



Científica

ISSN: 1665-0654

ISSN: 2594-2921

revistacientifipn@yahoo.com.mx

Instituto Politécnico Nacional

México

Espinoza-Bautista, José Rodrigo; Álvarez-Ballesteros, Salvador;  
Carreto-Arellano, Chadwick; Patiño-Ortiz, Julián; Romero-Castro, Mario  
Método sistémico-transdisciplinar para el diseño de dispositivos eHealth  
Científica, vol. 24, núm. 1, 2020, -Junio, pp. 33-40  
Instituto Politécnico Nacional  
México

DOI: <https://doi.org/10.46842/ipn.cien.v24n1a04>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61461508004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

# Método sistémico-transdisciplinar para el diseño de dispositivos eHealth

José Rodrigo **Espinoza-Bautista**<sup>1</sup>

Salvador **Álvarez-Ballesteros**<sup>1</sup>

Chadwick **Carreto-Arellano**<sup>2</sup>

Julián **Patiño-Ortiz**<sup>1</sup>

Mario **Romero-Castro**<sup>3</sup>

Instituto Politécnico Nacional

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Zacatenco,  
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

<sup>2</sup>Escuela Superior de Computo,  
Unidad Profesional 'Adolfo López Mateos'  
Col. Lindavista, CP 07738, Ciudad de México.  
MEXICO.

<sup>3</sup>Servicios Axtel S.A. de C.V.

Avenida de los Insurgentes Sur 619, Col. Nápoles,  
Delegación Benito Juárez, CP 03810. Ciudad de México.  
MEXICO

correos electrónicos (emails):

[jespinozab1401@alumno.ipn.mx](mailto:jespinozab1401@alumno.ipn.mx), [salvarezorama@gmail.com](mailto:salvarezorama@gmail.com)

[ccarreto@ipn.mx](mailto:ccarreto@ipn.mx), [jpatinoo@ipn.mx](mailto:jpatinoo@ipn.mx)

[mario.romero@axtel.com.mx](mailto:mario.romero@axtel.com.mx)

Recibido 25-07-2019, aceptado 02-10-2019.

## Resumen

eHealth ha permitido mejorar el desempeño de múltiples sistemas de salud alrededor del mundo, a través de estrategias nacionales de integración (estructurada y coordinada) de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) al sector salud, sin embargo, una vez establecidas las bases para desarrollar e implementar soluciones eHealth, no existe un único camino para que los investigadores, ingenieros, médicos y otros interesados trabajen sobre la creación de soluciones eHealth. Por esta razón, se propone un método con enfoque sistémico-transdisciplinario para el diseño de dispositivos eHealth, con la intención de satisfacer los requerimientos y las necesidades de todos los involucrados en el uso del dispositivo, así como, con la normativa establecida en los diferentes países.

A partir del enfoque sistémico y transdisciplinar, se plantea la elaboración de un método que una sinérgicamente distintos métodos

sistémicos, que permita la continua colaboración y compartición de experiencias de los involucrados. En consecuencia, el método permitirá el diseño de dispositivos eHealth que, sin importar su uso, estén apegados a las necesidades del usuario, requerimientos del personal que lo utilizará, normativas y reglamentación del país donde se desarrollen y que brinden la satisfacción total en el dispositivo. Finalmente, el diseño de soluciones eHealth a través del pensamiento sistémico permite, a partir del análisis de las necesidades y requerimientos, entregar un producto que satisfaga a todos los involucrados y sea sustentable, a través de la exploración de diversas perspectivas, la observación del contexto, la participación de los involucrados, discusión y concordancia de intereses.

**Palabras clave:** soluciones eHealth, metodología, enfoque de sistemas, factor humano, transdisciplinariedad.

## Abstract

### (Systemic-Transdisciplinary Method for the Design of eHealth Devices)

eHealth has made possible to improve the performance of multiple health systems around the world, through national strategies of integration (structured and coordinated) of Information and Communication Technologies (ICTs) to the health sector, however, once the basis for develop and implement eHealth solutions are set, there is no single way for researchers, engineers, doctors and other stakeholders to work on the creation of eHealth solutions. For this reason, a method with a systemic-transdisciplinary approach is proposed for the design of eHealth devices, with the intention of satisfying the requirements and needs of all those involved in the use of the device and with the regulations established in the different countries.

