

**Participación de Human Dx (app) en el aprendizaje del razonamiento clínico en estudiantes de
medicina: Aproximación sociomaterialista**

Autores:

María Alejandra Palacios Ariza

Sergio Andrés Lobo Olaya

Director de Trabajo de Grado:

Francisco Olmos Vega

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el grado de Magíster en educación para
profesionales de la salud.

Universidad del Rosario - Pontificia Universidad Javeriana.

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud – Facultad de Medicina

Bogotá D.C., Colombia.

Diciembre 2022

Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Abstract	4
Introducción	5
Paradigma sociomaterial.....	6
Principios Ontológicos Del Enfoque Sociomaterial	6
Sociomaterialismo y Educación Médica	7
Métodos y Participantes	9
Diseño de la investigación.....	9
Muestreo.....	9
Recopilación y análisis de datos.....	10
Equipo de investigación	11
Reflexividad	12
Consideraciones éticas.....	12
Resultados	13
Interactuando con la aplicación	13
Contactando con otros agentes materiales y actores humanos.....	16
Construyendo procesos cognitivos	18
Member Reflection	21
Discusión	23
Fortalezas, limitaciones y futuras investigaciones.....	25
Implicaciones para la práctica.....	25
Conclusiones	27
Referencias.....	28

Tabla de Recursos Gráficos

Tablas

Tabla 1. Términos clave para entender el Sociomaterialismo	6
Tabla 2. Preguntas orientadoras para grupos focales.....	10

Figuras

Figura 1. Ensamblaje entre actores humanos y agentes materiales	17
Figura 2. Procesos de razonamiento clínico adoptados por los estudiantes al interactuar con la aplicación Human Dx.....	20

Fotografías

Fotografía 1. Grupo focal 17 de septiembre de 2022	13
Fotografía 2. Member Reflection 27 de octubre de 2022	22

Resumen

Contexto: El razonamiento clínico es una habilidad crucial para los estudiantes de medicina. Ayudar a desarrollar esta habilidad es un reto para los profesores. Se ha visto una creciente integración con la tecnología, siendo descrita sólo como un actor secundario en los procesos de enseñanza-aprendizaje. No se han realizado análisis detallados desde un enfoque sociomaterial sobre la participación de recursos tecnológicos (Human Dx) en el aprendizaje del razonamiento clínico de los estudiantes de medicina.

Métodos: Mediante muestreo intencional a conveniencia se reclutaron 16 estudiantes del ciclo clínico de medicina quienes usaron la aplicación Human Dx por un mes. Se recolectaron cuatro audio-diarios por participante en donde relataban su experiencia de uso, y luego se llevó a cabo un grupo focal (n=7). Se transcribieron y se analizaron utilizando una metodología de teoría fundamentada constructivista bajo un paradigma sociomaterial.

Resultados: Emergieron tres categorías que explican cómo participa Human Dx en el aprendizaje de razonamiento clínico en estudiantes de medicina. Primero, el recurso tecnológico brindó un entorno seguro para la práctica y discusión en donde se potenció la autorregulación y la motivación. Segundo, Human Dx actuó como puente al conectar a los estudiantes con actores humanos y otros agentes materiales, favoreciendo la interacción, la discusión y el trabajo colaborativo. Por último, la aplicación se ensambla con la forma en que los estudiantes han aprendido a construir diagnósticos, ayudándoles a jerarquizar e integrar la información para resolver un caso.

Conclusión: Los recursos que utilizan los estudiantes en la práctica diaria para aprender el razonamiento clínico son amplios, y en este sentido, Human Dx surge como una herramienta que complementa su formación. Surgieron tensiones que impidieron su uso como el lenguaje, las abreviaturas y los factores contextuales, que deben ser mejorados para maximizar el aprendizaje y la simetría con esta materialidad.

Palabras clave: Razonamiento clínico, Entrenamiento médico, Sociomaterial, Materiales de enseñanza.

Abstract

Context: Clinical reasoning is a crucial skill for medical students. Helping to develop this ability is a challenge for teachers, so research on effective strategies to reduce diagnostic errors is extensive. A growing integration with technology has been seen, being described only as a secondary actor in the teaching-learning processes. Detailed analyses have not been carried out from a sociomaterial approach regarding the participation of technological resources such as Human Dx (material) in the learning of clinical reasoning by medical students (social).

Methods: Through intentional and convenience sampling, 16 students enrolled in the clinical cycle of their medicine program were recruited and used the Human Dx application for a month. Four audio-diaries were collected per participant in which they reported their experience of use, seven of which participated in a focus group. These were transcribed verbatim and analyzed using a constructivist grounded theory methodology with a sociomaterial paradigm.

Results: Three categories emerged that explain how Human Dx participates in learning clinical reasoning in medical students. First, the technological resource provided a safe environment for practice, participation and discussion where self-regulation and motivation were enhanced. Second, Human Dx acted as a bridge by connecting students with human actors and other material agents, favoring interaction, discussion, and collaborative work. Finally, the application is assembled with the way in which students have learned to build diagnoses during their training, helping them to prioritize and integrate information to solve a clinical case.

Conclusions: The resources used by students in daily practice to learn clinical reasoning are extensive, and in this sense, Human Dx emerges as a tool that complements their training. Tensions arose that prevented its use such as language, abbreviations and contextual factors, which must be improved in order to maximize learning and symmetry with this materiality.

Keywords: Clinical Reasoning, Medical training, Sociomaterial, Teaching materials.

Introducción

El “American Board of Internal Medicine” enfatiza la importancia fundamental del proceso diagnóstico y como está íntimamente relacionado con las competencias básicas que un estudiante de medicina debe alcanzar con respecto al conocimiento médico y la atención al paciente (American Board of Internal Medicine (ABIM), 2020). Es así como el razonamiento clínico, definido como el proceso donde un médico recopila y sintetiza información, genera hipótesis, formula una impresión clínica y un plan de manejo, se convierte en una habilidad crucial a desarrollar por todos los estudiantes de medicina (M. Young et al., 2018). Por lo tanto, ayudar a desarrollar dicha habilidad es un objetivo central y un desafío para los docentes (Cutrer et al., 2013). Es por esta razón que la investigación sobre estrategias efectivas para disminuir los errores de diagnóstico y mejorar el razonamiento clínico es amplia, abordando diferentes teorías y metodologías que parecen impactar positivamente en el aprendizaje del razonamiento clínico y en la adquisición de experticia en el campo (Norman, 2005; Xu et al., 2021).

Es importante que el docente combine diferentes métodos en el entrenamiento que induce el razonamiento clínico óptimo. Los profesores deben incluir también una evaluación en tiempo real abarcando una gran variedad de contenido y contextos, para que las habilidades diagnósticas sean retroalimentadas de forma inmediata (Eva, 2005). Dentro de estas estrategias, se ve una creciente integración con la tecnología, y es así como simulaciones, videoconferencias, aplicaciones y las redes sociales han aportado insumos en esta línea de investigación (Chatterjee et al., 2019; Lisperguer Soto et al., 2021; Gherib & Bouhadada, 2021; Plackett et al., 2021).

La investigación cualitativa alrededor de este tema responde preguntas puntuales sobre ventajas y desventajas que los usuarios refieren sobre el uso de tecnologías para mejorar el razonamiento clínico (Grangeia et al., 2019; Anakin et al., 2020; Márquez-Álvarez et al., 2021; Lim & Honey, 2021). Por ejemplo, el estudio realizado por Anakin et al. indagó sobre las experiencias que los estudiantes de medicina tenían frente al aprendizaje de razonamiento clínico desde una perspectiva sociocultural (Anakin et al., 2020). Dentro de las oportunidades que facilitan el aprendizaje de estas habilidades están el practicar con distintos pacientes y los maestros dispuestos a hacer explícito el razonamiento. Encontraron que factores como la falta de independencia y participación, la ausencia de comunicación y retroalimentación, y la confusión ante diferentes fuentes de información, inhiben el aprendizaje del razonamiento clínico (Anakin et al., 2020). Otro estudio también evaluó como actividades con entornos colaborativos en las que intercede el uso de tecnologías promovieron el desarrollo de habilidades de razonamiento clínico, al aumentar la interactividad, la comprensión y la retención en estudiantes (Lim & Honey, 2021).

A pesar de toda la investigación publicada hasta el momento sobre estrategias para mejorar el razonamiento clínico, se acostumbra a considerar la agencia humana como el aspecto más importante del proceso educativo (Pischetola et al., 2021). Las tecnologías se ven como actores secundarios en los procesos de enseñanza-aprendizaje y bajo esta premisa, la investigación se ha centrado en los actores humanos. Por lo anterior, se necesita más investigación que no desestime a la tecnología como actor central del proceso, en donde las teorías sociomateriales pueden aportar a comprender su rol. Por lo anterior, la pregunta de investigación es: ¿Cómo participa la aplicación Human Dx (material) en el aprendizaje del razonamiento clínico por parte de estudiantes de medicina (social)?

Paradigma sociomaterial

Orlikowski en el 2007 publica un ensayo en donde plantea que la materialidad esta inherentemente relacionada con la cotidianidad del ser humano y postula el entrelazamiento constitutivo de lo social y lo material en la vida cotidiana. Este enfoque le permite perfeccionar un modelo que llamará “práctica sociomaterial”, en donde la materialidad ayuda a reconocer y comprender de manera más efectiva la vida y relaciones contemporáneas desde los conjuntos sociomateriales múltiples, emergentes y cambiantes (Orlikowski, 2007).

Para entender a profundidad este enfoque, Burm y MacLeod proponen en el 2020 dividir el término en dos: social y material. Por un lado, lo social se refiere a todo lo que está relacionado con la organización de la sociedad, el género, las normas, la clase social, las relaciones sentimentales; en general las preocupaciones y problemáticas humanas (Burm & MacLeod, 2020). Por otro lado, lo material se concibe como las “cosas” físicas que tiene características espaciales específicas como ubicación, forma, volumen y masa (Hassan, 2016; Burm & MacLeod, 2020). Hacia el 2012 esta definición agregó que la tecnología se concibe como un material diferente, que combina una forma material física con asuntos digitales que perduran a través del tiempo y el espacio (Leonardi, 2012).

