



DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO PARA LA SOCIEDAD

Programa de Doctorado Transdisciplinario



Reporte para examen predoctoral

Título del proyecto:

“Diseño, construcción y procesos de apropiación de artefactos en la Ingeniería Biomédica”

Alumna:

Rosa Paola Figuerola Escoto

Co-directores del trabajo de tesis:

Dr. Manuel Santos Trigo
Investigador Titular del departamento de Matemática Educativa
Cinvestav, Unidad Zacatenco

Dr. Ernesto Suaste Gómez
Investigador Titular del departamento de Ingeniería Eléctrica,
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
Cinvestav, Unidad Zacatenco

Asesores del trabajo de tesis:

Dr. Arturo Minor Martínez
Investigador Titular del departamento de Ingeniería Eléctrica,
Cinvestav, Unidad Zacatenco

Dr. Sergio Víctor Chapa Vergara
Investigador Titular del departamento de Computación
Cinvestav, Unidad Zacatenco

Dr. Jaime Leybón Ibarra
Ingeniero Biomédico
Instituto Nacional de Rehabilitación

Resumen:

En el presente documento se expone el avance de una investigación cualitativa sobre prácticas profesionales, relacionadas con el empleo de artefactos biomédicos. El proyecto consiste en el análisis de las dinámicas de trabajo alrededor del desarrollo de planes y consecución de metas en una comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos; asimismo, se estudia el papel de la comunidad de ingeniería biomédica como responsable en el diseño, gestión, evaluación y promoción de artefactos utilizados en la práctica de interés, con el fin de destacar el impacto social de esta disciplina en el entorno hospitalario. Se desarrolla el estudio con base en recursos etnográficos, tales como la observación, el registro en audio y video, notas de campo y entrevistas; tomando en consideración y poniendo énfasis en aquellas etapas en las que se consolida una comunidad de práctica y se logra generar conocimiento al interior de la misma. Es así que se describe desde el interior de la comunidad y de acuerdo con las perspectivas de sus miembros el comportamiento de la colectividad de estudio, así como la manera en que interactúan las personas que pertenecen al grupo. Mediante la investigación se responden preguntas, como las siguientes: ¿Qué papel juegan los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria y cuál es el proceso de apropiación de éstos en cardiología-electrofisiología?, ¿Cómo se consolida una comunidad de práctica en cardiología-electrofisiología?, ¿De qué manera se genera conocimiento en una comunidad de cardiólogos-electrofisiólogos? y ¿Cuál es el papel del ingeniero biomédico en el entorno hospitalario?. La identificación de características asociadas con el funcionamiento de una comunidad de práctica, genera información importante que posibilita su desarrollo profesional y que puede derivar en el establecimiento de normas que regulen las relaciones sociales entre sus miembros.

Índice:

Introducción	1
Objetivo	5
Justificación	6
Antecedentes	9
Sobre el Aprendizaje Situado y la Participación Periférica Legítima	
• ¿Cómo sustentar el estudio de las dinámicas de trabajo en la práctica médica?	9
• Ejemplos de análisis en comunidades de práctica	10
• La perspectiva del aprendizaje situado no es “parroquialista”	12
• Ciclo de vida de las comunidades de práctica	13
• La ingeniería biomédica en el contexto hospitalario	14
Sobre la importancia de la Ingeniería Biomédica como comunidad de práctica	
• ¿De qué manera podemos darnos una idea más profunda de su importancia?	15
• ¿A qué responde el estudio de la participación de dichos profesionales en la comunidad de interés?	15
Metodología	18
• Confiabilidad del estudio	18
• Participantes	19
• Escenario	20
• Instrumentos de recolección de datos	21
• Procedimiento (Diseño de la investigación)	22
• Recolección de datos	23
• Análisis de datos	24
Resultados (fase anticipatoria)	27
• ¿Qué papel juegan los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria?	27
• ¿Cuál es el proceso de apropiación de tecnología en cardiología-electrofisiología?	28
• ¿Cómo se consolida una comunidad de práctica en cardiología-electrofisiología?	32
• ¿De qué manera se genera conocimiento en una comunidad de cardiólogos-electrofisiólogos?	34

• ¿Cuál es el papel del ingeniero biomédico en el entorno hospitalario?	36
Discusión	38
Referencias	41
Anexo 1. Tabla de resultados (Prueba piloto).	

Introducción:

Las comunidades de práctica son grupos de personas que comparten una preocupación o pasión por alguna actividad y aprenden a dominar su ejecución en su convivencia regular (Wenger, 2007, cit. por Smith, 2003), es decir, son conjuntos de personas que se involucran en un proceso de aprendizaje colectivo alrededor de un dominio compartido de la actividad humana. Para diferenciarlas de simples comunidades de intereses o de comunidades geográficas, Wenger (1998) considera que las comunidades de práctica están definidas con base en tres características: son *empresas conjuntas* continuamente redefinidas por sus miembros, marchan por el *compromiso mutuo* de éstos, al unirlos como una entidad social, y funcionan mediante un *repertorio compartido* de recursos comunes (rutinas, sensibilidades, artefactos, vocabulario, estilos, etc.) que se han desarrollado.

Con respecto a estas tres características, Rogers (2000) en un estudio de caso de una comunidad de aprendizaje virtual intenta operacionalizar tales conceptos identificando elementos importantes con base en lo descrito por Wenger (1998, cit. En Rogers, 2000).

El *compromiso mutuo* hace referencia al hecho de que los miembros de una comunidad de práctica están comprometidos con una actividad común. La práctica, en este caso, no es una entidad abstracta, sino el resultado de personas comprometidas en actividades con base en las cuales negocian con los otros miembros de la comunidad. Sin un compromiso mutuo, un grupo es más apto para representar una red de individuos.

Un requerimiento esencial para el compromiso mutuo, es la presencia de *medios* para que los miembros de la comunidad se involucren significativamente en actividades compartidas. Por otra parte, es necesario que el resultado de la negociación derivada del compromiso mutuo en una comunidad permita que los miembros de la misma mantengan su identidad. También, es preciso señalar que la negociación derivada del compromiso mutuo crea relaciones entre los miembros

de una comunidad, pues los participantes suelen seguir de cerca y compartir ideas de otros participantes.

Al referirse a una *empresa conjunta*, Rogers (2000) habla de una extensión de los límites e interpretación de una comunidad de práctica. Compartiendo un objetivo común, los miembros de una comunidad negocian en reacción a este y el producto obtenido del resultado de esta negociación es substancialmente diferente del original. Es entonces que los desacuerdos son un elemento importante en relación a esta característica, pues los individuos no necesariamente comparten puntos de vista, sin embargo, tales desacuerdos impulsan la negociación. A su vez la negociación desarrolla un sentido de responsabilidad mutua, lo cual se refiere a que los miembros de la comunidad no sólo serán parte del grupo y responsables de si mismos, sino que buscarán ser agradables con los demás, compartir información y responsabilizarse en no hacer pesada la carga de trabajo de los demás miembros de la comunidad.

Finalmente, Rogers (2000) al caracterizar el *repertorio compartido* de una comunidad, señala aquellos recursos que comparte el grupo y que contribuyen a la renovación. Los recursos pueden ser físicos, como un e-mail, un procesador de palabras, un libro de texto, el discurso, una metodología para desarrollar tareas, etc.

Una comunidad que carece de un repertorio compartido puede indicar la carencia de puntos de referencia para la negociación, lo cual puede generar una empresa carente de sustancia. Aquí podemos hablar de puntos de referencia compartidos que proveen un discurso común, bajo el cual los miembros pueden crear sus propias respuestas e ideas dentro de la comunidad, por ejemplo, en algunas comunidades sus participantes dominan el uso de determinados acrónimos. Es importante mencionar que los miembros de una comunidad pueden negociar interpretaciones comunes y ambigüedades, creando así nuevas ideas y trayectorias.