From the systemic approach and transdisciplinary, the development of a method that synergistically different systemic methods, as well as, allowing the continuous collaboration and sharing of experiences of those involved, is proposed. Consequently, the method will allow the design of eHealth devices that, regardless of their use, are attached to the needs of the user, requirements of the staff that will use it, regulations and policies of the country where they are developed and also can provide total satisfaction of the device. Finally, the design of eHealth solutions through systemic thinking allows, from the analysis of needs and requirements, to deliver a product that satisfies all those involved and be sustainable, through the exploration of diverse perspectives, the observation of the context, the participation of those involved, discussion and agreement of interests.

**Index terms:** eHealth devices, methodology, systems thinking, human factor, transdisciplinary.

## 1. Introducción

Existen múltiples métodos para el diseño de dispositivos médicos [1], [2], [3], [4], [5], sin embargo, no se pueden aplicar totalmente en la elaboración de soluciones eHealth, dado que, en la mayoría de las soluciones existe un aspecto sobresaliente: el factor humano. No obstante, esto no significa que no puedan ser tomadas como base para el desarrollo de estas soluciones. Ahora bien, de alguna forma se tiene que llenar esos resquicios que surgen entre las diferentes necesidades de un método de dispositivo médico y los de una solución eHealth.

Para esto, se plantea al pensamiento sistémico como herramienta para completar esos espacios faltantes y crear un método que contemple todos los aspectos en el diseño de dispositivos eHealth [6]. Asimismo, el enfoque sistémico permite el análisis de problemas desde diferentes perspectivas y con una mirada global, no solo en perspectivas unilaterales y en eventos particulares.

Por otra parte, eHealth tiene como prioridad el realizar dispositivos centrados en el usuario, pero los hechos demuestran que una de las principales deficiencias presentadas en el diseño de soluciones eHealth es la exigua afinidad entre el dispositivo y el usuario. De ahí que, la utilización del enfoque sistémico para el diseño dispositivos eHealth es una opción viable por su tendencia a tomar en cuenta todos los componentes de un sistema y sus interacciones, en este caso, el factor humano será una variable predominante para el análisis. Aunque, en sus inicios con la Teoría de General de Sistemas, no era una prioridad el aspecto humano, en las últimas décadas, el estudio de sistemas suaves ha tomado impulso para convertirse en una herramienta muy útil para el análisis de situaciones problemáticas complejas con alta influencia del aspecto humano [7], [8], como el caso de las soluciones eHealth.

El motivo de crear un método no solo sistémico, sino también transdisciplinario permite adecuar la solución eHealth a las necesidades, requerimientos, normativas, estándares, etc., de cada uno de los involucrados en su uso. Esto se lleva a cabo, al establecer grupos de trabajo donde se involucren todos los actores que tengan alguna incidencia en el uso, diseño y desarrollo del dispositivo, con la intención de explorar cada variable involucrada a través de su experiencia y conocimiento de cada uno de los participantes.

## 2. Antecedentes

eHealth ha aparecido para romper paradigmas en los cuidados sanitarios y entrega de los servicios de salud con la in-

clusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación dentro del sector salud [9], [10]. Sin embargo, el impacto de esta tendencia no ha sido el mismo en todo el mundo por distintas circunstancias (contexto, recursos, inversión, cultura, etc.). Por esta razón, cada país ha creado una estrategia para la integración de eHealth a su sistema de salud que se adapta a sus necesidades y posibilidades [11], [12], [13].

Pero, una vez establecidas las bases de eHealth dentro del sistema de salud, el siguiente paso es desarrollar soluciones que se apeguen a esas bases para generar sistemas integrales de seguimiento, tratamiento y cuidados médicos, así como, sistemas de información que permitan un mejor manejo de la información dentro del sistema de salud. No obstante, no hay un camino determinado para el desarrollo de estas soluciones, como lo hay para el desarrollo de dispositivos médicos. Por diversas circunstancias y aspectos, no se puede utilizar el mismo método, dado que, una está enfocada en ser usada por el personal médico, (método de dispositivos médicos) y el otro debe estar enfocada en el uso por parte de cualquier interesado del sector salud, especialmente en el paciente (soluciones eHealth). Sin embargo, a través del enfoque sistémico y su pensamiento diferenciador e integrador permite a los métodos para dispositivos médicos ser un cimiento inicial para este método de soluciones eHealth, es decir, se diferencian los métodos de dispositivos médicos con las características de eHealth y finalmente el enfoque sistémico. Esta diferenciación-integración se muestra en la Fig. 1.