El sociomaterialismo es entonces un término general para designar un conjunto de enfoques de investigación que se caracterizan por disminuir el protagonismo del ser humano con la intención de permitir una exploración profunda del rol de los materiales, las relaciones y las prácticas sociales que ejercen estos en la cotidianidad de los humanos (MacLeod & Ajjawi, 2020). El enfoque sociomaterial aboga en términos generales por privilegiar simétricamente tanto los elementos sociales como los materiales (Burm & MacLeod, 2020).

Principios Ontológicos Del Enfoque Sociomaterial

MacLeod refiere que los sociomaterialistas creen que el mundo (personas, cosas, prácticas) está constituido por ensamblajes o relaciones heterogéneas entre elementos humanos y no humanos (MacLeod & Ajjawi, 2020). Refiere adicionalmente que es importante definir tanto la unidad central de análisis (ensamblaje) como los principios a considerar con respecto a los fundamentos ontológicos del sociomaterialismo: la emergencia, la agencia y la simetría (MacLeod & Ajjawi, 2020) (Tabla 1).

Tabla 1. Términos clave para entender el Sociomaterialismo

Concepto	Definición	Palabras relacionadas	Referencias
Ensamblaje	Reuniones emergentes y heterogéneas de actores humanos y materiales	Conexión, entrelazar, entretejer, puente, redes	(Burm & MacLeod, 2020; MacLeod & Ajjawi, 2020; Orlikowski, 2007)
Emergencia	Todas las cosas (humanas, no humanas o híbridas) cobran existencia y surgen como resultado de la actividad y las conexiones entre las personas y las cosas	Surgimiento, presencia negociación, evolución.	(Barad, 2003; MacLeod & Ajjawi, 2020; Orlikowski, 2007)

Concepto	Definición	Palabras relacionadas	Referencias
Agencia	Capacidad de actuar y ejercer poder, a través de las asociaciones de actores	Propósito, rol, acción	(Cooren et al., 2005; Latour, 2005; MacLeod & Ajjawi, 2020; Orlikowski, 2007)
Simetría	Equivalencia entre personas y objetos. Actores humanos y no humanos son considerados como iguales en los análisis	“enredar” trabajo conjunto, productividad	(MacLeod & Ajjawi, 2020; Orlikowski, 2007)

El ensamblaje es reconocido como un fenómeno emergente que se produce a través de las “reuniones” heterogéneas y en constante evolución de actores naturales, tecnológicos, humanos y no humanos (Burm & MacLeod, 2020). Estos ensamblajes de elementos sociales y materiales se convierten en la unidad central de análisis porque se cree que lo social está inherentemente ligado a la materialidad (Orlikowski, 2007; MacLeod & Ajjawi, 2020).

La emergencia tiene que ver con que todas las cosas (humanas, no humanas o híbridas) cobran existencia y surgen como resultado de la actividad y las conexiones entre las personas y las cosas (MacLeod & Ajjawi, 2020). Barad en el 2003 consideró que todas las cosas —objetos, personas y prácticas— no eran entidades preformadas distintas, sino que sus definiciones emergían a través de las reuniones que establecían los actores humanos y no humanos (Barad, 2003).

La agencia es la capacidad de actuar y ejercer poder. Latour ha argumentado durante mucho tiempo que la agencia no es una esencia inherente a los humanos, sino una capacidad realizada a través de las asociaciones de actores y, por lo tanto, relacional, emergente y cambiante (Latour, 2005; Orlikowski, 2007). Otros autores al referirse a la agencia han escrito: *“La agencia no es una capacidad de actuar que se defina a priori. Por el contrario, es -la capacidad de actuar- que se descubre cuando se estudia cómo se construyen los mundos de una cierta manera”* (Cooren et al., 2005). Desde estas dos perspectivas, los materiales se consideran productivos y actores que realizan acciones (pueden permitir, excluir, inspirar, desalentar, autorizar, influir, obstaculizar y mucho más) que reconfiguran la realidad del mundo (MacLeod & Ajjawi, 2020).

La simetría es la equivalencia entre persona y cosas. Para Orlikowski, estos dos actores se “enredan”, trabajan juntos y son igualmente productivos (Orlikowski, 2007). Prestar una atención equivalente tanto a los humanos como a los no humanos permite descripciones detalladas de la complejidad de la práctica o el escenario en estudio (MacLeod & Ajjawi, 2020). Sin embargo, es importante aclarar que simetría no es sinónimo de intención: si bien reconocemos que los materiales ejercen fuerza y tienen agencia, esta agencia no opera de la misma manera precisa en que lo hace la agencia humana (MacLeod & Ajjawi, 2020).

Sociomaterialismo y Educación Médica

Influyentes investigadores como Piaget y Vygotsky han teorizado que los seres humanos aprenden como agentes activos en el mundo material (Raynaudo & Peralta, 2017). En las perspectivas sociomateriales el aprendizaje y el conocimiento también son representaciones y no sólo actividad

mental o conocimiento recibido (Fenwick & Nimmo, 2015). Entonces en la perspectiva sociomaterial el aprendizaje es un ensamblaje que se materializa y no simplemente un logro cognitivo o una forma de interactuar. En este enfoque la enseñanza son las redes que seres humanos y cosas establecen, traducen y representan, no se limita simplemente a una relación (Edwards & Fenwick, 2015).

Fenwick fue la primera autora en explorar como el sociomaterialismo y la investigación en educación médica podían convivir juntas. Ella resalta la variación del contenido y proceso de aprendizaje en función de las situaciones, tecnologías, herramientas, pacientes, relaciones sociales y demás dinámicas del medio, y dentro de estos, los objetos moldean y dan forma a la práctica y conocimiento médico (Fenwick & Nimmo, 2015). Cualquier práctica médica es una recreación colectiva sociomaterial, no una cuestión dependiente únicamente de las habilidades del individuo (Fenwick & Nimmo, 2015). Años atrás, Orlikowski manifestaba que las identidades y actividades de los estudiantes se realizan en relación con los objetos materiales y tecnologías que actúan para configurar practicas particulares (Orlikowski, 2007). Sin embargo, en el 2010 argumenta que no es el poder inherente de la tecnología, sino los diferentes efectos e identidades que se realizan cuando las personas se involucran con la tecnología en la práctica (Orlikowski, 2010).

Sørensen explica que existe resistencia en los investigadores cuando deben explicar cómo la educación se ve afectada por diferentes materiales y se debe a que estos investigadores tratan a los materiales como meros instrumentos para alcanzar el objetivo del aprendizaje (Sørensen, 2009). En este sentido, la actividad educativa cotidiana y el conocimiento se configuran críticamente a través del material y no simplemente por él, y aboga por una mayor atención a la materialidad, con mayor simetría en el enfoque, permitiendo que la materialidad co-constituya las prácticas que surgen (Sørensen, 2009).

Métodos y Participantes

Diseño de la investigación

Este proyecto eligió como metodología la teoría fundamentada constructivista porque permite recopilar y analizar datos de manera sistemática y generar conceptualizaciones fundamentadas empíricamente que aportaron a resolver la pregunta de investigación (Charmaz, 2006). Con el uso de esta metodología, se describieron y exploraron las experiencias de los participantes, y adicionalmente, se revelaron los procesos sociales que conducen al aprendizaje del razonamiento clínico a través de las interacciones de los estudiantes con la aplicación Human Dx (Watling & Lingard, 2012).

Al seguir esta metodología, se aseguró que la teoría resultante estuviera basada en las experiencias de los participantes frente a la aplicación, la influencia de los investigadores y el paradigma sociomaterialista. Esta investigación es consciente que un diseño de teoría fundamentada no siempre conduce a la producción de una nueva teoría y que en este caso, al menos de manera inicial, se puede alinear este estudio con el objetivo último de la construcción de la teoría fundamentada constructivista según Charmaz: *“la comprensión interpretativa y el conocimiento situado”* (Charmaz, 2006; Eppich et al., 2019).

Participantes E Invitación A Participar En El Estudio

Dado el enfoque sociomaterialista de la investigación, se describirá a continuación los participantes sociales y materiales y como se invitarán a participar en la investigación.

- Actores sociales: Estudiantes de medicina quienes hayan iniciado el ciclo clínico (desde 6to hasta 13avo Semestre) de la Fundación Universitaria Sanitas. Los investigadores contactaron personalmente a cada participante y explicaron el objetivo del estudio, la justificación del proyecto, la usabilidad de la aplicación e invitarán a vincularse como sujeto de investigación en una capacitación presencial grupal. Aquellos estudiantes que rechazaron su vinculación en el estudio se les indagó sobre sus motivaciones.
- Material-Aplicación: El Proyecto Diagnóstico Humano (Human Dx) es un proyecto médico multinacional (Barnett et al., 2019). Dicho proyecto creó una aplicación de capacitación y colaboración que permite a los profesionales y estudiantes de medicina aprender a través de simulaciones atractivas e interactivas, que están basadas en casos que imitan de cerca la práctica clínica y evalúan múltiples dimensiones del razonamiento clínico (Chatterjee et al., 2019). De manera similar a cómo cualquier persona puede contribuir a enciclopedias en línea como Wikipedia mediante la creación y edición de artículos, los médicos y estudiantes contribuyen a Human Dx mediante la creación y resolución de casos clínicos en la plataforma.

Los casos clínicos creados en Human Dx revelan información de forma secuencial, lo cual simula la atención del paciente en el mundo real, al mismo tiempo que permite mediciones en serie del rendimiento a medida que se dispone de más información. Al completar cada caso, los alumnos reciben puntos de enseñanza y comentarios (Chatterjee et al., 2019). Adicionalmente, utiliza procesamiento de lenguaje natural (NLP) y aprendizaje automático para ayudar a los usuarios a ingresar sus diagnósticos diferenciales y calificar sus respuestas.

A medida que los usuarios escriben, el sistema identifica los conceptos más probables en los que están pensando, considerando posibles errores ortográficos, abreviaturas y sinónimos, determinando cuándo el diagnóstico de un usuario coincide con la solución de referencia (Guida & Mauri, 1986; Barnett et al., 2019).

Muestreo

El muestreo inicial fue guiado por la pregunta de investigación. Los investigadores seleccionaron deliberadamente y a conveniencia los sujetos teniendo en cuenta 2 aspectos: primero, que su aportes fueran valiosos, y segundo, que proporcionaran información relevante para dar respuesta a la pregunta (Charmaz, 2006). Por esta razón se convocaron a estudiantes e internos de la Fundación Universitaria Santas (Unisanitas) que hayan iniciado el ciclo clínico (es decir desde 6to hasta 13avo Semestre), asegurando de esta forma una muestra representativa de los diferentes niveles de formación en el razonamiento clínico. Tener este abanico amplio de participantes contribuyó a la transferibilidad de los hallazgos (Charmaz, 2006).

