podrían afectar al ambiente a través de las radiaciones ionizantes que se generen durante su uso y la utilización de productos o sustancias no bio-degradables para su funcionamiento. Junto a esto, existen algunas otras problemáticas ambientales que se asocian al uso de productos de software, como dolores de cabeza, fatiga, ardor o cansancio en la vista, dolor de espalda, en el cuello, en los hombros y mareos.

**II. Impacto económico en un simulador de imágenes médicas**

Para poder analizar el impacto económico del proyecto, es de vital importancia considerar análisis derivados que permitan tener una visión amplia y detallada de lo que se pretende encontrar en el producto una vez se encuentre disponible para su lanzamiento, pudiendo garantizar la prevalencia de este en el mercado, para esto se realiza un análisis de mercado en el cual se identifica factores como segmentación de clientes, identificación de tendencias de descargas, regulaciones legales y culturales, entre otros. Para el desarrollo de este impacto se hace apoyo en el libro Product and desing development.

**Análisis de mercado**

Durante esta etapa de busca realizar un estudio de mercado para poder definir e identificar la población objetivo.

**Población objetivo:** Universidades o institutos que ofrezcan el programa de radiología e imágenes diagnósticas.

Partiendo de la población objetivo se realiza una investigación para conocer cuántas universidades o institutos en Colombia ofrecen el programa de radiología e imágenes diagnósticas, para poder tener una visión general de cuántos profesionales, técnicos o tecnólogos son de este ámbito.

Universidades o institutos que ofertan radiología e imágenes diagnósticas

* + - Universidad Nacional A Distancia
    - Fundación Universitaria del Área Andina
    - Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud
    - Tecnológica Autónoma de Bogotá
    - Fundación Universitaria Navarra
    - Corporación Universitaria de Ciencias Empresariales, Educación y Salud

El estudio se realiza con el fin de poder tener una estimación del alcance del producto (software) en cuestión para poder suplir la necesidad de los estudiantes o graduados de las instituciones de educación superior de radiología e imágenes diagnósticas. La empresa se dedicará a la creación del código fuente de la creación del simulador en imágenes médicas y para ello se establecen unos pasos a seguir en la creación del software.

**A. Análisis de costos y beneficios**

Para esto se debe realizar diferentes estudios de los costos del desarrollo, implementación y mantenimiento del simulador, también se deben considerar el costo de adquisición del software, las licencias, el personal técnico, el soporte y las actualizaciones. Evaluar los beneficios económicos del uso del simulador, como la reducción de costos en capacitación, ahorro de recursos, mayor eficiencia y mejora de la precisión diagnóstica también son factores importantes.

**Costos de arranque**

Dentro de los costos de arranque se encuentran los asociados al estudio de mercado. En primer lugar, se tienen los costos directos del estudio que corresponden a mano de obra y recursos físicos como los tecnológicos y costos indirectos como el internet.

**Costos directos:** Para la mano de obra se tiene una cantidad de 4 ingenieros trabajando durante 12 horas cada uno, teniendo que, según TALENT la hora de trabajo de un ingeniero tiene un valor de $13.500, este ítem da un costo de $810.000. En recursos tecnológicos se cuenta con computador y celular por cada ingeniero, a partir de una breve investigación en ALKOSTO se fijaron precios promedios al computador de $2’000.000. Es decir que en recursos físicos se tiene un costo de $8’000.000.

**Costos indirectos:** El internet es un costo indirecto, durante el estudio de mercado cada

ingeniero trabajó independiente, es decir, no se contaba con una bodega para trabajar desde un mismo espacio, por lo que, el costo de un plan básico de internet hogar según MOVISTAR ronda en los $40.000, este se tiene en cuenta una única vez por cada ingeniero puesto que cada uno trabajó 12 horas, para tener un costo total de $160.000.