Ahora bien, ya se han planteado algunas propuestas para el desarrollo de soluciones eHealth, en los cuales, los enfoques de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y tecnológicos han sido los más socorridos. No obstante, solo pocos de ellos hacen mención del método participativo dentro del diseño, la multidisciplinariedad de la investigación, al contexto donde se desarrolla la solución, modelos de negocio, etc. Aunque, al final, todas ellas deberían ser parte del mismo proceso de diseño de una solución.

De ahí que, se propone unir todos estos factores y otros más en una metodología sistémica transdisciplinaria que cubra las necesidades del usuario, pero también, todos los aspectos de investigación que conlleva el desarrollo de un dispositivo de esta naturaleza.

## 3. Métodos y herramientas

Dado que, los sistemas cada vez son más complejos, el enfoque sistémico aparece en escena como una herramienta para interpretarlos y trabajar con ellos. El enfoque de sistémico propone la visión global de los sistemas, no como entes indi-



**Fig. 1.** Proceso de diferenciación-integración del método sistémico transdisciplinar para soluciones eHealth.

viduales, sino como un todo, dado que la suma de sus componentes y las interacciones que tienen entre ellos genera un resultado superior al de los componentes de manera individual. Entre las aportaciones que propone el enfoque sistémico [8], [14], [15], [16], [17], [18] están las siguientes:

- Interdisciplinariedad y multidisciplinariedad.
- Proceso participativo.
- Considerar cada elemento como importante.
- Análisis de sistemas abiertos (relación del sistema con su contexto).
- Visión diferenciadora e integradora.
- Se concentra en las relaciones y no en los objetos.
- Permite obtener mucha información a partir de pocos datos a partir de la síntesis de estos.

Sin duda, el enfoque sistémico presenta una visión integradora y multidisciplinaria, sin embargo, este enfoque no puede ser la única herramienta que se utilice dentro de la sistémica, por este motivo, se hacen uso de las metodologías sistémicas. Entre las cuales se encuentran las metodologías duras, blandas, emancipatorias, postmodernas, entre otras.

Por otra parte, la transdisciplinariedad es un término que, desde su aparición en la década de los años setenta al ser introducido por el psicólogo Jean Piaget, ha tratado de dar un enfoque diferente a la resolución de problemáticas y a la relación sujeto-objeto, al no solo al involucrar a múltiples disciplinas, sino que va más allá de ellas, es decir, rompe los límites del conocimiento disciplinario, dado que, si la realidad no

tiene límites establecidos, entonces, porque se debería analizarla con disciplinas con límites [19], [20].

La transdisciplinariedad es la búsqueda del conocimiento que trasciende las disciplinas, a partir de la integración de las disciplinas y complementándolas con el conocimiento científico, empírico y práctico de cada uno de los involucrados, con la intención de, enriquecer la resolución de cualquier problemática [21], [22].

La unión sinérgica de la transdisciplinariedad y el enfoque sistémico permiten explorar las problemáticas de forma global, desde diferentes perspectivas, con la participación integral de los involucrados y sin restricciones de pen-

samiento. De ahí que, para el método propuesta contará con cada una de las bondades de estos dos conceptos, además del apoyo de métodos sistémicos y no sistémicos, para esto, se utilizarán una combinación etapas, pasos y modelos de métodos con enfoques técnicos, humanos, y organizacionales, de negocios, etc., con la intención de generar un método postmoderno, que permita la creación de dispositivos eHealth satisfaciendo aspectos técnicos, humanos y normativos [23].

El procedimiento que llevará a la obtención del método sistémico transdisciplinario estará conformado de la siguiente manera:

- Buscar el estado del arte de los métodos utilizados para la creación de dispositivos eHealth.
- Definir el enfoque con el cual fue elaborado el dispositivo.
- Definir las falencias y oportunidades de cada uno de los métodos investigados, esto se realizará por medio de un proceso transdisciplinario, en el cual participantes con diferentes áreas de investigación, pero con experiencia en el área de eHealth.
- Definir las variables más significativas para el diseño de dispositivos eHealth.
- Mediante el análisis de las falencias y oportunidades, así como, de las variables significativas, se define el enfoque más apto con el cual se puede abordar el diseño de dispositivos eHealth.
- Definir las etapas y los pasos para el método para el diseño del dispositivo.
- Proponer un Método Sistémico-Transdisciplinar para el diseño de dispositivos eHealth.