En el presente estudio, se pretende describir el modo en que se *consolida* una comunidad de práctica de médicos electrofisiólogos; la electrofisiología es una sub-especialidad de la cardiología, cuyo campo es el estudio, diagnóstico y tratamiento de las anomalías del ritmo cardíaco (arritmias). Es así, que para cumplir con el objetivo del trabajo se están llevando a cabo observaciones de la comunidad durante la realización de estudios diagnósticos que permiten detectar anomalías en la conducción eléctrica del corazón, así como durante el tratamiento de tales anomalías detectadas, procedimientos que tienen una duración de entre 3 y 7 horas aproximadamente y que implican el dominio de diversos artefactos tecnológicos para su realización.

De acuerdo con Wenger, McDermontt y Snyder (2002), una comunidad de práctica atraviesa por distintas fases de desarrollo: potencial, de coalescencia (de unión), madurez, gestión y transformación. Dado que la cuestión de interés es la consolidación de la comunidad, aquí nos centramos en la etapa potencial, en la cual se da el descubrimiento del “otro” y se manifiestan intereses comunes de todos los miembros con respecto a las metas de la comunidad y también se explora la etapa de coalescencia, en la que los miembros empiezan a definir actividades articuladas y a negociar comunitariamente. Nos centramos en el análisis de estas primeras etapas, dado que son consideradas fases de crecimiento, encaminadas a la etapa de madurez o consolidación de un grupo, en la cual los miembros del mismo ya están comprometidos con las actividades propias de la comunidad, es decir, donde los miembros recién llegados a una comunidad son participantes plenos en las actividades de la misma, se encuentran comprometidos con el grupo y se adaptan a circunstancias cambiantes en caso de que se presenten.

Por otra parte, ya que uno de los ejes centrales de una comunidad es el conocimiento que genera, se aborda tal cuestión, con base en las etapas de evolución analizadas, pues según Wenger, McDermontt y Snyder (2002), cada una aporta diferente conocimiento, así como medios para administrarlo, pues mientras que, durante el crecimiento de una comunidad, la profundidad del

conocimiento que comparten sus miembros crece, durante la madurez, las comunidades administran activamente el conocimiento que ya existe, así como la práctica que comparten y los desarrollan conscientemente.

Es así, que el estudio de prácticas profesionales en la comunidad de médicos electrofisiólogos, permite atender aquellos compromisos sociales que proporcionan el contexto adecuado para que la consolidación del grupo y la generación de conocimiento tenga lugar, lo cual eventualmente permitirá desarrollar normas que regulen relaciones sociales en la comunidades con características similares, cuestión que favorecerá su reproducción.

Además, en el estudio, se caracteriza el ejercicio de la comunidad, identificando formas de actuar que les llevan no sólo a realizar actividades propias como parte de la misma, sino también aquellas que les permiten enfocar la atención hacia la construcción y desarrollo de una agenda de trabajo con otros grupos profesionales; en este caso, se toma en cuenta el papel del ingeniero biomédico en la práctica de interés, debido a su participación en los estudios electrofisiológicos y los tratamientos ablativos, como gestores e instructores de los artefactos tecnológicos utilizados en el contexto de observación.

Objetivo:

De lo anterior deriva el objetivo de la investigación, que es el estudio y análisis de las prácticas profesionales desarrolladas en el campo de la Medicina, relacionadas con el empleo de artefactos; analizando las dinámicas de trabajo alrededor del desarrollo de planes y la consecución de metas de una comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos.

Mediante esta investigación se responden preguntas tales como las siguientes:

- ¿Qué papel juegan los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria y cuál es el proceso de apropiación de éstos en cardiología-electrofisiología?
- ¿Cómo se consolida una comunidad de práctica en cardiología-electrofisiología?
- ¿De qué manera se genera conocimiento en una comunidad de cardiólogos-electrofisiólogos?
- ¿Cuál es el papel del ingeniero biomédico en el entorno hospitalario?.

La recolección de datos para el análisis contemplado en el estudio se está llevando a cabo por medio de recursos etnográficos; es decir, que con base en la observación, el registro en audio y video, notas de campo y entrevistas se describe desde el interior de la comunidad y de acuerdo con las perspectivas de sus miembros, el comportamiento del grupo, así como la forma en que interactúan las personas que pertenecen a este.

Justificación:

El análisis de la comunidad, puede ser el principio necesario para estructurar currículos efectivos de aprendizaje en práctica, así como para poner en funcionamiento estrategias que permitan al aprendiz convertirse en un participante pleno de la comunidad en que interactúa, dicho de otro modo, tal cuestión permitirá reglamentar interacciones en las que es probable que ocurra el aprendizaje, así como los resultados a los que pueda conducir.

De acuerdo con Hall (1999), es útil enfocar rompimientos, negociaciones y eventos de aprendizaje en la práctica, pues es necesaria una teoría de aprendizaje fuera de la escuela, con el fin de organizar la enseñanza.

La creación de un curriculum de aprendizaje consistente en oportunidades situadas, entra en contraste con un curriculum de enseñanza que proporciona –y por ende, limita- los recursos estructurantes para el aprendizaje. De acuerdo con Lave y Wenger (1991) un curriculum de aprendizaje característico de una comunidad de práctica sugiere la participación en un sistema de actividad respecto del cual los participantes comparten comprensiones concernientes a lo que están haciendo y lo que eso significa en sus vidas y para sus comunidades. Es entonces que en una comunidad de práctica, como la de los Médicos Cardiólogos-Electrofisiólogos la estructura social de la práctica, sus relaciones de poder y las condiciones de legitimidad definen las posibilidades de aprendizaje.

Por tanto, la detección de interacciones que posibiliten el desarrollo profesional de la comunidad a través del desarrollo de planes y la consecución de sus metas favorecerá, como ya se señaló, a la reproducción de la comunidad de médicos de la subespecialidad de interés, cuestión relevante debido a la contribución de la labor de los practicantes de la disciplina para el bienestar social.

Con respecto a dicha contribución, de acuerdo con la SOMEEC (Sociedad Cardíaca de Electrofisiología y Estimulación Cardíaca A.C.), la electrofisiología tiene que ver con casi todas las subespecialidades Cardiológicas, así como otras disciplinas diferentes de la Cardiología, particularmente la Genética y la Biología

Molecular. Los electrofisiólogos intervienen en la Insuficiencia Cardíaca, tanto en el diagnóstico y de ahí la interacción con la Imagen Cardiovascular, como en el tratamiento con los Nuevos Dispositivos Implantables de Resincronización y Desfibrilación Cardíaca.

Por otra parte, la Cardiopatía Isquémica (conjunto de trastornos íntimamente relacionados, en donde hay un desequilibrio entre el suministro de oxígeno y sustratos con la demanda cardíaca), es la principal causa de mortalidad en el mundo, y gran parte de esta mortalidad se debe a Arritmias Ventriculares malignas que pueden ser tratadas por los Electrofisiólogos. Al respecto, la Organización Mundial de la Salud, en el 2008 publicó *The global burden of disease: 2004 update*, donde se señala que en 2004 se produjeron 59 millones de defunciones. Treinta y cinco millones de estas fueron el resultado de causas que encajaban en la categoría general de todas las “enfermedades no transmisibles”; por su parte, las enfermedades transmisibles, maternas y perinatales causaron 18 millones de defunciones; y las causas externas y los traumatismos causaron 6 millones de defunciones. Desglosando estas categorías generales, las principales causas de muerte fueron las siguientes:

No.	Causa	N.º estimado de muertes (en millones)	Porcentaje del total de muertes
1	Cardiopatía isquémica	7.2	12.2
2	Afección cerebrovascular	5.7	9.7
3	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	4.2	7.1
4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3.0	5.1
5	Enfermedades diarreicas	2.2	3.7
6	VIH/SIDA	2.0	3.5
7	Tuberculosis	1.5	2.5
8	Cánceres de traquea, bronquios o pulmón	1.3	2.3
9	Traumatismos por accidentes de tráfico	1.3	2.2
10	Prematuridad y peso bajo al nacer	1.2	2.0
11	Infecciones neonatales ^a	1.1	1.9
12	Diabetes mellitus	1.1	1.9

Fuente: *Global Burden of Disease: 2004 update*

Asimismo, la presencia de Taquicardias tanto Ventriculares como Supraventriculares, constituyen emergencias Cardiovasculares que deben ser resueltas inmediatamente, y también pueden ser resueltas definitivamente con Técnicas de Ablación, llevadas a cabo por profesionales de la electrofisiología.