Posteriormente, esta investigación realizó un muestreo teórico guiado por las categorías y conceptos emergentes de la recopilación de datos inicial, que respondió a los datos (Charmaz, 2006; Watling & Lingard, 2012). Este tipo de muestreo permitió que la obtención de datos maximizara las oportunidades para desarrollar conceptos, descubrir variaciones e identificar las relaciones que existen entre ellos, y es así como los investigadores pudieron confirmar, refutar, expandir y refinar las ideas en el desarrollo de la teoría (Watling & Lingard, 2012).

Recopilación y análisis de datos

Los investigadores contactaron personalmente a cada participante y explicaron el objetivo del estudio, la justificación del proyecto, la usabilidad de la aplicación e invitaron a vincularse como sujeto de investigación en una capacitación virtual grupal o por contacto personal. A aquellos estudiantes que rechazaron la vinculación en el proyecto, se les indagó por sus razones.

La recopilación de datos en esta investigación se llevó a cabo mediante dos técnicas: Primero, se les solicitó a los participantes enviar semanalmente un audio-diario a los investigadores por la plataforma de WhatsApp que respondiera a cuatro preguntas orientadoras: 1. ¿Cómo fue su experiencia al solucionar el caso clínico en la aplicación? 2. ¿Qué cree que influyó en esa experiencia? 3. ¿Cuáles fueron las funcionalidades que exploró en la aplicación (casos, foros, creación, perfil)? 4. ¿Con que actores humanos y materiales tuvieron contacto a través del uso de la aplicación?

Posterior a un mes de uso, se llevó a cabo un grupo focal presencial para llenar los vacíos en la teoría emergente. El grupo focal se llevó a cabo de manera presencial con una guía de nueve preguntas preestablecidas que se desarrollaron posterior al análisis de los audio-diaris (Tabla 2). Durante la discusión un investigador (SALO) actuó como moderador de las discusiones asumiendo varias posiciones estimulando el debate, mientras que el otro participó como observador (MAPA), tomando notas de las dinámicas y reacciones individuales de los participantes.

Tabla 2. Preguntas orientadoras para grupos focales

No.	Preguntas introductorias
------------	---------------------------------

1	¿Qué opina de la aplicación Human Dx?
2	Cuéntenos un momento significativo que haya tenido durante el uso de la aplicación

No. Preguntas claves

1	¿Cómo cambio su experiencia (o relación) con la aplicación Human Dx en el tiempo que la uso?
2	¿Cuál cree usted que es la actividad más útil para desarrollar el razonamiento clínico? ¿Por qué?
3	¿De qué forma el uso de la aplicación impactó su capacidad de solucionar problemas clínicos en las rotaciones?
4	¿Cómo la aplicación contribuyó a la jerarquización e integración de datos clínicos para la construcción de diagnósticos diferenciales?
5	¿De qué forma considera que el uso de la aplicación promueve autorregulación?

No. Preguntas de cierre

1	Posterior a este ejercicio ¿Cómo le gustaría continuar usando la aplicación?
2	¿Quieres agregar algo más?

La recopilación, codificación y el análisis de datos se realizó de forma simultánea, informando cada uno de los procesos al otro (Glaser & Strauss, 2010). A medida que avanzó la codificación, el análisis se basó en la comparación constante con otros datos y con las características emergentes de cada categoría, definiendo su amplitud y características (Watling & Lingard, 2012). Por medio de una representación visual (mapa situacional), se relacionaron todos los actores humanos y agentes materiales que participaron en el proceso de aprendizaje de razonamiento clínico, y cómo se conectaron entre sí.

Los audio diarios y el grupo focal se grabaron en audio y se transcribieron palabra por palabra para el análisis de datos utilizando el servicio de “*Amberscript*”. Se usó el software ATLAS. Ti 22 (ATLAS. Ti Scientific Software Development GmbH) para facilitar el almacenamiento y el análisis de los datos.

Equipo de investigación

Se describe a continuación el perfil de cada investigador y sus preconceptos frente al pensamiento crítico: MAPA es médico y cirujano de la Universidad del Rosario, con título de especialista y magíster en epidemiología y estudiante de la maestría en educación para profesionales de la salud de la misma universidad en convenio con la Pontificia Universidad Javeriana. Tiene experiencia en investigación cuantitativa en neurociencias, pediatría, salud mental y dermatología y cuenta con experiencia docente en pregrado y postgrado en Unisanitas, Universidad EAN y Universidad del Rosario. SALO es médico de la Universidad del Rosario, con título de especialista y realizando la maestría en educación para profesionales de la salud de la misma universidad en convenio con la Pontificia Universidad Javeriana. Cuenta con experiencia clínica en urgencias, participó como estudiante semilla del Centro de Estudio de Enfermedades Autoinmunes (CREA) y es docente en pregrado en Unisanitas. FOV es médico con título de especialista en anestesiología de la Pontificia Universidad Javeriana y MSc PhD en “Health Professions education” de la “Universiteit Maastricht”. Actualmente se desempeña como el Codirector de la Especialización y Maestría en Educación de Profesionales de la Salud de la Universidad del Rosario en convenio con la Pontificia Universidad Javeriana

Los investigadores consideran que el aprendizaje del razonamiento clínico en estudiantes de medicina ha sido inducido por el docente bajo actividades asistenciales supervisadas con paciente o conferencias magistrales, lo cual limita los insumos que participan en su construcción. También consideran que es importante que el docente combine diferentes métodos en el entrenamiento específico que induce el razonamiento clínico óptimo, por ejemplo, aplicaciones como Human Dx.

Reflexividad

La reflexividad implica una conciencia constante sobre el papel del investigador en la construcción del conocimiento (Olmos-Vega et al., 2022). El ejercicio de reflexividad que realizaron los investigadores de este proyecto estuvo relacionado con la escritura de memos que contuvieron las ideas que se les ocurrieron a medida que avanzaban en el proceso de exploración de sus datos. En estos memos se evidenciaron sus preconcepciones, las decisiones tomadas en las distintas etapas del proyecto y como estas influyeron en la interpretación, valoración y análisis de los datos. Adicionalmente, para darle credibilidad a la investigación se realizó el ejercicio de “Member reflection” al finalizar el proceso de investigación para trabajar con los participantes y construir sobre las interpretaciones de los investigadores de los contextos e ideas. Se realizó un grupo focal final en donde se ofrecieron a los participantes los resultados obtenidos y se indagó: 1. ¿Cuál es su opinión de los resultados? 2. ¿Cómo cree que cambio su proceso formativo después de participar en este estudio? Esto aseguró que los participantes se sintieran representados y pudieran contribuir con la investigación.

Consideraciones éticas

Se obtuvo la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Fundación Universitaria Sanitas (CEIFUS 1463-22). Antes de iniciar la investigación, se realizó la explicación y se consiguió la firma del consentimiento informado de todos aquellos participantes que deseaban de forma voluntaria participar en la investigación. Se anonimizó la información que podría revelar la identidad de los participantes.

Resultados

Se conformó un grupo de 30 estudiantes seleccionados por conveniencia teniendo en cuenta su rendimiento académico y recomendación de los profesores. Se realizó una capacitación virtual grupal y otras presenciales individuales en donde se invitaron a participar. Algunos estudiantes indicaron que la falta de tiempo, las responsabilidades académicas y el estar vinculados en otros proyectos de investigación los llevo a rechazar la vinculación al presente estudio. El grupo final fue de 16 participantes de los cuales 75% (n=12) eran mujeres. El rango de edad iba desde los 20 a los 27 años y los semestres con mayor representación fueron séptimo y undécimo. El objetivo era obtener 4 audio-diarios por participante, sin embargo, 4 estudiantes no cumplieron con esta meta. Se realizó también un grupo focal con 7 estudiantes que entregaron todos los audio-diarios (Fotografía 1).

Fotografía 1. Grupo focal 17 de septiembre de 2022



Los hallazgos principales revelaron que Human Dx participa en el aprendizaje de razonamiento clínico de los estudiantes por medio de tres mecanismos generales interrelacionados: Interactuando directamente con la aplicación, contactando con otros agentes materiales y actores humanos, y construyendo procesos cognitivos. A continuación, se describirán estos tres mecanismos generales ilustrándolos con los discursos más representativos dados por los participantes. Se utilizó un mapa situacional para representar el ensamblaje de los estudiantes y la aplicación con nuevos actores humanos y agentes materiales.

Interactuando con la aplicación

La mayoría de los estudiantes destacaron como características de la aplicación su interfaz amigable, intuitiva, rápida y cómoda. En contraparte, se presentaron dificultades técnicas dadas por problemas en la instalación, acceso y visualización de la aplicación. Si bien estas desaparecieron con el tiempo, impactaron negativamente en la experiencia generando así una percepción de monotonía y complejidad. Destacaron que atravesaron por múltiples emociones derivadas de su contacto con la aplicación. Se observaron emociones positivas que fueron comunes y frecuentes entre los participantes como la felicidad, curiosidad, diversión, sorpresa y confianza. También surgieron emociones negativas particulares y que fueron disminuyendo con el uso de la aplicación: frustración, desconcierto, agobio e ira.

Las emociones conectaban con la motivación del estudiante, la cual a medida que interactuaban con la aplicación iba aumentando. Al inicio, se encontraban a la expectativa dada la introducción de un recurso novedoso para su práctica como estudiantes. La motivación estuvo relacionada con acertar en el diagnóstico clínico y con la interacción con la comunidad de Human Dx. Esto mejoró el proceso de aprendizaje de una manera formativa, ampliando los horizontes diagnósticos y permitiendo la socialización y creación de casos. Lo anterior se puede apreciar en las siguientes citas:

"Me gusta la aplicación cada día más, siento que he tenido buenas experiencias y sobre todo porque me motiva a ver el mundo desde una perspectiva más amplia en cuanto al diagnóstico clínico" (P3).