#### 4. Análisis de los métodos utilizados para el desarrollo de dispositivos eHealth

A continuación, se hace una revisión de artículos recientemente publicados en motores de búsqueda como Scopus, Sciencedirect, Springer Link, Google Scholar y IEEE Xplore, donde se describa la metodología utilizada, con la intención de, identificar los principales enfoques de desarrollo utilizados, así como, las principales ventanas de oportunidad para su mejora. En la Tabla 1, se observa el análisis realizado a los métodos de algunos dispositivos eHealth desarrollados actualmente.

A partir de la búsqueda realizada, es posible observar una tendencia a los enfoques tecnológicos y humanos, pero no en combinación, sino que toman un camino u otro. Son pocos los artículos que hablan de desarrollos con enfoques integrales, de hecho, durante esta revisión solo un dispositivo estaba desarrollado bajo un enfoque sistémico como enfoque principal de desarrollo.

Es importante mencionar que, la mayor parte de las publicaciones revisadas que tenían como enfoque principal el humano, tenían como parte de su diseño el método participativo para priorizar la usabilidad de la solución. A diferencia de las soluciones con enfoque tecnológico donde se prepondera la técnica a utilizar o los materiales con que trabajar.

Ahora bien, esto no significa que no existan combinaciones de enfoques metodológicos, entre las más secundadas esta la combinación del enfoque tecnológico con el humano, sin embargo, aunque es un gran avance, son las menos las que también integran aspectos como el contexto, las interrelaciones actuales y futuras del dispositivo, la transdisciplinariedad y la visión global de sistemas.

A partir de la información obtenida de este análisis se han observado áreas de oportunidad y falencias de algunas metodologías utilizadas en la realización de estas soluciones eHealth, de tal manera que, es posible trabajar una metodología que contenga los enfoques más utilizados, así como, la visión de sistemas promovida.

#### 5. Desarrollo del método

Antes de la creación del método, es necesario determinar cuáles son las variables que afectarán a la creación de un dispositivo eHealth. A continuación, se presentan las variables que se tomarán en cuenta durante el desarrollo de la metodología [13], [39], [40], [41].

- Factor humano
- Factor tecnológico
- Factor económico
- Factor cultural
- Normatividad
- Contexto
- Uso

Una vez establecidas las variables que constituyen las soluciones eHealth, además de los métodos utilizados para desarrollar soluciones eHealth de otros autores [42], [43], [44], [45], [46], [47], es posible plantear el método sistémico transdisciplinar que permita el desarrollo de estas soluciones. Al contrastar los diferentes es posible englobarlos en 6 etapas, estas son:

- Descripción de la problemática
- Diagnóstico
- Diseño
- Documentación
- Implementación
- Operación y mantenimiento

De estas etapas se desprenden actividades que permitirán el desarrollo de la solución eHealth con un enfoque sistémico y transdisciplinar, con la intención de obtener los beneficios que se generan per se. En la Tabla 2 se muestran las etapas, así como, las actividades a realizar en cada una de ellas.

El método propuesto involucra todas las variables de una solución eHealth, así como, técnicas y ciertos pasos de métodos sistémicos y transdisciplinarios con la intención de entregar una solución que cumpla con todos los requerimientos que exigen los interesados y, de igual forma, ser sustentable.

#### 6. Conclusiones

El método propuesto permite el desarrollo de soluciones eHealth tomando en cuenta a todos los involucrados en su uso y desarrollo, de igual forma, al establecer una etapa de mantenimiento y permanencia se establece que la solución estará en constante monitoreo, evaluación e innovación. Por otra parte, al realizar el análisis de diversas soluciones ya existentes permite identificar procesos o actividades indispensables en el desarrollo de estas soluciones, así como, complementar cada uno de los enfoques específicos que las soluciones contrastadas tenían. Finalmente, la utilización de herramientas como lo son el enfoque sistémico y la transdisciplinariedad posibilita la visión más global de la solución al integrar las diferentes perspectivas de los involucrados, sin embargo, el método aún puede mejorar y, posteriormente,