Finalmente, los Síndromes Genéticos llamados Canalopatías (alteraciones de los canales iónicos que regulan la contracción cardiaca), son estudiados y tratados ampliamente por los Electrofisiólogos.

En México, de acuerdo con el INEGI, y según datos del 2008, las enfermedades isquémicas es la segunda causa de mortalidad, como lo muestra la siguiente tabla:

Principales causas de mortalidad general, 2008.
Nacional

Orden	Clave CIE 10a. Rev.	Descripción	Defunciones	Tasa ^{1/}	%
	A00-Y98	Total	538 288	504.6	100.0
1	E10-E14	Diabetes mellitus	75 572	70.8	14.0
2	I20-I25	Enfermedades isquémicas del corazón	59 579	55.8	11.1
3	I60-I69	Enfermedad cerebrovascular	30 212	28.3	5.6
4	K70, K72.1, K73, K74, K76	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	28 422	26.6	5.3
5	J40-J44, J67	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	20 565	19.3	3.8
6	^{2/}	Accidentes de vehículo de motor	16 882	15.8	3.1
7	I10-I15	Enfermedades hipertensivas	15 694	14.7	2.9
8	J10-I18, J20-J22	Infecciones respiratorias agudas bajas	15 096	14.2	2.8
9	P00-P96	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	14 767	13.8	2.7
10	X85-Y09, Y87.1	Agresiones (homicidios)	13 900	13.0	2.6
11	N00-N19	Nefritis y nefrosis	12 592	11.8	2.3
12	E40-E46	Desnutrición calórico protéica	8 310	7.8	1.5
13	C33-C34	Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	6 697	6.3	1.2
14	C16	Tumor maligno del estómago	5 509	5.2	1.0
15	B20-B24	VH/SIDA	5 183	4.9	1.0
16	C61	Tumor maligno de la próstata	5 148	4.8	1.0
17	C22	Tumor maligno del hígado	5 037	4.7	0.9
18	C50	Tumor maligno de la mama	4 840	4.5	0.9
19	X60-X84, Y87.0	Lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios)	4 668	4.4	0.9
20	C53	Tumor maligno del cuello del útero	4 031	3.8	0.7
	R00-R99	Causas mal definidas	10 514	9.9	2.0
		Las demás	175 070	164.1	32.5

^{1/} Tasa por 100,000 habitantes

Los totales no incluyen defunciones de residentes en el extranjero

^{2/} V02-V04 (1, 9), V09.2-V09.3, V09.9, V12-V14 (3-9), V19.4-V19.6, V20-V28 (3-9), V29-V79 (4-9), V80.3-V80.5, V81.1, V82.1, V83-

Las principales causas de mortalidad están basadas en la lista GBD de 165

Fuente: Secretaría de Salud/Dirección General de Información en Salud. Elaborado a partir de la base de datos de defunciones 1979-2008 INEGISS y de las Proyecciones de la Población de México 2005 - 2050, y proyección retrospectiva 1990-2004. CONAPO 2006.

Lo anterior muestra que la elección de la comunidad de estudio no es azarosa, asimismo denota que es imprescindible la detección de oportunidades situadas de aprendizaje que generen la reproducción de comunidades de práctica en cardiología-electrofisiología.

Antecedentes:

Sobre el Aprendizaje Situado y la Participación Periférica Legítima

¿Cómo sustentar el estudio de las dinámicas de trabajo en la práctica médica?

El presente estudio se basa en el concepto de Aprendizaje Situado, es decir, consideramos que en la práctica se desarrolla el conocimiento, es entonces, que nos enfocamos en las relaciones entre el aprendizaje y las situaciones sociales. De acuerdo con Lave y Wenger (1991), autores del concepto de aprendizaje social, los aprendices adquieren habilidad para ejecutar por su involucramiento efectivo en el proceso, bajo las condiciones atenuadas de la Participación Periférica Legítima (PPL), que implica una posición de empoderamiento en la que los recién llegados a una comunidad se hacen miembros de la misma participando inicialmente en tareas minuciosas y superficiales con todo productivas y necesarias que contribuyen a la meta total de la comunidad.

Sobre el desarrollo de los conceptos teóricos fundamentales que sustentan la investigación de interés; es importante señalar que, en primer lugar, el aprendizaje situado surge de la idea del Noviciado o Ser Aprendiz, pues, al examinar la relación del noviciado y las formas históricas de ser aprendiz, se determina que el aprendizaje es un aspecto central e inseparable de la práctica social. Es así que el aprendizaje situado tomó las proporciones de una perspectiva teórica general (Lave y Wenger, 1991).

Posteriormente, se pasó de un aprendizaje situado en la práctica a un aprendizaje como parte de la práctica y así la Participación Periférica Legítima se convirtió en un descriptor del compromiso de la práctica social que conlleva el aprendizaje como un constituyente integral

La periferialidad sugiere formas variadas de estar localizado en campos de participación e implica relaciones de poder, de ahí, que ser un participante periférico implica tener una posición de empoderamiento y de articulación con comunidades relacionadas. La periferialidad lleva a la participación plena.

Ejemplos de análisis en comunidades de práctica

Existen estudios del aprendizaje en comunidades de práctica con base en la participación periférica legítima, los cuales han sido realizados con ayuda de recursos etnográficos y en relación con los ciclos de desarrollo de las comunidades, cuestión que permite identificar interacciones en las que es probable que ocurra el aprendizaje de acuerdo al contexto. Es útil señalar algunos resultados interesantes derivados de estos estudios, por ejemplo, en un artículo sobre una comunidad de parteras, Jordan (1989) identificó la presencia de “rituales” que permiten que un participante periférico se convierta en un participante pleno.

Otro resultado relevante que arroja este tipo de investigaciones, tiene que ver con un caso en el cuál, para algunas prácticas, la percepción de la totalidad dota de recursos al marco conceptual del practicante, los cuales permanecen disponibles en el camino hacia la ejecución experta. Al respecto, Goody (1989) realizó una investigación sobre prácticas en una comunidad de sastres, y concluyó que el aprendizaje, en este caso, no va en concordancia con la secuencia en los procesos de producción de un producto, pues los novatos inicialmente atenderán lineamientos generales de la construcción de una prenda, para luego dedicarse a los detalles en su confección. Esto ha sido observado de manera análoga en otros estudios, por ejemplo, en uno desarrollado por Hoyles, Noss y Pozzi (1999), en el que mediante entrevistas y observación etnográfica se analizó la práctica profesional del personal de un banco y se encontró, que la apreciación de la generalidad agregó conocimiento, pues el hecho de visualizar gráficas en las cuales se relacionaban tasas de interés, precios y tiempo, les dio una idea los empleados del papel de las matemáticas en su práctica y les permitió elaborar modelos matemáticos útiles para el desarrollo de la misma.