Se suman los costos directos e indirectos para conocer el costo total del estudio de mercado:

𝐂𝐨𝐬𝐭𝐨 𝐝𝐞𝐥 𝐞𝐬𝐭𝐮𝐝𝐢𝐨 𝐝𝐞 𝐦𝐞𝐫𝐜𝐚𝐝𝐨 = 8′000.000 + $160.000 = $8′160.000

**B. Identificación de oportunidades de mercado:**

Para lograr esto se debe Investigar y comprender el mercado de simuladores de imágenes médicas, Identificando las necesidades y demandas de los usuarios potenciales, como hospitales, centros de formación médica y clínicas y de esta manera adaptar el simulador a las necesidades específicas de cada mercado para aumentar su valor y atraer a más clientes interesados en utilizar la herramienta.

**C. Marketing y promoción efectiva:**

Desarrollar estrategias de marketing para dar a conocer el simulador de imágenes médicas y sus beneficios económicos, utilizando diferentes canales de comunicación, como redes sociales, sitios web y eventos médicos, en los cuales se debe destacar las ventajas económicas del simulador, para captar la atención de clientes potenciales y generar interés.

**D. Colaboración y asociaciones estratégicas:**

Es importante buscar oportunidades de colaboración y establecer asociaciones estratégicas con hospitales, fabricantes de equipos médicos y otros actores importantes en la industria. Estas colaboraciones pueden brindar beneficios adicionales, conocimientos especializados y acceso a una red más amplia de clientes potenciales. Trabajando juntos, podemos desarrollar soluciones que satisfagan las necesidades del mercado y generen un impacto económico positivo para todas las partes involucradas.

**III. Impacto social en un simulador de imágenes médicas**

Nuestro simulador en imágenes médicas para las instituciones de educación superior que no cuentan con los equipos necesarios, como para las zonas que no tienen acceso a la educación de alta calidad tanto de Ingeniería biomédica como a carreras afines a la salud y a poblaciones que no tienen centros de salud cercanos, E IPS brinda la oportunidad de adquirir un simulador de bajo costo con el cual facilitara el aprendizaje en imágenes diagnosticas, su importancia, cuáles son las imágenes sin artefactos, como realizar las pruebas de manera correcta, consideraciones a tener en cuenta antes de realizar las pruebas, posibles causas de error, prevención en casos de posible diagnósticos erróneos y que sea tratada a tiempo, además directamente para los estudiantes del área de la salud brinda la posibilidad de tener un paciente en cualquier momento que sea necesario, para realizar pruebas médicas, ver el comportamiento de ese tipo de diagnósticos tanto en estudios normales como en caso contrarios, y finalmente este puede despertar mayor interés en cuanto a las imágenes diagnósticas en general.

Establecer una ubicación o población de referencia para realizar el análisis social en relación con nuestra la problemática anteriormente planteada. Mediante esto se podra determinar aspectos esenciales para idear la comercialización de nuestro simulador de imágenes médicas a nivel regional-nacional.

La población que se escogió para aplicar el plan de acción es aquellos profesionales y estudiantes de técnicos en imágenes diagnósticas y personal encargado del cuidado de los pacientes, así como los encargados de la operación y mantenimiento de los equipos biomédicos. Por lo tanto, las siguientes profesiones entraran en el plan de acción:

* Médicos generales
* Médicos especialistas
* Estudiantes técnicos en imágenes diagnosticas
* Estudiantes de medicina
* Estudiantes de enfermería
* Ingenieros Biomédicos y practicantes

**A. Actualización constante del simulador:**

Mantener el simulador actualizado con los nuevos artefactos que puedan surgir en las tomografías computarizadas, para esto se debe tener un monitoreo continuo de las tendencias en la adquisición de imágenes médicas. La actualización del simulador garantizará que los usuarios estén expuestos a situaciones y artefactos reales mejorando la enseñanza y el aprendizaje.

**B. Promoción de buenas prácticas:**

Implementar módulos educativos en páginas el software que enseñan a los usuarios sobre las mejores técnicas de adquisición de imágenes, como por ejemplo la manipulación correcta de los equipos de tomografía computarizada, esto contribuirá a mejorar la calidad de las imágenes y a la seguridad de los pacientes.

**C. Consideración de la diversidad y la inclusión:**

El simulador de artefactos de TC debe tener en cuenta la diversidad de los pacientes y los profesionales de la salud. Esto implica la inclusión de una variedad de casos clínicos que reflejen diferentes grupos de personas y condiciones médicas, también se debe abordar aspectos culturales y de género para garantizar que el simulador sea sensible a las necesidades de todos los usuarios. Al considerar la diversidad y la inclusión, el simulador fomenta una atención médica más equitativa y culturalmente competente.