**Tabla 1.** Dispositivos eHealth y sus enfoques metodológicos de desarrollo.

Autor/ Año	Solución eHealth propuesta	Enfoque metodológico principal
(Tariq, Tanwani and Farooq, 2009) [24]	Gestión del paciente vía remota	Enfoque humano
(Van Velsen, Wentzel and Van Gemert-Pijnen, 2013) [25]	Intervenciones eHealth	Método participativo y multidisciplinario
(Celik et al., 2017) [26]	ECG móvil	Enfoque tecnológico
(Verhees, Van Kuijk and Simonse, 2018) [27]	Pruebas en punto de atención a través de eHealth	Modelo de negocio
(Almeida, Almeida and Figueiredo-Braga, 2018) [28]	Soluciones móviles para la depresión	Enfoque multidisciplinar
(Sousa et al., 2018) [29]	Plataforma para apoyar el cuidado y la asistencia de adultos mayores	Método participativo
(Monteiro et al., 2019) [30]	Sistema eHealth basado en la nube	Enfoque tecnológico
(Shanin et al., 2018) [31]	Monitoreo del paciente usando IoT	Enfoque tecnológico
(Shivakumar, Arora and Mani, 2018) [1]	Lector electroquímico universal	Enfoque sistémico
(Monton et al., 2018) [32]	Wearable con sensores integrados	Enfoque tecnológico
(Shokrehodaie et al., 2018) [33]	Monitor de ritmo cardíaco	Enfoque tecnológico
(García et al., 2018) [34]	Aplicación para la detección de ataques cerebrovasculares	Enfoque tecnológico
(Celesti et al., 2019) [35]	Sistemas eHealth en la nube	Enfoque tecnológico
(Bedson et al., 2019) [2]	Aplicación para el monitoreo de dolor	Enfoque humano
(Vossebeld et al., 2019) [36]	Expediente médico electrónico para enfermeras	Aceptación de la tecnología
(Pierleoni et al., 2019) [37]	Monitoreo de fibrilación auricular	Enfoque tecnológico
(Vitabile et al., 2019) [3]	Procesamiento y análisis de datos clínicos para salud vía remota	Enfoque tecnológico
(Rihana, 2019) [4]	Monitoreo de signos vitales	Enfoque tecnológico y humano
(Domingues et al., 2019) [38]	Analizador de marcha remoto	Enfoque tecnológico
(Kildea et al., 2019) [5]	Portal del paciente centrado en la persona	Método participativo

**Tabla 2.** Método sistémico transdisciplinar para el desarrollo de soluciones eHealth.

Descripción de la problemática	Diagnóstico	Diseño	Documentación	Implementación	Mantenimiento y permanencia
Definir el problema	Determinar el estado del arte	Modelo(s) idealizado	Documentar el proceso de solución de la problemática	Manufacturar el producto final	Monitoreo de indicadores de evaluación
Determinar las necesidades del usuario	Determinar el contexto	Lluvia de ideas (de expertos prácticos y teóricos)	Documentar las políticas que se siguieron y los posibles cambios si es necesario	Implementar producto final	Mantenimiento
	Determinar recursos	Refinación de modelos	Documentar el proceso de desarrollo del prototipo y producto final	Definir indicadores de evaluación de la solución	Retroalimentación de la implementación (proceso iterativo)
	Determinar especificaciones y las políticas que debe seguir el dispositivo	Escoger la mejor opción			Innovación del producto final (proceso iterativo)
	Definir involucrados	Desarrollo del prototipo			

evolucionar a una metodología, con la intención de que cada país genere su propio método personalizado y adaptado a sus necesidades específicas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional y a las Secciones de estudios de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, y de la Escuela Superior de Cómputo y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado.

### Referencias

- [1] N. S. Shivakumar, M. Arora, M. Mani, "A Proposed Design of an Universal Electrochemical Reader Based on a Collated Medical Device Innovation Framework and Systems Thinking," Proc. 4th Int. Conf. Biosignals, Images Instrumentation, ICBSII 2018, no. March, pp. 206-212, 2018.
- [2] J. Bedson et al., "Development and validation of a pain monitoring app for patients with musculoskeletal conditions (The Keele pain recorder feasibility study)," BMC Med. Inform. Decis. Mak., vol. 19, no. 1, pp. 1-13, 2019.
- [3] S. Vitabile et al., "Medical Data Processing and Analysis for Remote Health and Activities Monitoring," in *High-Performance Modelling and Simulation for Big Data Applications*, European Cooperation in Science and Technology, Springer Open, 2019, pp. 186-220.
- [4] S. Rihana, *Medical Devices Design: Vital Sign Monitoring Case Study*, Springer, Singapore, 2019, pp. 253-266.
- [5] J. Kildea et al., "Design and Development of a Person-Centered Patient Portal Using Participatory Stakeholder Co-Design," *J. Med. Internet Res.*, vol. 21, no. 2, p. e11371, 2019.
- [6] World Health Organization, *Aplicación del pensamiento sistémico al fortalecimiento de los servicios de salud*. Francia: Alianza para la Investigación en Políticas y Sistemas de Salud, 2009.
- [7] R. L. Ackoff, J. N. Warfield, "Redesigning the Future, a Systems Approach to Societal Problems," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. 7, no. 10, pp. 759-759, 1977.
- [8] P. Checkland, J. Poulter, *Learning for Action: A Short Definitive Account of Soft Systems Methodology, and Its Use Practitioners, Teachers and Students*. USA: John Wiley & Sons, 2007.