En el mismo artículo de Hoyles, Noss y Pozzi (1999), se analizó la práctica de una comunidad de enfermeras y se observó un progreso contrario de principiante-experto al señalado con respecto a los empleados bancarios; en este caso, con base en la confianza de lo abstracto se empezó a dibujar en experiencias

concretas. De aquí que podemos hablar de una dialéctica entre lo abstracto y lo concreto en el análisis de las prácticas.

Un estudio más, es el de análisis de una comunidad de contra maestres navales (Hutchins, en prensa, cit. por Lave y Wenger, 1991) de éste, podemos rescatar un proceso que enfatiza la importancia de aprender teniendo un acceso legítimo y efectivo de lo que se ha de aprender. En esta práctica, los aprendices se van moviendo secuencialmente desde la periferia a las tareas clave en la distribución del trabajo colectivo.

Otro ejemplo es el del análisis de la práctica de una comunidad de carniceros (Marshall, 1972, cit. en Lave y Wenger, 1991), lo relevante es la ilustración de obstáculos que impiden el aprendizaje. Un primer obstáculo es la enseñanza de tareas inútiles en la escuela de oficios, las cuales son incompatibles con la práctica laboral; asimismo se visualiza como la falta de oportunidad de realización de actividades variadas en la práctica, así como una disposición física del entorno laboral que impida la observación y la relación con expertos limita el proceso de aprendizaje.

Finalmente, otro estudio, es el de “Ser aprendiz de alcohólicos no bebedores” en un grupo de alcohólicos anónimos (Cain, s. f., cit. en Lave y Wenger, 1991), en este caso, además de ilustrar de manera clara la transición de participante periférico legítimo a participante pleno, ejemplifica el proceso de reconstrucción de identidad a partir del aprendizaje en la práctica, pues se evidencia como los aprendices van modificando la manera en que se ven y actúan en el mundo, asimismo mediante la interacción continua con los miembros del grupo, van aprendiendo el modelo cultural del alcoholismo que se ha construido e internalizan otros significados compartidos; en síntesis, los aprendices se vuelven partícipes de la práctica de un código común compartido por la comunidad de estudio.

De acuerdo a lo anterior, el análisis de la práctica profesional de médicos cardiólogos-electrofisiólogos, con base en los conceptos de aprendizaje situado y participación periférica legítima, aporta una teoría de aprendizaje, que permitirá

organizar eventualmente la enseñanza en las comunidades estudiadas, pues como Lave y Wenger (1991) señalan, el desafío de una comunidad que busca reproducirse a sí misma, es reglamentar las interacciones en las que es probable que ocurra el aprendizaje, es decir, establecer normas que regulen la naturaleza de las relaciones sociales entre expertos, intermedios y novatos, con el fin de contribuir al desarrollo de la comunidad; por ejemplo, habría que establecer un precepto que indicará el acceso a las actividades centrales de la comunidad de acuerdo a la experiencia de los miembros de la misma.

La perspectiva del aprendizaje situado no es “parroquialista”

Cabe mencionar que la perspectiva del aprendizaje situado ha sido tachada de *parroquialista*, es decir que juzga el todo por la parte, por criterios localistas, rechazando así las diferencias sobre todo si son muy severas o incomprensibles; sin embargo dicha concepción es errónea; al respecto, un primer punto a considerar es que el llamado “conocimiento general” solamente tiene poder en circunstancias específicas, la generalidad se asocia frecuentemente a representaciones abstractas, a la descontextualización, pero las representaciones abstractas de algún suceso son un sin sentido, a menos de que puedan hacerse específicas a la situación que se tiene a la mano; aún más, la formación de un principio abstracto es en sí mismo un evento específico en circunstancias específicas. En este sentido, cualquier “poder de abstracción”, o sea aquel que implica una representación mental de la realidad, está completamente situado en la vida de las personas y en la cultura que lo hace posible; por otro lado, el mundo conlleva su propia estructura del modo que la especificidad siempre implica generalidad (Lave y Wenger, 1991).

Un análisis del aprendizaje basado en la participación periférica legítima, de acuerdo con los autores que lo proponen, está sustentado en el método general de análisis social de la tradición marxista. Al respecto, podemos señalar que hay varias oposiciones dualistas clásicas que en muchos contextos se consideran como sinónimos o casi: abstracto-concreto, general-particular, teoría sobre el mundo y el mundo descrito. Se asume que la teoría es general y abstracta, el

mundo, concreto y particular; sin embargo, en la tradición histórica marxista que sostiene la teoría de la práctica social, estos términos tienen relaciones diferentes entre sí y significados distintos, lo cual ocurre porque son parte de un método general de análisis social; dicho método no niega que haya un mundo concreto que comúnmente se percibe como una colección de particularidades y que es posible inventar proposiciones teóricas abstractas simples, finas sobre él, pero estas dos posibilidades no se consideran como los dos polos de interés, en cambio, ambas ofrecen puntos de partida para comenzar a explorar y producir una comprensión de procesos históricos multideterminados, diversamente unificados -es decir, complejamente concretos- de cuyas particularidades (incluyendo las teorías iniciales) son el resultado (Marx 1875; Hall 1973; Ilyenkov 1977; cit. en Lave y Wenger, 1991). El teórico intenta rescatar aquellas relaciones de manera analítica convirtiendo las categorías aparentemente “naturales” y formas de vida social en desafíos para nuestra comprensión acerca de cómo se producen y reproducen (histórica y culturalmente). La meta, en la frase memorable de Marx, es “ascender (de lo particular y lo abstracto) a lo concreto”

Es entonces que no resulta apropiado tratar la participación periférica legítima como una mera destilación del aprendizaje-acción, como un proceso de abstracción de la generalización a partir de los ejemplos de aprendizaje-acción. Lave y Wenger (1991) no proponen una teorización sobre la participación periférica legítima como abstracción, sino como un intento de explorar sus relaciones concretas. Pensar de esta manera sobre un concepto como el de participación periférica legítima es afirmar que su importancia teórica deriva de la riqueza de sus interconexiones: en términos históricos, a través del tiempo y de las culturas.

Ciclo de vida de las comunidades de práctica

Es posible analizar la práctica profesional del grupo de elección, de acuerdo a su ciclo de vida que de acuerdo con Wenger, McDermontt y Snyder (2002), comprende cinco etapas, una primera denominada “potencial” y en la cual se da el descubrimiento del otro encontrándose coincidencias y en la que todavía no se

comparten prácticas; una segunda etapa de “coalescencia”, durante la cual los miembros empiezan a definir actividades articuladas y negocian comunitariamente; la tercera etapa es la de “madurez”, en la que los miembros ya están comprometidos con una práctica y comienzan a crear artefactos para adaptarse a cambios repentinos, además de renovar intereses, promesas y relaciones; posteriormente está la “gestión”, etapa en la que es usual que las comunidades desarrollen un sentido de autoría sobre el campo de interés compartido por la comunidad en la medida en que generan conocimiento, y finalmente está la etapa de “transformación”, en la que se comparte conocimiento de manera informal entre pares de la organización, generando una divulgación mayor de este, es decir, se da una reestructuración de la administración del conocimiento.

Es importante la descripción de las etapas anteriores, pues como ya se mencionó, y con base en los objetivos del trabajo se pondrá especial atención en la etapa potencial y de coalescencia, pues es en éstas en donde se consolida una comunidad de práctica y se logra generar conocimiento (Wenger, 1998).

La ingeniería biomédica en el contexto hospitalario

Con respecto al interés sobre el papel de la comunidad de ingenieros biomédicos en la práctica hospitalaria, nos concentraremos para su análisis en la participación de dichos profesionales durante los estudios electrofisiológicos y los tratamientos ablativos observados; en donde los practicantes de tal disciplina fungen como gestores e instructores de la tecnología utilizada, sobretodo la recién adquirida.