**D. Enfoque en la seguridad del paciente:**

Es de suma importancia que el simulador de artefactos de TC se enfoque en la seguridad del paciente y promueva las mejores prácticas al tomar e interpretar imágenes. Para esto se puede implementar que el simulador te brinde instrucciones claras sobre cómo reconocer y solucionar artefactos que podrían afectar negativamente el diagnóstico y el tratamiento. Además, incluir situaciones de entrenamiento que se centran en la comunicación efectiva con los pacientes y cómo manejar situaciones difíciles. Todo esto se hace para garantizar la seguridad del paciente y mejorar los resultados clínicos, así como la experiencia general de los pacientes.

**E. Retroalimentación y mejora continua:**

Es fundamental contar con mecanismos de retroalimentación y mejora continua para el simulador de artefactos de TC. Esto significa recopilar comentarios de los usuarios, como médicos, técnicos de radiología y estudiantes, para identificar áreas de mejora y realizar actualizaciones periódicas en el simulador en función de las necesidades y demandas del campo. La participación activa de los usuarios es clave para asegurar que el simulador se adapte a los avances tecnológicos y a las prácticas clínicas actuales. Al escuchar y atender las opiniones de los usuarios, se promueve la calidad del simulador y se garantiza su utilidad y relevancia en el entorno clínico.

**IV. Impacto ambiental en un simulador de imágenes médicas**

* **Calidad del producto:** Los materiales utilizados para la creación del dispositivo biomédico deben garantizar una armonía entre la preservación del medio ambiente y la funcionabilidad de este. Es necesario que dicha relación no afecte la vida útil del dispositivo y que a su vez mitigue el impacto ambiental negativo.
* **Imagen pública:** Presentar un dispositivo que tenga una aceptación positiva en cuanto a sus atributos que velan por el cuidado del medio ambiente a los clientes (en este caso a la universidad y quienes hagan uso de él) que repercuta en aceptación para próximos proyectos.
* **Innovación:** Establecer parámetros o requerimientos ambientales mínimos para la creación de nuevas tecnologías que vayan en pro del funcionamiento de los dispositivos.
* **Responsabilidad ética:** Implementar estrategias regidas por la ética y la moral donde prevalezca el compromiso con el medio ambiente, su preservación y cuidado sin dejar a un lado el desempeño del dispositivo biomédico.
* **Legislación ambiental:** Cumplir con los requerimientos ambientales para la creación de un dispositivo biomédico en Colombia, con toda la normatividad necesaria garantizando legalidad.
* **Demanda del mercado:** Estar en condiciones iguales o mejores de los simuladores en imágenes médicas presentes en el mercado y que a su vez cumpla con las exigencias de sostenibilidad y desarrollo.
* **Competencia:** Estar informados sobre las novedades en avance ambiental presentes en el mercado con el fin de poder encaminar y actualizar el simulador a realizar, asegurando su uso.
* **Organización comercial:** Crear un documento donde estén presentes todas las decisiones tomadas en cuanto a fundamentación de leyes que justifiquen el desarrollo del simulador y que a su vez contenga la parte ambiental.
* **Presión social:** Estructurar revisiones en periodos de tiempo para revisar que se siga cumpliendo con toda la normativa ambiental.

**Creación del equipo DFE**

La creación de un equipo multidisciplinario para el desarrollo de nuestro proyecto es de suma importancia, debido a que estos tendrán que trabajar en conjunto para poder llevar a cabo la tarea de que nuestro dispositivo sea tanto funcional como amigable con el medio ambiente.

Dentro de nuestro equipo para realizar el análisis ambiental de nuestro dispositivo se deberán de tener perfiles tales como:

* Ingeniero ambiental: Evaluará que la metodología implementada no sea tan contaminante para el medio ambiente y se cumpla con todas las normativas ambientales.
* Ingeniero biomédico: Establecerá la parte fisiológica funcional del dispositivo para su adecuado funcionamiento.
* Ingeniero de software: Estará encargado de que toda la parte funcional del software funcione adecuadamente sin ningún error.