- [9] G. Eysenbach, "What is e-health?," *J. Med. Internet Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 1-5, 2001.
- [10] World Health Organization, "eHealth," eHealth, 2017. [Online]. Available: <http://www.emro.who.int/health-topics/ehealth/>. [Accessed: 22-Mar-2017].
- [11] R. E. Scott, M. Mars, "Principles and Framework for eHealth Strategy Development," *J. Med. Internet Res.*, vol. 15, no. 7, p. e155, Jul. 2013.
- [12] S. Sauermann et al., "eHealth Strategies -Scientific review Report considering national an regional eHealth strategies and results from science," Viena,Austria, 2016.
- [13] World Health Organization and International Telecommunication Union, "National eHealth Strategy Toolkit," World Heal. Assem. Resolut. ITU World Telecom Dev. Conf. Resolut., pp. 1-2, 2012.
- [14] L. Von Bertalanffy, "The History and Status of General Systems Theory," *Acad. Manag. J.*, vol. 15, no. 4, pp. 407-426, 1972.
- [15] J. de Rosnay, *The macroscope: a new world scientific system*. California, USA: Harper & Row, 1979.
- [16] A. Gay, *Los sistemas y el enfoque sistémico*, Semin. Iberoam. Estud. Socioeconómicos, p. 12, 1995.
- [17] A. Laszlo, S. Krippner, "Systems theories: Their origins, foundations, and development," in *Systems Theories and A Priori Aspects of Perception*, vol. 126, J.S. Jordan, Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998, pp. 47-74.
- [18] R. D. Arnold, J. P. Wade, "A definition of systems thinking: A systems approach," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 44, no. C, pp. 669-678, 2015.
- [19] J. Piaget, "L'Epistémologie des Relations Interdisciplinaires," *L'interdisciplinarité problèmes d'enseignement Rech. dans les Univ.*, pp. 155-171, 1972.
- [20] B. Nicolescu, "Methodology of Transdisciplinarity - Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity," *Transdiscipl. J. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 19-38, 2010.
- [21] B. Nicolescu, "Methodology of transdisciplinarity," *World Futures*, vol. 70, no. 3-4, pp. 186-199, 2014.
- [22] J. H. Bernstein, *Transdisciplinarity?: A Review of Its Origins, Development, and Current Issues*, 2016.
- [23] M. C. Jackson, *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity*. Chichester, UK: Wiley & Sons, 2019.
- [24] A. Tariq, A. Tanwani, M. Farooq, "User Centered Design of E-Health Applications for Remote Patient Management," *Hum. Factors*, June, 2009.
- [25] L. Van Velsen, J. Wentzel, J. E. Van Gemert-Pijnen, "Designing eHealth that Matters via a Multidisciplinary Requirements Development Approach," *JMIR Res. Protoc.*, vol. 2, no. 1, p. e21, Jun. 2013.
- [26] N. Celik, W. Balachandran, N. Manivannan, E. M. Winter, B. Schnalzer, H. Burgsteiner, "Wearable mobile ear-based ECG monitoring device using graphene-coated sensors," *Proc. IEEE Sensors*, vol. December, pp. 1-3, 2017.
- [27] B. Verhees, K. Van Kuijk, and L. Simonse, "Care model design for E-health: Integration of point-of-care testing at dutch general practices," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 1, pp. 1-16, 2018.
- [28] A. M. P. Almeida, H. S. Almeida, M. Figueiredo-Braga, "Mobile solutions in depression: Enhancing communication with patients using an SMS-based intervention," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 138, pp. 89-96, 2018.
- [29] M. Sousa et al., "A platform to support the care and assistance of community-dwelling older adults," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 138, pp. 197-202, 2018.
- [30] K. Monteiro, E. Rocha, E. Silva, G. L. Santos, W. Santos, P. T. Endo, "Developing an e-health system based on IoT, Fog and cloud computing," *Proc. - 11th IEEE/ACM Int. Conf. Util. Cloud Comput. Companion*, UCC Companion 2018, pp. 17-18, 2019.