La importancia del análisis de la participación del ingeniero biomédico en el estudio, radica en la influencia que tienen tales profesionales en la fluidez de los procedimientos observados, lo cual reafirma el impacto social de esta disciplina, impacto que generalmente puede vislumbrarse con base en su campo de acción, que abarca la instrumentación médica, el procesamiento de señales e imágenes médicas, microelectrónica médica, ingeniería clínica, telemetría, computación e informática, entre otras; a lo que hay que agregar, además, que un cúmulo de

actividades de la especialidad, tales como la investigación científica, apoyo hospitalario, administración y manejo de hospitales (Suaste, 1998).

Se espera que los datos obtenidos del análisis del papel de una comunidad de este tipo en el contexto hospitalario, genere una reflexión acerca de la importancia de la Ingeniería Biomédica en la calidad de los servicios del Sistema de Salud en el país, cuestión que puede influir en la inserción de tal comunidad en la totalidad de los hospitales públicos de México, con el fin de coadyuvar en el diseño, la adaptación de equipos y sistemas para la salud, así como en la innovación y conservación de la tecnología médica, labor que va en beneficio de una atención integral de la población.

Sobre la importancia de la Ingeniería Biomédica como comunidad de práctica

Si bien ya se mencionó que la Ingeniería Biomédica, tiene una incidencia directa en el bienestar humano, ¿De qué manera podemos darnos una idea más profunda de su importancia?, ¿A qué responde el estudio de la participación de dichos profesionales en la comunidad de interés?

La ingeniería Biomédica es una actividad interdisciplinaria entre las ciencias exactas e ingenieriles con las ciencias de la vida, por lo que abarca una gran variedad de actividades científicas y desarrollos tecnológicos.

Una muestra de la importancia de la comunidad de práctica elegida se refleja en la apertura de programas educativos para obtener licenciaturas y posgrados en Ingeniería Biomédica o ramas afines; por otro lado, se han apoyado diversos proyectos en el área, se conceden becas para estudios en instituciones nacionales e internacionales, y se ha otorgado calificación de excelencia por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para dos programas educativos de posgrado de la especialidad. Finalmente, el reconocimiento para investigadores que cultivan el campo de la Ingeniería Biomédica por el Sistema Nacional de Investigadores y el reconocimiento como órgano oficial de divulgación científica de

la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica para la Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, son señales de la relevancia del área.

Los perfiles de egreso que manejan las universidades que imparten estudios en Ingeniería Biomédica también nos brindan una idea de la valor del área en el desarrollo social; por ejemplo, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Iztapalapa, señala en su sitio web que los egresados de la carrera serán capaces de resolver problemas presentes en la práctica médica, podrán desarrollar, instalar, mantener y promover tecnología de uso médico, colaborar en la planeación de servicios hospitalarios, así como diseñar y ejecutar programas de capacitación y/o asesoría en el área técnico-médica. Por su parte, la Universidad Iberoamericana (UIA), de acuerdo con su sitio web, ofrece como novedad al interesado en el estudio de una licenciatura en Ingeniería Biomédica una especialización en Ingeniería de Rehabilitación, misma que permite a los egresados ayudar en la rehabilitación integral de personas con discapacidad mediante el diseño y adaptación de equipos y sistemas tecnológicos que les ayuden en diversos aspectos de su vida. A nivel posgrado, por ejemplo, en el CINVESTAV, unidad Zacatenco se manejan tres líneas de investigación, que son: Bioinstrumentación y tratamiento de bioseñales, rehabilitación y diseño de circuitos integrados de uso específico, sensores y transductores. Es así que la preparación del ingeniero biomédico implica la reflexión sobre problemas que experimenta la sociedad y busca la participación creativa de los profesionales del área en la transformación del entorno.

Pero aún con el reconocimiento de la importancia de la disciplina por parte de organismos como el CONACYT, y aunque se cuente con la existencia de licenciaturas y posgrados en el área e incluso con la influencia de sociedades científicas que fomentan la práctica de la Ingeniería Biomédica como IFMBE (International Federation for Medical and Biological Engineering), IUPESM (International Union for Physical and Engineering Sciences in Medicine), IEEE (Engineering in Medicine and Biology Society EMBS), AAMI (Association for the Advancement of Medical Instrumentation), OPS (Organización Panamericana de la

Salud), SOMIB (Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica), CORAL (Consejo Regional de Ingeniería Biomédica para América Latina) y CENETEC (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud); todavía hay mucho por hacer, pues como refiere Suaste (1998), como sociedad debemos entender el impacto social, moral y ético de la investigación y la técnica en el campo de la Ingeniería Biomédica, más aún en el país, pues es aquí que la práctica de la misma tiene presencia desde épocas remotas

Metodología:

Debido a la naturaleza del estudio que se desarrolla, se utiliza un enfoque cualitativo, con el fin de caracterizar las prácticas profesionales de una comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos, así como para identificar las interacciones en las que se presentan procesos sociales de interés. Para fines de la investigación se pondrá especial atención en las etapas del ciclo de vida de una comunidad en las que se consolida una comunidad de práctica y se logra generar conocimiento: potencial y de coalescencia (Wenger, McDermontt y Snyder, 2002).

Para cumplir con el objetivo señalado, se hará uso de recursos etnográficos. La etnografía se interesa por lo que la gente hace, cómo se comporta e interactúa; ante esto, hay que señalar que para la realización de estudios etnográficos, es preciso aprender el lenguaje del grupo y las costumbres del mismo, lo cual implica una permanencia suficiente para ser aceptado y después para aprender la cultura de la comunidad. El investigador etnográfico no está interesado en una visión superficial de los grupos que estudia, en cambio, se interesa por ver que hay detrás, por el punto de vista del sujeto y la perspectiva con que éste ve a los demás, y es a partir de ello que el investigador percibe en las explicaciones o en las conductas observadas, pautas susceptibles de interpretación. Es así que el método arroja resultados novedosos, pues muestra capas de significación que permanecen ocultas a la observación superficial y que a menudo son diferentes de lo que se supone en un inicio (Woods, 1986). Nolla (1997) refiere que la investigación etnográfica requiere de tiempo, de agudeza en la observación y análisis de lo que se comprende, de perfeccionar técnicas de observación y de entrevista, así como de revisar un sinnúmero de veces para descubrir la esencia.

Confiabilidad del estudio

Para sustentar la credibilidad de los resultados obtenidos en la presente investigación, deben ser tomados en cuenta tres criterios citados por Lincoln y Guba (1985):

El *compromiso prolongado* que consiste en la inversión de tiempo suficiente para aprender la “cultura”; probar “desinformación” introducida por distorsiones, ya sea del mismo investigador o de los encuestados, y para fomentar la confianza.

La *observación persistente* que tiene como propósito identificar las características y elementos que son más relevantes al problema o cuestión perseguida, con el fin de enfocarse a ellos en detalle.

Y la *triangulación*, que es el tercer modo para aumentar la probabilidad de que los resultados e interpretaciones de la investigación sean creíbles. En este caso se lleva a cabo la triangulación de fuentes.