"Me motiva no solo a repasar aquellos temas que ya he visto, sino a aumentar mi conocimiento en el tratamiento o en el diagnóstico con los signos y síntomas clásicos de algunas patologías que yo no tenía tan presentes" (P16)

Distintas características de la aplicación aumentan la motivación: En primer lugar, Human Dx es una herramienta digital que está a la vanguardia con la educación. La sintonía con la tecnología en una población nativa digital genera un espacio en donde se fomenta la competencia y búsqueda de recompensa por parte de los participantes. Segundo, posibilita la autorregulación y con esto los estudiantes optimizan su tiempo, fijan retos y metas personales mejorando su rendimiento académico; el estudiante tiene el control de administrar el tiempo y terminar el caso clínico para seguir avanzando. Lo anterior, se puede observar en los siguientes discursos:

"La aplicación me ha hecho sentir que soy capaz, me ha hecho sentir que puedo. Yo lo noto en mi rendimiento, en mis rotaciones, en lo que he escrito, etcétera" (P5)

"Los casos me llamaban la atención y eso facilitó que permaneciera más tiempo en la aplicación. También me pareció chévere la motivación de los puntos: Si respondo esta pregunta me dan 40 puntos" (P8)

El rol formativo de la aplicación ofreció una manera distinta para aprender y practicar. La aplicación disparó la reflexión de los estudiantes sobre sus necesidades de aprendizaje ayudándoles a identificar vacíos y falencias (actualización, valores de referencia, paraclínicos, etc.) que son tomadas como punto de partida para pulir y mejorar. De esta manera, Human Dx contribuye a la autocrítica y mejoramiento continuo. Varios participantes agradecen el poder expresarse y preguntar sin prejuicio y bajo anonimato, contrastando con los escenarios de práctica tradicionales en donde la hostilidad es frecuente. En esta dirección, Human Dx generó un ambiente seguro de aprendizaje aclarando conceptos gracias a una retroalimentación amigable que utiliza principalmente los puntos clave para recordar en un futuro. Lo anterior se puede leer a continuación:

"Sobre la opción de hacer preguntas, se me hizo muy interesante que se pudiera hacer en modo anónimo. Hay muchas personas que suelen tener miedo a preguntar porque han sido juzgados" (P16)

"Los creadores de casos de Human Dx me dan la oportunidad digitalmente de cuestionarme, de ser innovador, de crear y avanzar en mis conocimientos sin humillarme como en algunas rotaciones (...) Quiero seguir aprendiendo de manera presencial, pero también de manera

digital. Hacerlo de las dos maneras me ayuda a ahorrar tiempo y me da un abanico de metodologías para continuar practicando sin presión ni maltrato” (P10)

En cuanto a la diversidad de casos, la selección de estos por afinidad y la posibilidad de compartirlos con sus amigos y pares, fue valorado positivamente. Descubrieron que podían filtrar casos por especialidades. Algunos estudiantes compartieron opiniones sobre comparaciones realizadas por otros actores humanos con quienes compartieron la aplicación. Llama la atención el caso de un médico hospitalario quien ponderó para su aprendizaje la memorización de información, contrario a la opinión del estudiante que deseaba “aprender para la vida”. En relación con estas apreciaciones se infirió que el gran propósito de la aplicación Human Dx es construir procesos de razonamiento clínico:

“Le presenté la aplicación a un amigo hospitalario. Él me dijo que no le interesó mucho porque él no aprende así. También dijo que él se está presentando para ingresar a la residencia con unas tarjetas de memorización en otra aplicación que se llama Anki (...) Creo que Human Dx no se usa para pasar un examen, sino para llegar a ser un mejor médico, dar diagnósticos acertados y entender cuáles son los diagnósticos diferenciales que hay que pensar” (P8)

Los participantes compararon Human Dx con otras aplicaciones y recursos que hacen parte de su práctica estudiantil tales como Medscape, StatPearls, Kahoot y la plataforma AMIR, encontrando que algunos de estos recursos se enfocan en desarrollar técnicas para resolver exámenes: el objetivo no es que el usuario sepa diagnosticar, sino que supere una prueba. Destacaron que Human Dx revela por pasos la información, comparado con las preguntas directas (Medscape, AMIR) o la visualización de la totalidad del caso que presentan otros recursos (StatPearls). A continuación se ejemplifican estos contrastes:

“Medscape es la aplicación que uso generalmente para revisar temas cuando tengo una duda o cuando quiero saber si estoy preparada para presentar un examen, porque son preguntas directas. Por el contrario, Human Dx es para mis tiempos libres, para divertirme” (P6)

“Hay otra plataforma que se llama StatPearls donde mandan casos diarios al correo electrónico, que comparada con Human Dx pierde porque StatPearls solo envía un caso por día, mientras que Human Dx ofrece más variedad” (P7)

“Me toca hacer el curso AMIR en donde también hay una plataforma donde se hacen simulacros. Me parece muy buena la aplicación de Human Dx ya que se acerca más al proceso normal de resolver casos y no es tan monótono como tener una pregunta con varias opciones de respuesta, pero sólo una correcta” (P12)

También existen factores negativos que impactan en el uso de Human Dx tales como la sobrecarga de texto, cantidad de casos, ausencia de valores de referencia, otros sistemas métricos y la presencia de abreviaturas que no son permitidas en Colombia. En la era de la globalización el aprendizaje del inglés es de vital importancia principalmente para los estudiantes universitarios de medicina, dado que la mayoría de la bibliografía y recursos se encuentran en este idioma. Se describió que el idioma y el lenguaje técnico tuvieron efectos variados. Para algunos sujetos el idioma ralentizó el proceso e inhibió su participación, escritura y resolución de casos. Contrariamente, otras personas ven a la aplicación como un peldaño hacia la profesionalización. Es así que se evidenciaron nuevas agencias

de la aplicación dadas por el aprendizaje del idioma inglés, poder recibir consejos para su práctica futura y compartir casos de su realidad con la comunidad internacional.

“Aparte de practicar los casos, aprendes inglés (...) me sentí con mejor nivel de inglés” (P10)

“Es una experiencia global (...) me dan consejos para mi futuro” (P11)

“Hicimos un caso de un señor de 65 años que el diagnóstico era tuberculosis diseminada, y fue el primer caso que nos quedó bien (...) de pronto fue por el contexto en el país en el que vivimos y la frecuencia de enfermedades infecciosas que manejamos” (P8)

Contactando con otros agentes materiales y actores humanos

Human Dx fomenta el ensamblaje con actores materiales y actores humanos para el desarrollo de las actividades por parte de los estudiantes; actúa como un puente para conectarlos. En cuanto a los actores humanos, los estudiantes contactaron tanto con agentes de su círculo personal/académico, como con la inteligencia colectiva de la aplicación. Esto deriva gracias a que la aplicación supera barreras como la distancia y la subordinación al ser una actividad libre y sin presiones. De esta manera los estudiantes conviven más con los actores mencionados, aprenden de sus contextos e interactúan con las participaciones en los foros y demás modalidades: *“Puedes hacer también que los casos clínicos que tú ves en el día a día sean parte del aprendizaje de otros” (P14)*. Por su parte, los agentes materiales se sumaron a la práctica de los estudiantes con la aplicación y fueron visibles en sus narraciones (Figura 1).

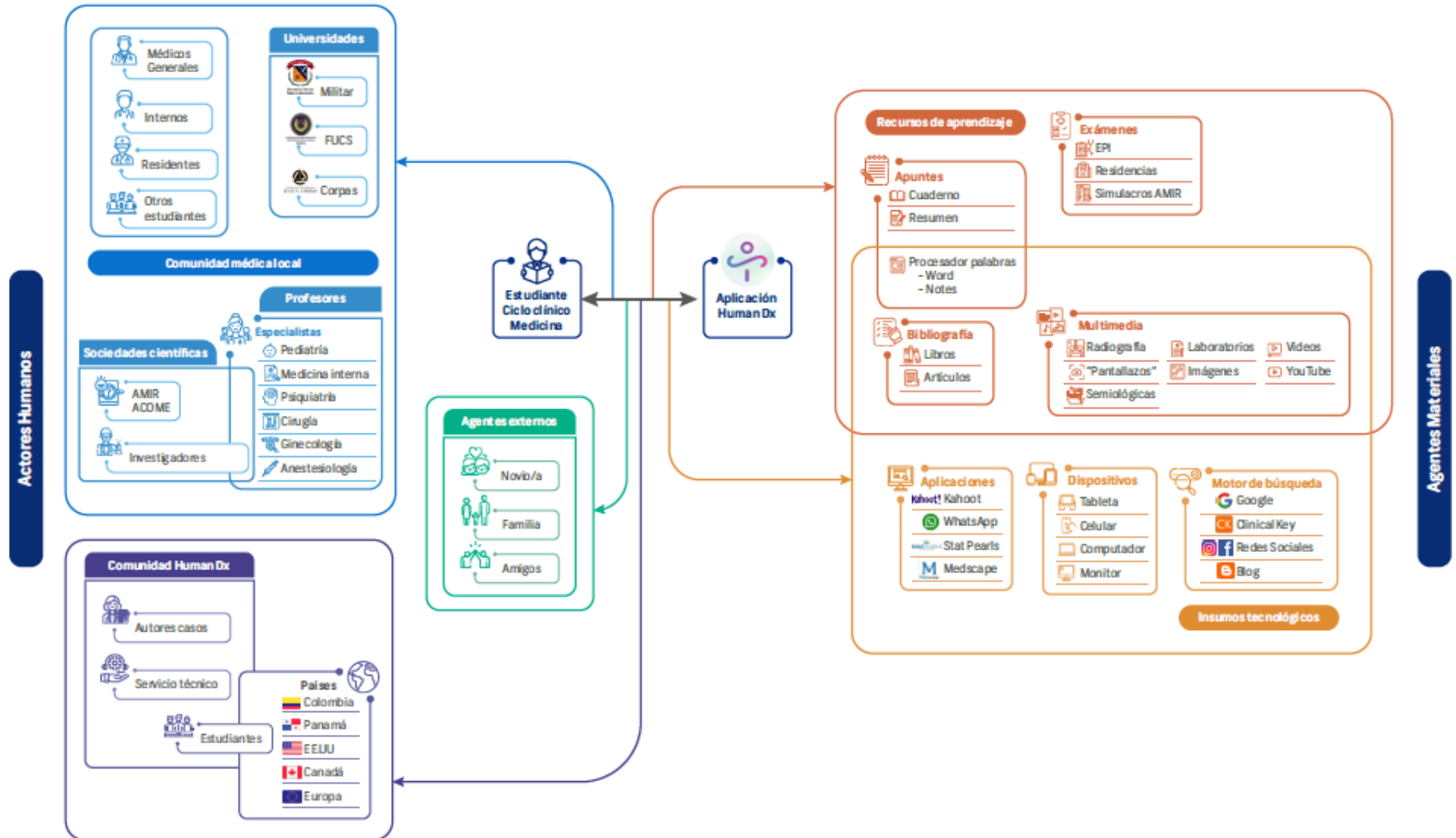
El ensamblaje fomenta el aprendizaje colaborativo al permitir un debate amigable entre miembros. Adicionalmente, impulsa la construcción de impresiones diagnósticas de manera conjunta y la creación de teorías e hipótesis a través de la recolección de pistas. A continuación, se comparte evidencia de ello:

“Algo que yo he puesto en práctica es hacerlo en compañía con mis amigos. Nos reunimos a charlar sobre algún caso, todos dan su opinión y se ven los fuertes en el conocimiento que tiene cada uno. Como se pueden poner diagnósticos diferenciales, entonces ponemos la opinión de cada uno y vemos quién se acercó más al diagnóstico final” (P5).