Todos estos perfiles serán de vital importancia para poder llevar a cabo el desarrollo de nuestro producto priorizando la parte ambiental de este.

**VII. Conclusiones**

* Impacto social: Los simuladores en imágenes médicas son de vital importancia en el sistema de calidad de la salud, ya que por medio de esta se garantiza un buen diagnóstico y por tanto se asegura la calidad en el servicio al poder hacer una diferencia desde la formación profesional. Es importante realizar esa relación entre el Ingeniero Biomédico y la gestión y control de equipos biomédicos en Instituciones prestadoras de servicio de salud, puesto el Ingeniero Biomédico tiene la capacidad de interactuar con el medio de la salud a diferencia que otros tipos de ingenieros encargados del mantenimiento.
* Impacto ambiental: Para que el software pueda funcionar se requiere la utilización de hardware, por lo tanto, el impacto en el ambiente de los simuladores es significativo, se necesita tener los dispositivos encendidos durante largos periodos de tiempo generando un gran gasto de electricidad, si esta energía es obtenida mediante métodos convencionales requiere la utilización de recursos no renovables, también el uso, la reparación y actualización de hardware generan desechos electrónicos que produce contaminación toxica; Los benéficos de simuladores como el nuestro es que en un solo dispositivo se pueden tener varios, por ende se reduce la contaminación por desechos cuando se requiere cambio, actualización o se termina su vida útil.
* Impacto económico: El software constituye una herramienta crucial para el aumento de la productividad, ya que incorpora tecnologías y soluciones a los diferentes problemas que se presentan día con día, en Colombia solamente representa alrededor de diez mil millones de dólares. Según un informe entregado por Fedesoft, en Colombia se ha desarrollado un ecosistema digital, lo que ha permitido la dinamización de la industria de software y el desarrollo tecnológico en diferentes sectores de la economía.

**Referencias bibliográficas:**

* Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating Shared Value. Harvard Business Review, 89(1/2), 62-77.
* American Association of Physicists in Medicine. (s.f.). Simulation Tools. Recuperado de <https://www.aapm.org/>
* Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (s.f.). Impacto Ambiental. Recuperado de <https://www.epa.gov/>
* Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). Impacto Social. Recuperado de <https://www.ilo.org/>
* Mayo-Smith, W. W. (2008). The New Era of Radiology: Creating the Department of Diagnostic Imaging. Springer.
* Talent, 2023. Salario de un ingeniero biomédico. Disponible en: https://co.talent.com/salary?job=ingeniero%20biom%C3%A9dico#:~:text=Los%20cargos%20de%20nivel%20inicial,000%20al%20a%C3%B1o.
* Ríos Rincón, A. M., Cruz, A. M., Rodríguez Cheu, L. E., & Chaparro, J. (2010). LA INGENIERÍA BIOMÉDICA EN COLOMBIA: UNA PERSPECTIVA DESDE LA FORMACIÓN DEL PREGRADO. Revista de ingenieria biomedica, 4(7), 23–34. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1909-97622010000100004
* Prestación de servicios de salud. (s/f). Gov.co. Recuperado el 12 de noviembre de 2022, de https://www.cali.gov.co/salud/publicaciones/112472/prestacion\_de\_servicios\_de\_salud/
* "Espacios. Vol. 29 (3) 2008". Revista Espacios HOME. <https://www.revistaespacios.com/a08v29n03/08290361.html#:~:text=Asimismo,%20los%20productos%20de%20software,bio-degradables%20para%20su%20funcionamiento.>
* *La industria del software representa alrededor de US$10.000 millones en Colombia*. (s/f). Diario La República. Recuperado el 12 de mayo de 2023, de https://www.larepublica.co/internet-economy/la-industria-del-software-representa-alrededor-de-us-10-000-millones-en-colombia-3330546
* Portafolio. (s/f). *Industria de software, clave para atraer inversión extrajera al país*. Portafolio.co. Recuperado el 12 de mayo de 2023, de https://www.portafolio.co/innovacion/fedesoft-industria-de-software-clave-para-atraer-inversion-extrajera-a-colombia-573053