Participantes

- Médicos cardiólogos-electrofisiólogos (titulados y residentes), pertenecientes a una comunidad de práctica del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social y que han sido categorizados con base en su experiencia dentro de la comunidad en dos grupos: expertos (médicos electrofisiólogos titulados) y aprendices (residentes de electrofisiología), a su vez, los aprendices han sido agrupados en tres categorías: novatos, intermedios y avanzados. Durante la primera fase de investigación, reportada en este trabajo (prueba piloto), en cada observación (10 sesiones) habían 4 médicos, un experto, un aprendiz de nivel avanzado, un aprendiz de nivel intermedio y un aprendiz de nivel inicial o novato.
- Ingenieros Biomédicos, los cuales participaron en la gestión y enseñanza del CARTO (Biosense Webster., Israel), que es un sistema electroanatómico recién adquirido por el hospital. En la primera fase de exploración de la comunidad (prueba piloto), de un total de 10 observaciones, llevadas a cabo en la comunidad, en la mitad se utilizó el CARTO, por lo que en dichas sesiones hubo presencia de ingenieros

biomédicos, 2 por cada observación, ambos con el mismo nivel de experiencia, expertos en el uso del artefacto.

- Anestesiólogos y enfermeras, presentes en cada procedimiento. En cada observación de la prueba piloto se tuvo la presencia de 2 anestesiólogos y 2 enfermeras.

Escenario

Las observaciones se llevan a cabo en salas de hemodinamia, en las cuales se observa fundamentalmente una mesa de hemodinamia, un sistema de radioscopia, el polígrafo, un estimulador electromagnético, monitores desfibriladores y material para RCP (Reanimación cardiopulmonar) (ver figura 1).



Figura 1. Escenario de observación.

Asimismo en cada procedimiento se provee la sala del material necesario para el estudio diagnóstico y el tratamiento, en este caso podemos citar material biomédico fundamental, como: mandiles y collarines protectores de radiación

(plomados), electrodos necesarios en la preparación del paciente y catéteres de varios polos para estudio diagnóstico y para las ablaciones.

Instrumentos de recolección de datos

Observación, registro en audio, notas de campo y entrevistas semi-estructuradas.

Procedimiento

Diseño de la investigación

Con base en el objetivo del proyecto y las preguntas de investigación, surge un diseño de la investigación, el cual explica gráficamente y de manera general que dimensiones, factores clave o variables se van a estudiar y en este se presumen relaciones entre ellas (Miles y Huberman, 1984). En este caso, el diseño o marco conceptual quedó de la siguiente manera (Ver figura 2).

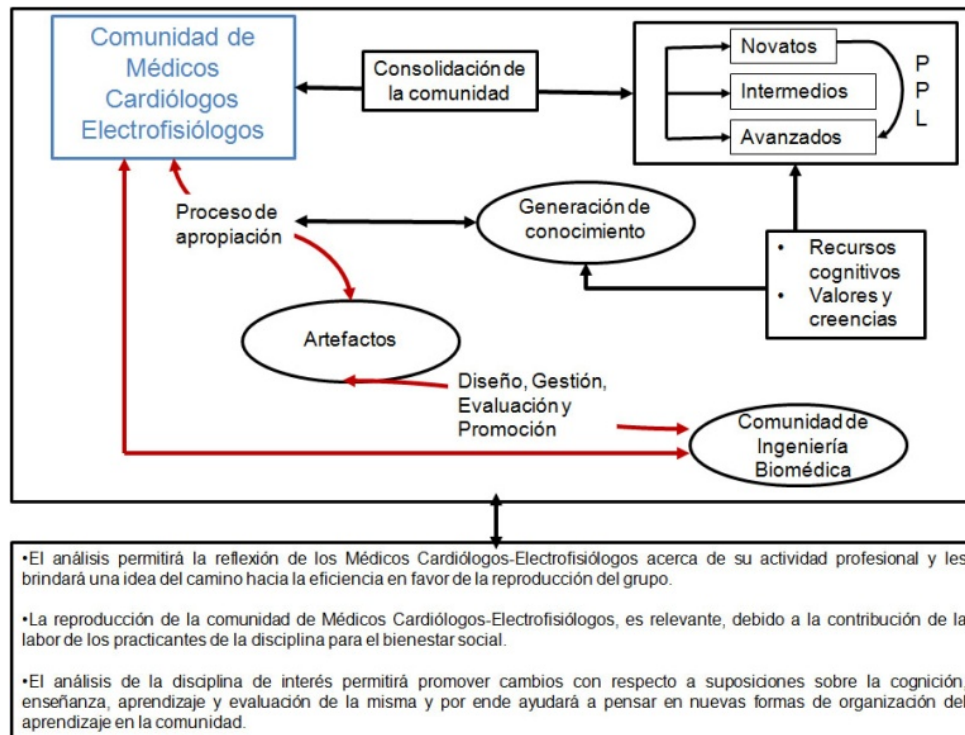


Figura 2. Marco conceptual de la investigación

En el esquema, sobresale en la esquina superior izquierda la comunidad de estudio; en la esquina inferior derecha se destaca la comunidad de Ingeniería Biomédica, cuestión que representa el interés de la influencia de la segunda en el

funcionamiento de la primera, pues, como se representa también en la figura, los ingenieros biomédicos cobran importancia debido a la labor de diseño, gestión, evaluación y promoción de artefactos utilizados por la comunidad médica. Por otro lado, se esquematiza el interés en el estudio del proceso de consolidación de la comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos, así como el proceso de generación de conocimiento en dicha comunidad, con base en las interacciones entre miembros novatos, intermedios y avanzados, tal cuestión de acuerdo al concepto de la participación periférica legítima y con base en la apropiación de artefactos tecnológicos utilizados en la comunidad de práctica.

Hay que recalcar, que los artefactos tienen un papel fundamental para la obtención de información relevante en este estudio, pues actúan como mediadores en la generación de conocimiento, consolidación de la comunidad y apropiación de tecnología. Nos concentramos, sin embargo, tan sólo en algunos artefactos, tales como los *catéteres* para diagnóstico y ablación, el *polígrafo* que mediante la emisión de trazos permite detectar anomalías en el ritmo cardiaco, entre otras funciones, y el *CARTO* (Biosense Webster., Israel), que es un sistema electroanatómico que utiliza un catéter de cartografía integrado con un sensor de localización incorporado en su punta para permitir la adquisición automática y simultánea del electrograma de esa posición y sus coordenadas de localización tridimensional, el sistema de cartografía adquiere la localización del electrodo de la punta del catéter junto con su electrograma local y reconstruye un mapa electroanatómico tridimensional de la cámara cardíaca codificada en color, con información electrofisiológica relevante y en tiempo real.

Es especialmente relevante analizar la interacción de médicos e ingenieros biomédicos con el *CARTO*, pues es un artefacto recién adquirido en el contexto de observación, es así que tal análisis nos permite identificar un mecanismo de aprendizaje y apropiación en la práctica desde niveles de desconocimiento total por parte de la comunidad médica, asimismo las características novedosas del *CARTO* lo hacen factible de análisis, pues es un sistema no fluoroscópico electromagnético, el cual introduce un nuevo concepto para el mapeo y la ablación

por radiofrecuencia de las arritmias cardíacas, ya que combina datos electrofisiológicos con información anatómica, cuya integración permite la construcción geométrica de mapas endocárdicos tridimensionales que facilitan la comprensión del mecanismo de las arritmias y su interrelación con diferentes estructuras anatómicas (Iturralde, Márquez, Nava, Colin, Gómez–Flores y González, 2006).

Recolección de datos

Con respecto a la recolección de datos, se han llevado a cabo observaciones en una comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos del Centro Médico Nacional Siglo XXI, durante la realización de estudios electrofisiológicos mediante cateterismos, es decir, aquellos procedimientos diagnósticos invasivos que permiten evaluar el estado del sistema específico de conducción eléctrica del corazón, pudiendo también inducir taquicardias con el fin de llegar a un diagnóstico, y que se llevan a cabo mediante un intensificador de imágenes de rayos X, previa anestesia local y sedación, si se precisa; en tales procedimientos se introducen de tres a cinco catéteres al paciente, hasta distintos puntos del endocardio (el endocardio es una membrana que recubre internamente las cavidades del corazón), pudiendo estimular o registrar la señal eléctrica de la zona del corazón donde se encuentra (García, 2003).