“También haciéndolo con compañeros hay cosas y análisis que yo sola no podría hacer, porque no todos vemos los casos de manera similar. Cada cerebro funciona diferente” (P8)

Llama la atención que algunos consideran que la aplicación promovió y aumentó la interacción con sus profesores de rotación. Los docentes valoran positivamente el hecho de que sus estudiantes estén investigando y estudiando de manera autónoma mediante una nueva herramienta, una aplicación que se sale de las actividades curriculares y responsabilidades de las rotaciones. Frente a este interés los docentes deciden interactuar con los estudiantes de una manera más relajada, llegando a experimentar interés con los casos propuestos y colaborando con los estudiantes en su resolución. A continuación, se presenta una apreciación realizada por un estudiante: *“La aplicación Human Dx nos invita a desarrollar más la mente y la sospecha, la auspicia, a ir paso a paso. Lo digo porque muchos de mis docentes lo decían. Por ejemplo, con los especialistas de ginecología (que es en donde estoy rotando), tratábamos de desarrollar el caso y me parece muy bueno porque invita a la docencia. Además, me felicitaron por traer nuevas Apps y particularmente en estas semanas me dijeron que estaba más agudo y participativo” (P12)*

Figura 1. Ensamblaje entre actores humanos y agentes materiales



Por su parte, la materialidad de la aplicación contribuye al proceso de retroalimentación. En este sentido, los estudiantes valoraron de manera positiva que esta haya sido completa, los puntos claves y de buena práctica, las justificaciones y el enfoque a detalles que pasaron desapercibidos. También señalaron que el entendimiento de la retroalimentación depende de los preconceptos y del nivel de introspección de los estudiantes, dado que invita a reflexionar sobre lo que no hicieron o no acertaron.

“Me gusta que en las retroalimentaciones me doy cuenta de mis errores al poner algunos diagnósticos (...) lo voy a tener en cuenta a la hora de realizar otro caso” (P6)

“Al final de los casos hay unos puntos clave que orientan al diagnóstico. No es una retroalimentación del porque no llegué al 100%, sino que uno debe hacer su análisis diciendo: me faltó hacer este paso o no pensé en esto” (P15)

En ocasiones, los usuarios interactuaron observando las participaciones de la comunidad de Human Dx y comparando sus respuestas, midiendo su acierto y determinando el grado de concordancia con lo planteado por el autor del caso. Un estudiante resaltó la credibilidad de la aplicación por el amplio número de personas en ella y la formación académica de los mismos: *“Tener a tanta gente tan bien formada de varias partes del mundo digamos que le da mucha credibilidad a la aplicación, tener personas muy buenas y reales interactuando” (P3)*. En contraste, otros participantes comparten dudas sobre la veracidad de las soluciones de los casos, dado que desconocen el papel de la inteligencia artificial colectiva. Lo anterior genera una tensión entre los resultados que emergen de la aplicación versus la respuesta construida por los estudiantes, amenazando el uso de Human Dx: *“Sería importante saber que las personas que están respondiendo saben al respecto, y las respuestas que estamos observando tienen una base y tengan una bibliografía (...) que se garantice que el autor sepa la respuesta” (P16)*

Construyendo procesos cognitivos

El contexto de los estudiantes permite construir una identidad personal única que influirá en su construcción de diagnósticos, y por ende en el razonamiento clínico. Las variables sociales, psicológicas y ambientales son un factor fundamental que interviene directamente en los procesos de aprendizaje. Es curioso ver cómo los estudiantes incluyeron en sus relatos los ambientes y tiempos en los cuales emplearon la aplicación sin darse cuenta del papel que estos tenían. La aplicación se introdujo en su transcurrir diario, relataron que la usaban tanto en los pasillos de los servicios, como en el transporte público y en casa. Además, los sujetos narraron circunstancias que interferían con el uso de Human Dx tales como los exámenes, el estrés, la enfermedad, la sobrecarga asistencial, las redes sociales, etc. Por último, los estudiantes destacaron la conexión de los casos clínicos presentados en la aplicación con los casos clínicos de su cotidianidad. Para ellos fue significativo encontrar similitudes con sus pacientes y que los casos ahí presentados pueden aparecer en su consulta externa.

“Me hizo recordar mi práctica clínica. Realmente he visto casos de ese tipo en la clínica. Así mismo, imaginarme el paciente a medida que iba elaborando el caso me facilitó las cosas” (P10)

Los métodos de estudios de cada estudiante son diversos, pero apuntan a lograr una máxima comprensión de un tema específico. Los sujetos de investigación enfatizaron en cómo los organizadores gráficos, los resúmenes (apuntes) y los videos, son los canalizadores para lograr la comprensión y asimilación de una información. La aplicación se ensambla con los métodos de estudio de algunos estudiantes gracias a su innovación y recursos. Además, los alumnos mencionaron que la aplicación invita a recursos externos que

puedan aplicar en el ejercicio y mejoren la experiencia de uso; la aplicación los lleva a entretejer una red de agentes para dar solución a casos clínicos (Figura 1).

En el proceso de aprendizaje, el estudiante construye su conocimiento a través de experiencias nuevas y significativas, que aportan contexto. Teniendo en cuenta el advenimiento de la tecnología, los estudiantes tienen acceso a múltiples recursos que les brindan información ilimitada e instantánea sobre medicina. En la aplicación Human Dx, los estudiantes manifestaron que controlaron la dirección, la velocidad y el contenido de su aprendizaje. Adicionalmente, las etapas del proceso ocurrieron de manera gradual e interconectadas. Los estudiantes lo ejemplifican de la siguiente manera:

“El estar resolviendo casos en Human Dx atenta de mi tiempo y ritmo, hace que la forma en la que ahora analizo sea diferente facilitando el proceso (...) De hecho resolverlos y saber que la respuesta que yo puse es la correcta, me hace sentir bien porque mi enfoque clínico está mejorando y eso me gusta mucho” (P5)

“Me gusta esta práctica para desarrollar la destreza mental y así llegar al diagnóstico. O sea, no es como leer un libro, sino que nos hace entender un poquito como es la fisiopatología de las enfermedades desde la clínica, y así podemos internamente explicar el diagnóstico” (P12)

Mención especial merece la secuencialidad de los casos clínicos. Estos siguen el formato de historia clínica que resulta familiar para los estudiantes, fomentando la jerarquización de ideas y la construcción de procesos para integrar la información y así generar diagnósticos alineándose con el razonamiento clínico tipo I. En este sentido la aplicación va revelando información que simula la atención del paciente en el mundo real, y solicita diagnósticos más enfocados cada vez que se revela nueva información. Este proceso se comportó de manera similar a las rondas conducidas por docentes en revistas y turnos.

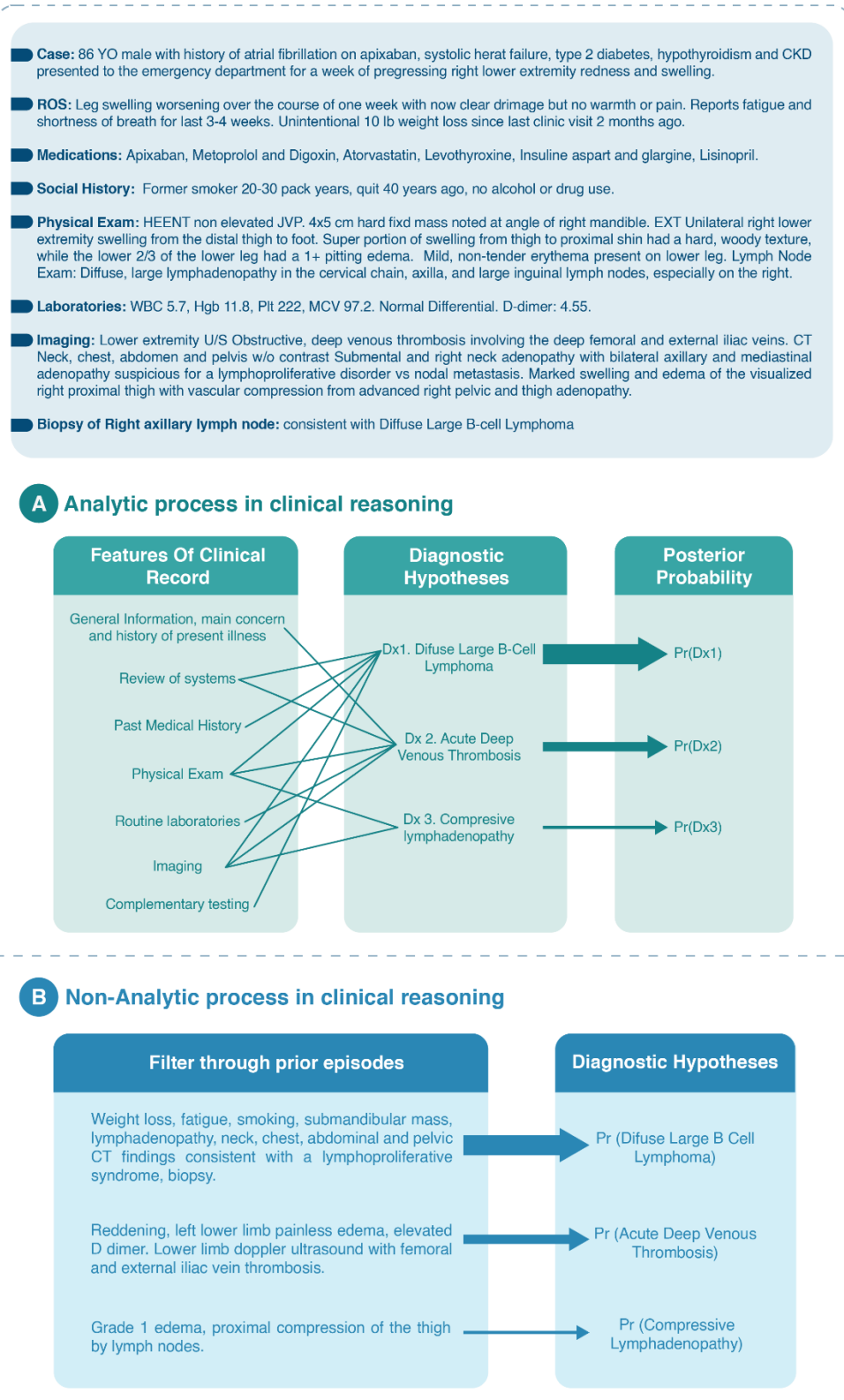
“Resalto de la aplicación que es una navegación secuencial, que no me da toda la información de una vez para que de pronto ignore algunas cosas, sino que sea paulatino, cada dato hace que uno realmente se centre con la poca información que es relevante. (...) te vas enfocando poco a poco hasta que vas sacando las conclusiones del caso” (P3)