- [31] F. Shanin et al., "Portable and Centralised E-Health Record System for Patient Monitoring Using Internet of Things (IoT)," *2018 Int. CET Conf. Control. Commun. Comput. IC4* 2018, pp. 165-170, 2018.
- [32] J. L. B. Monton, A. Martinez-Millana, W. Han, C. Fernandez-Llata, Y. Sun, V. Traver, "Wearable sensors integrated with internet of things for advancing ehealth care," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 6, pp. 1-18, 2018.
- [33] M. Shokrehodaie, S. Quinones, R. Martinek, H. Nazeran, "A robust PPG-based heart rate monitor for fitness and health applications," *2018 IEEE 20th Int. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv. Heal.* 2018, pp. 1-5, 2018.
- [34] L. García, J. Tomás, L. Parra, J. Lloret, "An m-health application for cerebral stroke detection and monitoring using cloud services," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 45, no. May 2018, pp. 319-327, 2018.
- [35] A. Celesti et al., "How to Develop IoT Cloud e-Health Systems Based on FIWARE: A Lesson Learnt," *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 8, no. 1, p. 7, Jan. 2019.
- [36] D. M. Vossebeld, E. C. N. Puik, J. E. N. Jaspers, M. J. Schuurmans, "Development process of a mobile electronic medical record for nurses: A single case study," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 19, no. 1, pp. 1-12, 2019.
- [37] P. Pierleoni et al., "A eHealth System for Atrial Fibrillation Monitoring," in *Ambient Assisted Living*, vol. 544, A. Leone, A. Caroppo, G. Rescio, G. Diraco, and P. Siciliano, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 229-241.
- [38] M. F. Domingues et al., "Insole Optical Fiber Sensor Architecture for Remote Gait Analysis - An e-Health Solution," *IEEE Internet Things J.*, vol. 6, no. 1, pp. 207-214, 2019.
- [39] F. S. Mair, C. May, C. O'Donnell, T. Finch, F. Sullivan, E. Murray, "Factors that promote or inhibit the implementation of e-health systems: an explanatory systematic review," *Bull. World Health Organ.*, vol. 90, no. 5, pp. 357-364, May 2012.
- [40] J. Ross, F. Stevenson, R. Lau, E. Murray, "Factors that influence the implementation of e-health: A systematic review of systematic reviews (an update)," *Implement. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 1-12, 2016.
- [41] C. Granja, W. Janssen, M. A. Johansen, "Factors Determining the Success and Failure of eHealth Interventions: Systematic Review of the Literature," *J. Med. Internet Res.*, vol. 20, no. 5, p. e10235, May 2018.
- [42] M. B. Privitera, M. Evans, and D. Southee, "Human factors in the design of medical devices - Approaches to meeting



- international standards in the European Union and USA," *Appl. Ergon.*, vol. 59, pp. 251-263, 2017.
- [43] C. Bach and M. Tamsin, "The Design of Medical Devices," *Int. J. Innov. Sci. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 127-134, 2014.
- [44] B. L. Gilman, J. E. Brewer, and M. W. Kroll, "Medical device design process," *Proc. 31st Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Eng. Futur. Biomed. EMBC 2009*, no. September, pp. 5609-5612, 2009.
- [45] A. Çetin, "Applying Product Design Methods to Medical Device Design With a Case Study on Home Care Devices," *Izmir Institute of Technology*, 2004.
- [46] J. L. Martin, B. J. Norris, E. Murphy, and J. A., "Medical Device Development: The Challenge for Ergonomics," *Appl. Ergon.*, vol. 39, no. 3, pp. 271-283, 2008.
- [47] A. I. Böhmer, A. M. Zöllner, E. Kuhl, and U. Lindemann, "Medical device design process: A medical engineering perspective," *Proc. Int. Des. Conf. Des.*, pp. 749-758, 2014.