Asimismo, después de un estudio electrofisiológico, se lleva a cabo el tratamiento de la arritmia detectada, por medio de procedimientos ablativos, es entonces que las observaciones y recolección de datos se llevaron a cabo también durante tales tratamientos. Una ablación es un procedimiento que implica la destrucción de forma limitada y controlada de las partes de tejido cardíaco responsables de la aparición y desarrollo de un gran número de arritmias (García, 2003) y para proceder el material necesario es similar al del estudio electrofisiológico previo, es entonces que, una vez identificado el mecanismo de las arritmias y localizado el lugar exacto, es ahí donde se introduce un catéter específico para la técnica, conectándose a la fuente de energía, procediendo ya a la ablación (Vila, 2006).

Fueron tomadas notas de campo dentro de la sala donde se llevaron a cabo los procedimientos descritos, con el fin de detectar interacciones entre los participantes en el procedimiento, las cuales estuvieran relacionadas con la consolidación de la comunidad y la generación de conocimiento. La información recabada posteriormente ha sido complementada y verificada mediante entrevistas realizadas a médicos participantes en el estudio, es entonces que mediante el criterio denominado triangulación (Lincoln y Guba, 1985), en este caso de fuentes, se sustenta la credibilidad del estudio.

Análisis de datos

El análisis de datos consiste en tres concurrentes flujos de actividad, con base en una metodología propuesta por Miles y Huberman (1984) (Figura 2):

- **Reducción de datos.** Etapa en la que se define la información a recolectar en el estudio con base en las preguntas de investigación: ¿Qué papel juegan los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria y cuál es el proceso de apropiación de éstos en cardiología-electrofisiología?, ¿Cómo se consolida una comunidad de práctica en cardiología-electrofisiología?, ¿De qué manera se genera conocimiento en una comunidad de cardiólogos-electrofisiólogos? y ¿Cuál es el papel del ingeniero biomédico en el entorno hospitalario?.

En este caso, de acuerdo con la propuesta de Miles y Huberman (1984) para la reducción de datos, se elaboraron códigos o categorías derivados de las preguntas de investigación, antes de entrar al campo, posteriormente durante la recolección de información se fueron atribuyendo segmentos de texto derivados de las notas de campo o transcripciones de entrevistas a cada una de las categoría desarrolladas.

- **Presentación de los datos.** La información ha sido organizada mediante una tabla en la que las columnas representan la fuente y las filas el código derivado de las preguntas a responder. Este es un trabajo continuo que

inicia desde que se empiezan a recolectar los datos y finaliza incluso después del trabajo de campo, con la realización de una última depuración de datos.

Una vez con la información organizada en una tabla, se obtienen conclusiones con base en el entrecruzamiento entre categorías de análisis y fuentes a partir de las cuales se obtiene la información (figura 3) (Ver Anexo 1).

Categoría/ Fuente	Fuente 1 (ejemplo: observación 1)	Fuente 2 (ejemplo: entrevista 1)	...
Categoría o código 1			
Categoría o código 2			
...			

Figura 3. Tabla de presentación de datos.

- Sacar y verificar conclusiones.** Las conclusiones obtenidas en el estudio, son corroboradas mediante la triangulación de fuentes. En este caso las notas tomadas en el campo, son complementadas y verificadas mediante entrevistas realizadas a dos de los médicos electrofisiólogos aprendices de la especialidad. La verificación de datos debe ser llevada a cabo durante todo el proceso de investigación.

El siguiente esquema representa los componentes del análisis de datos y el momento en que se debe abordar cada flujo de actividad con respecto al periodo de recolección de los mismos (Figura 4).



Figura 4. Componentes del análisis de datos (Miles y Huberman, 1984).

La figura indica que la reducción de datos debe llevarse a cabo antes, durante y después de la recolección de los mismos; la presentación de datos debe ser periódica durante y después de la recolección de éstos; y la obtención de conclusiones y verificación de las mismas también tiene que ser periódica, durante y después del periodo de recolección de datos. Es entonces que el análisis de datos es un proceso interactivo y cíclico, un trabajo iterativo y continuo, como se representa en la siguiente ilustración (Figura 5).

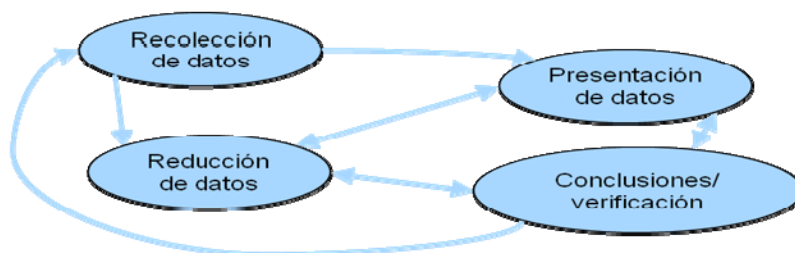


Figura 5. Proceso de análisis de datos.

Resultados (ver anexo 1):

Fase anticipatoria

Es importante mencionar que los resultados obtenidos hasta el momento forman parte de la fase anticipatoria del estudio, es decir, mediante las observaciones llevadas a cabo en la comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos y las entrevistas a los aprendices de electrofisiología se pretendía conocer el lenguaje, y las costumbres de una comunidad de este tipo, asimismo tal sondeo inicial ha sido útil para identificar la duración de las etapas recorridas en la consolidación del grupo de interés, así como de aquellas que llevan a la apropiación de diversos artefactos tecnológicos utilizados en el grupo. Con base en los resultados de esta prueba piloto -de exploración inicial-, se pretende llevar a cabo una nueva inmersión en la comunidad de electrofisiólogos con el fin de obtener información sobre aquellos eventos que acompañan y son definitorios de las etapas que se detectaron en la consolidación de la comunidad y en la apropiación de tecnología. Además, con base en esta primera exploración, se pretende ahondar en la generación de conocimiento en la comunidad de práctica y en el papel de la Ingeniería Biomédica en la práctica hospitalaria.

¿Qué papel juegan los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria?

Resulta obvia y fue corroborada la importancia en los estudios observados de materiales introductores, catéteres de varios polos, el polígrafo, el estimulador de radiofrecuencia el sistema de radioscopia, el CARTO, el monitor desfibrilador, material para RPC y el material protector de radiación; sin tales artefactos no se puede llevarse a cabo el procedimiento.

Sin embargo, algo que no resulta tan obvio y fue detectado mediante las observaciones y las entrevistas, es un *importante desabasto de material biomédico* básico en la comunidad de práctica. Destaca la falta de catéteres de

varios polos, mandiles, gafas y collarines protectores de radiación, para el personal presente en los procedimientos.

La falta de material biomédico tuvo como consecuencia la prolongación en la duración de los procedimientos observados, asimismo los médicos reportan continuas suspensiones de procedimientos ablativos y complicaciones en los pacientes (por ejemplo hematomas) debido al uso de catéteres que no son los ideales para cada candidato a un estudio electrofisiológico, pero que son adaptados a causa del desabasto.

¿Cuál es el proceso de apropiación de tecnología en cardiología-electrofisiología?

Al respecto se encontró que dependiendo de las fases del proceso observado y el artefacto con el que se interactúa, varía dicho proceso de apropiación.

En una primera etapa analizada, que consiste en la *preparación del paciente* para la realización de un estudio electrofisiológico y un posible tratamiento ablativo, la apropiación de la tecnología ha sido previa al entrenamiento de un residente en electrofisiología; el aprendiz de la subespecialidad, domina desde el estudio de la residencia en cardiología, la colocación de electrodos o la punción de venas.