Por otra parte, se observó cómo la secuencialidad de la aplicación puede ser manipulada por los estudiantes. En esta dirección, la aplicación Human Dx se alinea más con el razonamiento clínico tipo I, agradándole a los estudiantes la labor de detectives que recogen y analizan pistas (Figura 2A). También, en algunas ocasiones los estudiantes, dado su nivel de formación o personalidad, se inclinaron por el razonamiento tipo II o no analítico (Figura 2B). Ellos notaron que el proceso de razonamiento clínico no funciona igual si no siguen los “pasos” e integran las pistas una a una, favoreciendo el razonamiento clínico tipo I. En los siguientes relatos se observa el contraste entre participantes:

“Me parece muy buena la aplicación porque invita a ir paso por paso: primer paso, nos pide diagnósticos, segundo paso, nos invitaba a decir que pensamos según la información dada, tercer paso, relacionamos la información con el siguiente paso, y así” (P12)

“En los primeros casos yo iba poniendo diagnósticos de acuerdo se me revelara información en cada ítem que yo iba explorando de la historia clínica del paciente. Esta vez abrí todas las pistas de una vez. Leí la historia clínica completa y puse el diagnóstico que consideraba. No me gustó porque siento que a la final está claro que es lo que el paciente tiene. No me permitió descubrirlo a mí, sino que la historia clínica le habla a uno y le dice el diagnóstico” (P9)

Figura 2. Procesos de razonamiento clínico adoptados por los estudiantes al interactuar con la aplicación Human Dx.



Adaptado de: Eva, K. W. (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. Medical Education, 39(1), 98–106.

En el proceso de construcción de diagnósticos se hizo visible la integración que realizan los estudiantes con sus preconcepciones y conocimientos. En ese momento, los estudiantes recordaron sus clases, rotaciones y artículos, y esos recuerdos fueron entrelazados con los datos e información de los casos. Los estudiantes edificaron asociaciones con tópicos y patologías frecuentes, generaron hipótesis y esquemas mentales que se articularon para dar solución al problema como se ejemplifica a continuación: *"Te lleva a integrar y a englobar todo lo que sabes, todo el conocimiento que uno tiene en un solo caso clínico"* (P11). Se generaron procesos de recuperación de conocimientos con su posterior integración a un problema en cuestión. En esta dirección, los saberes y capacidades de los estudiantes tuvieron impacto y efectos en el ejercicio. Por ejemplo, aumentaron su autoestima como médicos en formación, evidenciando que gracias a sus habilidades pudieron enfrentar los desafíos clínicos planteados.

En cuanto a la construcción de múltiples diagnósticos, se observó que los estudiantes tenían en cuenta la relevancia y probabilidad de las enfermedades, solían conformar triadas diagnósticas e impulsar sus sospechas vinculándolas con artículos de investigación clínica. Con esto los estudiantes nutrieron su repositorio diagnóstico y tuvieron un escenario de práctica en donde aumentaron su experiencia, destrezas y conocimientos. En este apartado llama la atención la complejidad, infrecuencia y especificidad diagnóstica de muchos casos, surgiendo una tensión para el entendimiento y resolución del problema. En esta línea, incluso llegaron a señalar que el nivel de los casos quizás no era congruente con su nivel actual de formación: *"Al principio, siento que no lo entendía porque eran casos muy complejos (...) eran casos difíciles con diagnósticos que nunca en mi vida había escuchado, hay que ser muy específicos. Muchas veces las preguntas son para supra especialistas"* (P3). Por último, los estudiantes se sintieron capaces de cuestionar abordajes de otros profesionales que dependen de los paraclínicos para generar hipótesis diagnósticas.

Introducir las tecnologías como coprotagonistas al proceso de aprendizaje tradicional (en donde los estudiantes tienen el papel principal) aporta una experiencia única que ayuda a construir conocimiento. De esta forma, las tecnologías y los estudiantes tienen una relación simbiótica: la tecnología aporta conocimiento ilimitado y los estudiantes, con sus conocimientos y experiencias, construyen diagnósticos que aportan a la inteligencia colaborativa.

Member Reflection

Durante la última semana de octubre se llevaron a cabo dos grupos focales con los participantes del estudio para mostrarles los resultados obtenidos. En este espacio, los estudiantes se sintieron cómodos, confiados y muchos lograron identificar que sujeto de investigación eran cuando mostrábamos los testimonios (Fotografía 2).

Posterior a escuchar la interpretaciones de este estudio, señalaron que los investigadores se apegaron a los datos ofrecidos en cada parte del estudio (audio-diarios, grupo focal), realizando análisis pertinentes y acordes a la experiencia individual con la aplicación Human Dx. Se evidenció que los estudiantes al sentirse protagonistas de un proceso de investigación aumentaron su estima, sus ganas de seguir aprendiendo y la afinidad por esta área. Refieren que integraron a su práctica clínica el formato de Human Dx al momento de presentar un paciente en revista, o de escribir un reporte de caso para la literatura.

"Me gustó estar en esta investigación porque, como siempre se lo digo a mi familia, yo soy "el conejillo de indias" que le está dando aportes a la investigación. Entonces siento que es algo muy valioso independientemente de los resultados que haya obtenido en la aplicación." (P9)

“Me gusta porque ahora que estoy a punto de graduarme, necesito hacer publicaciones y gracias a la aplicación en el semillero hemos hecho reportes de caso muy parecidos a los de Human Dx” (P5)

Fotografía 2. Member Reflection 27 de octubre de 2022



Por último, los estudiantes se encuentran divididos sobre continuar con el uso de la aplicación. Unos testimonios apuntan a que actualmente no la usan con tanta regularidad como lo hicieron en el mes de agosto por cuestiones de carga académica, pero que eventualmente responden un caso clínico: *“No uso ahora la app. La pienso usar más adelante (...) Ahora, busco reportes de caso para ver el consolidado en distintas temáticas. Leo el texto y complemento con el caso clínico” (P15)*. Por otra parte, otros estudiantes refieren que no la volvieron a tocar y algunos la desinstalaron porque al ser en inglés se les dificulta mucho entender los casos. Pero que gracias a su participación en este estudio, entendieron lo importante de involucrar un recurso tecnológico (material) para el aprendizaje del razonamiento clínico y han intentado con otros recursos como Clinical Key y Medscape en español.

Discusión

En este estudio se pretendió entender cómo participa un recurso tecnológico (la aplicación Human Dx) en el aprendizaje del razonamiento clínico por parte de estudiantes de medicina. Se evidenciaron tres mecanismos diferentes pero interrelacionados que contribuyen al proceso: La interacción directa con la aplicación, el contacto con otros agentes y la construcción de procesos cognitivos. Este trabajo se enmarcó en el paradigma sociomaterial para responder la pregunta de investigación, por lo tanto se ofrecen múltiples ejemplos de ensamblaje y agencia, materializadas en las percepciones de los participantes sobre la novedad de la aplicación en la construcción de procesos de razonamiento clínico.

En primer lugar, se exploró como la interacción con la aplicación a través de sus recursos y su interfaz genera emociones positivas y negativas que impactan la motivación en los estudiantes. En este sentido, la aplicación ofrece un formato atractivo, con casos interactivos que integran problemas clínicos, foros y preguntas directas para la generación nativa digital. Lo anterior genera una nueva forma para aprender y practicar. En estudios anteriores, se ha visto que integrar la práctica con problemas de la vida real resulta estimulante, útil, novedoso y por ende, motivante para los estudiantes. Adicionalmente, aumenta el rendimiento académico y se sintoniza con que el estudiante entienda la relevancia profesional de cada uno de los procesos en su práctica futura (Abraham et al., 2004; Koenemann et al., 2020).

Por otra parte, se descubrió que la interfaz de Human Dx generó un espacio propicio y saludable para el aprendizaje debido a su rol formativo, su retroalimentación amigable y la participación bajo anonimato. Lo anterior es comparado con experiencias previas de los estudiantes en donde predominaba la humillación, el maltrato y la subordinación en sus escenarios de práctica, inhibiendo y limitando los procesos de aprendizaje. Los entornos de aprendizaje son un factor determinante del comportamiento, los logros y la satisfacción de los estudiantes (Benbassat, 2013). Young et al. identificaron las características clave para que un entorno de aprendizaje contribuya a la generación de experiencias positivas y transformadoras (J. Young et al., 2016). En esta investigación, se evidenció que se cumplieron con las características propuestas por Young, dado que los estudiantes de Unisanitas manifestaron que el apoyo constructivo, la retroalimentación inmediata, y el sentimiento de seguridad les ayudó a encontrar su propio camino a través de los dilemas clínicos.

Para algunos estudiantes surgen nuevas oportunidades de aprendizaje y crecimiento profesional al emplear la aplicación. El ensamblaje forjado con la aplicación ha puesto en primer plano una nueva agencia: el aprendizaje del idioma inglés. Esto aparece de diferentes maneras a lo largo de los audio-diarios y en el debate entre alumnos dentro del grupo focal. Sin embargo, el idioma junto con las diferencias contextuales de los casos (uso de abreviaturas, siglas y unidades de medición), relentecieron la experiencia de uso, y per se, de aprendizaje. Si bien la tecnología se usa ampliamente para fines de comunicación, entretenimiento y educación, la utilidad percibida de Human Dx y la capacidad de practicar con sus diferentes funciones, ponderaba mayores beneficios al aprendizaje de inglés. Estos resultados se suman a los estudios que sugieren que la tecnología no es un mero instrumento sino un actor en los procesos de aprendizaje del idioma (Hidayat et al., 2022; Xodabande & Hashemi, 2022).

Dentro de la aplicación aparecieron consejos de buena práctica clínica y la oportunidad de compartir casos clínicos con la comunidad internacional, fomentando el trabajo colaborativo y la interacción con actores humanos internacionales dentro de la misma. Otros estudios también han evaluado como actividades con entornos colaborativos en las que intercede el uso de tecnologías pueden promover el desarrollo de

habilidades de razonamiento clínico, en la medida que actúan como mediadores que aumentan la interactividad, la comprensión y la retención en estudiantes de carreras de la salud (Lim & Honey, 2021).

La forma específica en que los actores humanos se relacionaron entre sí contribuyó a que los estudiantes de medicina relacionaran el razonamiento clínico con su práctica futura. En algunos momentos, se observó como los elementos sociales confluyeron con los materiales, lo que condujo a un uso exitoso de la aplicación. Sin embargo, se evidenció una tensión cuando los actores entraban en conflicto (por ejemplo, dudas sobre la veracidad de la información, dificultades técnicas) lo que promovió la frustración y la insatisfacción. Esto apoya que los procesos de aprendizaje son procesos individuales en los que los sujetos aprenden a entender quiénes son y se ajustan con su repertorio de hábitos específicos (Rohner et al., 2021).

En segundo lugar, los datos revelaron los nuevos agentes que se suman en la relación del estudiante con la aplicación, y de esta forma se delimitó la participación de Human Dx en la construcción de razonamiento clínico en los estudiantes. Plantear a los alumnos preguntas sobre su interacción con la aplicación desencadenó una reconceptualización y entrelazamiento de los actores del proceso: agentes humanos, cosas materiales y el espacio pedagógico. El proceso educativo y la vida cotidiana abarcan múltiples actores humanos y materiales (como apuntes, libros, exámenes, imágenes diagnósticas, laboratorios, computadores, tabletas, teléfonos inteligentes, entre otros), que dan forma al aprendizaje de razonamiento clínico. Reconocer sus interacciones permitió una evaluación más amplia, enriquecedora y clarificadora. Esto es congruente con lo encontrado por otros investigadores en donde se han realizado análisis situacionales similares (Pischetola et al., 2021; Rohner et al., 2021).

En tercer lugar, la aplicación Human Dx participó en la construcción de procesos de razonamiento clínico tipo I y II descritos por Kevin Eva (Eva, 2005). Los estudiantes señalaron que el uso de la aplicación contribuye a ofrecerles una hoja de ruta que combina la secuencialidad de los casos, la estructura de la historia clínica y facilita la jerarquización de la información suministrada para generar diagnósticos diferenciales. La aplicación se ensambla con la forma en la cual los estudiantes han aprendido a construir diagnósticos durante su formación, ayudándoles a integrar la información para resolver un caso clínico. De esta forma los casos clínicos de la aplicación se articularon con sus preconceptos y experiencias académicas previas (clases, talleres, rotaciones) generando hipótesis, asociaciones y esquemas mentales para lograr la solución de problemas. Múltiples investigaciones han explorado que los procesos que revelan información de forma secuencial y simulan la atención del paciente en el mundo real, mejoran las habilidades de razonamiento clínico proporcionando un patrón de entrenamiento (Chatterjee et al., 2019; Huang et al., 2021; Kim et al., 2018). A través de los casos clínicos se orienta a los estudiantes para que se familiaricen con los procedimientos para resolver problemas clínicos desde la recopilación de información médica hasta el establecimiento de planes de diagnóstico y terapéuticos.

En relación con lo anterior, una investigación identificó cuáles estrategias usaban los estudiantes de medicina de último año para desarrollar el razonamiento clínico, ahondando en una herramienta virtual específica diferente a Human Dx (eCREST) (Plackett et al., 2021). Los estudiantes de eCREST informaron que la herramienta virtual promovió la reflexión continua al permitirles practicar el manejo de la incertidumbre. Sin embargo, algunos encontraron que esta herramienta podía ser menos útil para el razonamiento clínico al presentar información al azar del paciente (Plackett et al., 2021). Se hace evidente que la jerarquización y seguir la secuencialidad de la historia clínica, fomenta la minuciosidad ayudando a

los futuros médicos a evitar oportunidades de diagnóstico perdidas y mejorar la enseñanza del razonamiento clínico.

Fortalezas, limitaciones y futuras investigaciones

Dentro de las fortalezas de esta investigación se puede destacar el diseño metodológico propuesto. Usar una teoría fundamentada constructivista parece ser un acierto dado su carácter exploratorio sobre el “qué”, el “como” y el “por qué” de un proceso (Charmaz, 2006; Eppich et al., 2019). Por otro lado, la pregunta de esta investigación al ser amplia encajó con este diseño, otorgando libertad para explorar el tópico descrito, y a su vez, al ser una pregunta enfocada, permitió definir los contextos y las participaciones potenciales del estudio (Watling & Lingard, 2012). Este diseño permitió flexibilidad para seguir las pistas y giros a veces inesperados que surgieron de los datos.

Usar diarios de audio y triangularlos con un grupo focal suministró información suficiente para resolver la pregunta de investigación de forma práctica y ágil. Los estudiantes al sentirse familiarizados con enviar un audio por WhatsApp cumplieron con las entregas en los tiempos establecidos. Realizar preguntas desde las investigaciones previas en el campo para los audio diarios, y posteriormente, hacer las preguntas del grupo focal basadas en los resultados obtenidos, enriquecieron la información y evitaron el uso de otras técnicas de recolección (entrevistas semiestructuradas).

Esta investigación tuvo protocolos para la recolección de la información bien definidos que fueron administrados por los investigadores. Contar con un análisis de datos en equipo y con la comprobación de los participantes al final de la recolección de datos (*Member Reflection*), aumentó la fiabilidad de los resultados. Al utilizar un enfoque colaborativo y reflexivo para el análisis de los datos, se intentó minimizar que los resultados estuvieran influenciados por las suposiciones de los investigadores (Olmos-Vega et al., 2022).

Este estudio tiene algunas limitaciones. La primera y más evidente es que, al igual que con todos los diseños en los que estudiantes deben manifestar sus experiencias u opiniones, estos pudieron haber sintonizado sus respuestas en búsqueda de la aceptación social, y fueron más reflexivos de lo que hubiesen sido si no se les solicitara o no los observaran. Esto a su vez, puede haber ocultado información que influye en el entendimiento de la teoría emergente. Para minimizar este riesgo, los investigadores escogieron participantes en donde no existía una relación de subordinación y se indagó sobre sus sentimientos y motivaciones. Adicionalmente, en el grupo focal se tuvo especial atención a las reacciones y comportamientos de los participantes, logrando caracterizarlos individualmente.

Por otro lado, apareció una tensión originada en la complejidad, infrecuencia y especificidad diagnóstica de muchos casos planteados en Human Dx, comprometiendo el entendimiento y la resolución de los problemas por parte de los estudiantes. Dado lo anterior, es una necesidad que el contenido de la aplicación se acople al nivel de formación y necesidades de cada grupo de estudiantes. Otras oportunidades para investigaciones futuras radican en involucrar diferentes aplicaciones y más centros educativos con población diversa que incluya residentes, profesores y otros profesionales de la salud. Esto podría aumentar la transferibilidad, validez y confirmabilidad de los resultados.

Implicaciones para la práctica

A partir de la experiencia de uso de los estudiantes, se crearon propuestas para la optimización de la aplicación, y por lo tanto del aprendizaje de razonamiento clínico: Primero, incluir datos

sociodemográficos ayudaría a la construcción de diagnósticos más completos e inclusivos. Segundo, lograr una mayor interacción con la aplicación permitiendo al usuario, por ejemplo, redactar sus órdenes médicas. Tercero, para mejorar la navegabilidad se debe incluir un tutorial o guía para el usuario y habilitar comunicación dentro de la aplicación mediante chats. Cuarto, dada la cantidad de abreviaturas, siglas, laboratorios y recursos que se encuentran en cada caso, introducir *“tooltips”* o textos emergentes informativos mejoraría la práctica con la aplicación. Por último, aterrizar los casos a la realidad y contexto de los estudiantes y el país aumentaría el desempeño y aprendizaje significativo de los estudiantes.

En esta dirección, llama la atención que algunas recomendaciones giraron alrededor de aumentar la “jugabilidad” de la aplicación construyendo retos y niveles que disminuyan la monotonía presentada. Grangeia et al. investigaron sobre como el uso de tecnologías (Redes sociales) y estrategia educativas como la “gamificación” podrían beneficiar a los estudiantes de medicina de emergencias en el proceso de aprender razonamiento clínico. Estas estrategias nutrieron el sentido de pertenencia de los estudiantes, la motivación, mejoraron su autorregulación para estudiar y aumentaron progresivamente la participación de los estudiantes y por consiguiente, las calificaciones en pruebas cognitivas (Grangeia et al., 2019). Sin embargo, esta investigación considera que esta característica específica no hace parte del objetivo de la aplicación Human Dx.

Conclusiones

Son amplios los recursos que emplean los estudiantes en la práctica diaria para el aprendizaje del razonamiento clínico, y en ese sentido, Human Dx emerge como una herramienta que complementa su formación. Human Dx participó en el aprendizaje de razonamiento clínico de los estudiantes por medio de tres mecanismos interrelacionados: Interactuando directamente con la aplicación, contactando con otros agentes materiales y actores humanos, y construyendo procesos cognitivos. Introducir las tecnologías como coprotagonistas al proceso de aprendizaje tradicional (en donde los estudiantes tienen el papel principal) aporta una experiencia única que ayuda a construir conocimiento. Surgieron tensiones que impedían su uso como el idioma, abreviaturas y factores contextuales, que deben ser mejorados con el propósito de maximizar el aprendizaje y la simetría con esta materialidad.

Tal vez, las prácticas educativas basadas y estudiadas a través de un enfoque sociomaterial puedan ser una alternativa menos cómoda para un investigador, pero en este caso particular, ofreció ideas emergentes y creativas sobre lo que podría ser el futuro de la educación y el papel de las tecnologías digitales en ella. Si estamos de acuerdo con Barad en que el mundo es "*un proceso abierto y continuo de materialización*" en el que el significado se crea a través de diferentes posibilidades agenciales (Barad, 2003), es responsabilidad de los educadores sumar todos los recursos materiales posibles que mejoren y complementen los procesos de aprendizaje de razonamiento clínico en estudiantes de medicina.

Referencias

- Abraham, R. R., Upadhy, S., Torke, S., & Ramnarayan, K. (2004). Clinically Oriented Physiology Teaching: Strategy for Developing Critical-Thinking Skills in Undergraduate Medical Students. *Advances in Physiology Education*, 28(3), 102–104.
- American Board of Internal Medicine (ABIM). (2020). *A vision for certification in internal medicine in 2020*. ABIM 2020. <https://www.abim.org/Media/ba2igl11/assessment-2020-final-report.pdf>
- Anakin, M., Jouart, M., Timmermans, J., & Pinnock, R. (2020). Student experiences of learning clinical reasoning. *The Clinical Teacher*, 17(1), 52–57. <https://doi.org/10.1111/tct.13014>
- Barad, K. (2003). Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 28(3), 801–831. <https://doi.org/10.1086/345321>
- Benbassat, J. (2013). Undesirable Features of the Medical Learning Environment: A Narrative Review of the Literature. *Advances in Health Sciences Education*, 18(3), 527–536. <https://doi.org/10.1007/s10459-012-9389-5>
- Burm, S., & MacLeod, A. (2020). Focus on Methodology: A sense of sociomaterialism: How sociomaterial perspectives might illuminate health professions education. *Focus on Health Professional Education: A Multi-Professional Journal*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.11157/fohpe.v21i1.443>
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis* (1st Ed). Sage Publications.
- Chatterjee, S., Desai, S., Manesh, R., Sun, J., Nundy, S., & Wright, S. M. (2019). Assessment of a Simulated Case-Based Measurement of Physician Diagnostic Performance. *JAMA Network Open*, 2(1), e187006. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.7006>

- Cooren, F., Taylor, J. R., & Van Every, E. J. (Eds.). (2005). *Communication as organizing: Empirical and theoretical approaches into the dynamic of text and conversation*. Lawrence Erlbaum.
- Cutrer, W. B., Sullivan, W. M., & Fleming, A. E. (2013). Educational Strategies for Improving Clinical Reasoning. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 43(9), 248–257.
<https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2013.07.005>
- Edwards, R., & Fenwick, T. (2015). Critique and Politics: A sociomaterialist intervention. *Educational Philosophy and Theory*, 47(13–14), 1385–1404. <https://doi.org/10.1080/00131857.2014.930681>
- Eppich, W. J., Olmos-Vega, F. M., & Watling, C. J. (2019). Grounded Theory Methodology: Key Principles. In D. Nestel, J. Hui, K. Kunkler, M. W. Scerbo, & A. W. Calhoun (Eds.), *Healthcare Simulation Research* (pp. 127–133). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26837-4_18
- Eva, K. W. (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Medical Education*, 39(1), 98–106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01972.x>
- Fenwick, T., & Nimmo, G. R. (2015). Making visible what matters: Sociomaterial approaches for research and practice in healthcare education. In *Researching Medical Education* (Firth Ed., pp. 67–80). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118838983.ch7>
- Gherib, T., & Bouhadada, T. (2021). Towards a New Platform Based on Web 2.0 Technologies Supporting Collaborative Clinical Reasoning Behavior Skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(08), 106. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i08.19471>
- Grangeia, T. de A. G., de Jorge, B., Cecílio-Fernandes, D., Tio, R. A., & de Carvalho-Filho, M. A. (2019). Learn+Fun! Social Media and Gamification sum up to Foster a Community of Practice during an Emergency Medicine Rotation. *Health Professions Education*, 5(4), 321–335.
<https://doi.org/10.1016/j.hpe.2018.11.001>

- Hassan, N. R. (2016). Editorial: A Brief History of the Material in Sociomateriality. *ACM SIGMIS Database: The DATABASE for Advances in Information Systems*, 47(4), 10–22.
<https://doi.org/10.1145/3025099.3025101>
- Hidayat, D. N., Lee, J. Y., Mason, J., & Khaerudin, T. (2022). Digital technology supporting English learning among Indonesian university students. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 17(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41039-022-00198-8>
- Huang, S., Yang, J., Wang, F., Guo, J., & Liu, S. (2021). Exploration of an Effective Method for the Step-by-Step Presentation of Case Information to Guide Grade 4 Medical Students to Develop Clinical Reasoning Skills. *Journal of Curriculum and Teaching*, 10(1), 36–46.
- Kim, S., Willett, L. R., Pan, W. J., Afran, J., Walker, J. A., & Shea, J. A. (2018). Impact of Required Versus Self-Directed Use of Virtual Patient Cases on Clerkship Performance: A Mixed-Methods Study. *Academic Medicine*, 93(5), 742–749. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000001961>
- Koenemann, N., Lenzer, B., Zottmann, J. M., Fischer, M. R., & Weidenbusch, M. (2020). Clinical Case Discussions—A novel, supervised peer-teaching format to promote clinical reasoning in medical students. *GMS Journal for Medical Education*, 37(5), Doc48. <https://doi.org/10.3205/zma001341>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory* (1ra ed.). Oxford University Press.
- Leonardi, P. M. (2012). Materiality, Sociomateriality, and Socio-Technical Systems: What Do These Terms Mean? How Are They Different? Do We Need Them? In P. M. Leonardi, B. A. Nardi, & J. Kallinikos (Eds.), *Materiality and Organizing* (pp. 24–48). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199664054.003.0002>
- Lim, A. G., & Honey, M. (2021). Using Technology as a Novel Method to Develop Students' Clinical Reasoning Skills through Virtual Collaborative Learning in Scriptwriting. *Studies in Health Technology and Informatics*, 284, 158–162. Scopus. <https://doi.org/10.3233/SHTI210689>

- Lisperguer Soto, S. E., Calvo, M. S., Urrejola Contreras, G. P., & Pérez Lizama, M. Á. (2021). Clinical Reasoning Training based on the analysis of clinical case using a virtual environment. *Educacion Medica*, 22(3), 139–143. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.08.002>
- MacLeod, A., & Ajjawi, R. (2020). Thinking Sociomaterially: Why Matter Matters in Medical Education. *Academic Medicine*, 95(6), 851–855. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003143>
- Márquez-Álvarez, L.-J., Calvo-Arenillas, J.-I., Jiménez-Arberas, E., Talavera-Valverde, M.-Á., Souto-Gómez, A.-I., & Moruno-Miralles, P. (2021). A Q-method approach to perceptions of professional reasoning in occupational therapy undergraduates. *BMC Medical Education*, 21(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02710-y>
- Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning: Past history and current trends. *Medical Education*, 39(4), 418–427. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2005.02127.x>
- Olmos-Vega, F. M., Stalmeijer, R. E., Varpio, L., & Kahlke, R. (2022). A practical guide to reflexivity in qualitative research: AMEE Guide No. 149. *Medical Teacher*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0142159X.2022.2057287>
- Orlikowski, W. (2007). Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work. *Organization Studies*, 28(9), 1435–1448. <https://doi.org/10.1177/0170840607081138>
- Orlikowski, W. (2010). The Sociomateriality of Organisational Life: Considering Technology in Management Research. *Cambridge Journal of Economics*, 34, 125–141. <https://doi.org/10.1093/cje/bep058>
- Pischetola, M., de Miranda, L. V. T., & Albuquerque, P. (2021). The Invisible Made Visible through Technologies' Agency: A Sociomaterial Inquiry on Emergency Remote Teaching in Higher Education. *Learning, Media and Technology*, 46(4), 390–403. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1936547>

- Plackett, R., Kassianos, A. P., Timmis, J., Sheringham, J., Schartau, P., & Kambouri, M. (2021). Using virtual patients to explore the clinical reasoning skills of medical students: Mixed methods study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(6). Scopus. <https://doi.org/10.2196/24723>
- Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: Una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit: Revista Peruana de Psicología*, 23(1), 137–148. <https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n1.10>
- Rohner, R., Hengl, L., Gallistl, V., & Kolland, F. (2021). Learning with and about Digital Technology in Later Life: A Socio-Material Perspective. *Education Sciences*, 11. <https://eric.ed.gov/?q=Sociomaterial&id=EJ1321025>
- Sørensen, E. (2009). *The materiality of learning: Technology and knowledge in educational practice* (First paperback edition). Cambridge University Press.
- Watling, C. J., & Lingard, L. (2012). Grounded theory in medical education research: AMEE Guide No. 70. *Medical Teacher*, 34(10), 850–861. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.704439>
- Xodabande, I., & Hashemi, M. R. (2022). Learning English with electronic textbooks on mobile devices: Impacts on university students' vocabulary development. *Education and Information Technologies*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11230-1>
- Xu, H., Ang, B. W. G., Soh, J. Y., & Ponnampereuma, G. G. (2021). Methods to Improve Diagnostic Reasoning in Undergraduate Medical Education in the Clinical Setting: A Systematic Review. *Journal of General Internal Medicine*, 36(9), 2745–2754. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11606-021-06916-0>
- Young, J., Williamson, M., & Egan, T. (2016). Students' reflections on the relationships between safe learning environments, learning challenge and positive experiences of learning in a simulated GP clinic. *Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice*, 21(1), 63–77. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9611-3>

Young, M., Thomas, A., Lubarsky, S., Ballard, T., Gordon, D., Gruppen, L. D., Holmboe, E., Ratcliffe, T., Rencic, J., Schuwirth, L., & Durning, S. J. (2018). Drawing Boundaries: The Difficulty in Defining Clinical Reasoning. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 93(7), 990–995. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002142>