En la etapa de *introducción de catéter de diagnóstico de arritmias*, el recorrido es clásico, es decir, el aprendiz primero observa y cuestiona, luego lleva a cabo el procedimiento con supervisión, la cual va diluyéndose paulatinamente; en promedio se habla de 15 sesiones de práctica, de las cuales 5 son de observación y 10 de práctica con supervisión, es así que en la sesión número 15, el aprendiz prácticamente lleva a cabo la actividad sin ser vigilado.

En cuanto a la etapa de *toma de secuencias poligráficas y diagnóstico*, la apropiación de tecnología fue diferente, dependiendo del artefacto utilizado. Cuando se trataba del polígrafo, los aprendices principiantes y de nivel intermedio, primero atienden las instrucciones del experto para llevar a cabo la toma de

secuencias básicas, simplemente paraban la toma cuando el experto les indicaba, con el fin de analizar si se presentaban anomalías; cuando no había instrucción para llevar a cabo tomas, es interesante el involucramiento de los aprendices con las funciones de los programas implicados, es decir, si se les presenta un tiempo libre, los jóvenes aprendices exploran las diversas aplicaciones del programa que están manipulando, esto mientras el experto está concentrado en el manejo del catéter; paulatinamente el aprendiz ya lleva a cabo las tomas sin necesidad de instrucción, cuando él lo consideran conveniente. El aprendizaje con respecto al manejo del polígrafo va en paralelo al del manejo del catéter y tiene una duración aproximada de 15 sesiones, todas prácticas.

En relación a la apropiación de un nuevo artefacto (CARTO), en especial con el software implicado, se detectó antes de la interacción con el aparato, una fase de observación en el manejo del mismo por parte de ingenieros biomédicos que apoyaban durante las intervenciones, fue detectada una mayor interacción de los aprendices novatos e intermedios con el artefacto que de los expertos; en un primer momento, tal interacción se llevó a cabo con un constante apoyo de los ingenieros, el cual fue disminuyendo a través del tiempo, en este caso, la apropiación se llevó a cabo en aproximadamente 8 sesiones, 3 de las cuales fueron de observación y las 5 restantes de práctica con supervisión. Un dato interesante con respecto a la apropiación de tecnología en esta etapa, es que cuando se trata de nuevas tecnologías o aplicaciones novedosas que tienen los artefactos que se utilizan en los procedimientos, el proceso de apropiación en los expertos depende principalmente de las explicaciones que les brindan los novatos, quienes generalmente tienen el interés y el espacio de explorar estas nuevas tecnologías durante tiempos libres a lo largo del estudio, asimismo, los médicos con mayor experiencia se inclinan por leer manuales antes de tocar un nuevo equipo.

Finalmente, en la etapa de *tratamiento (ablación)*, el recorrido para aprender a introducir un catéter del tipo usado en este tratamiento, es el mismo que se menciona en la introducción del catéter de diagnóstico, es decir, primero se

observa al experto y luego se aprende practicando con supervisión, la cual disminuye paulatinamente. En este caso son aproximadamente 10 sesiones de observación y otras 10 de práctica para dominar la técnica, la apropiación va en paralelo con respecto a la apropiación tecnológica del resto del equipo; sin embargo, se permitirá introducir un catéter para ablación, al momento que la supervisión con respecto a la introducción de un catéter diagnóstico sea mínima, aproximadamente a partir de la quinta sesión de práctica.

En general, podemos decir, que la apropiación de artefactos se da en la práctica y el participante periférico se vuelve pleno observando y luego practicando con supervisión y retroalimentación; sin embargo, también se convierte en un instructor en algunos casos. Otra cuestión relevante en el proceso de apropiación, es la identificación de criterios que es preciso cumplir para pasar de la etapa de observación a la práctica y para que pueda ir diluyéndose la supervisión durante la misma, en general, es importante demostrar conocimiento teórico sobre anatomía y técnicas de introducción y manejo de catéteres para pasar de la observación a la práctica en el uso de los mismos; también es un requisito poseer un dominio en lectura de trazos poligráficos, para que se le permita al aprendiz interactuar con un catéter. Para llevar a cabo la toma de secuencias poligráficas sin supervisión, es fundamental demostrar conocimiento teórico sobre las anomalías detectadas en los trazos, cuando el experto cuestiona a los aprendices.

Por otra parte, en este marco de la apropiación tecnológica, se identificó como un rubro de suprema importancia para su logro, el desarrollo de la coordinación ojo-mano-oído, pues hay que tener una atención constante en el paciente, aparato de rayos X, computadora, CARTO (en su caso), y con base en todo esto mover el catéter; es preciso saber que atender y en qué momento durante un estudio de este tipo. Con respecto al oído, es importante, ya que en el procedimiento también se debe tomar en cuenta el sonido del monitor que señala ritmo cardíaco, posible extrasístole o taquicardias, atender el ventilador, y el operador del catéter a su vez debe mantenerse comunicado con quien toma secuencias poligráficas; además

hay que tomar en cuenta la comunicación con las enfermeras y anesthesiólogos, en caso necesario.

Por último, es preciso mencionar que aunque presentamos tiempos aproximados de apropiación tecnológica para cada artefacto, este puede variar dependiendo de las habilidades que posea cada aprendiz, algunos que tengan habilidad en el uso de computadoras, adquirirán un rápido dominio del polígrafo o el estimulador, quienes sean muy dedicados a la lectura y dominen la teoría adquirirán un rápido dominio con respecto a la parte diagnóstica y quienes sean hábiles manualmente adquirirán un dominio acelerado en la introducción y manejo del catéter.

El siguiente esquema (Figura 6) ilustra los tiempos de apropiación para cada artefacto de interés, así como determinadas habilidades necesarias para transitar de un aprendizaje por observación a un aprendizaje con base en la práctica con el artefacto. Tales datos son fundamentales para una segunda fase en el estudio, en la que se explorarán con más detalle los eventos fundamentales de la transición mencionada.

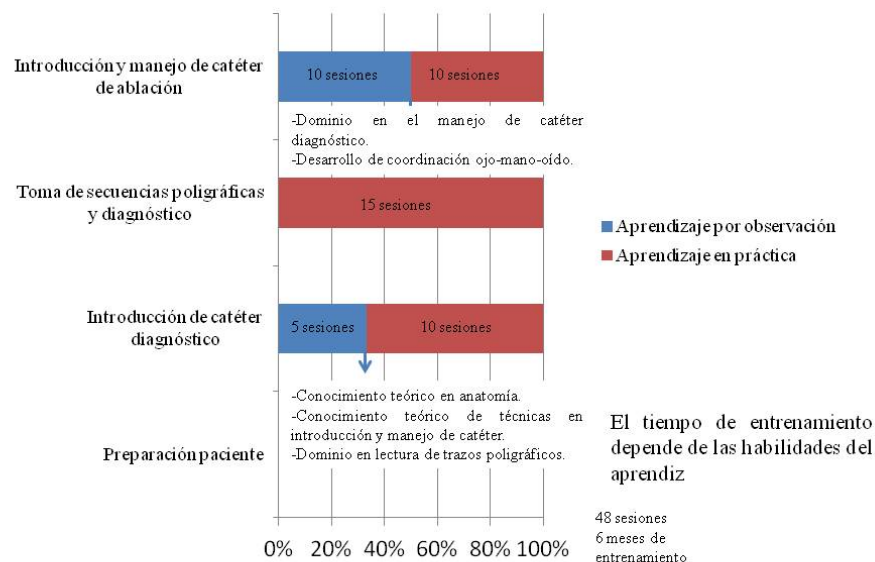


Figura 6. Tiempos de apropiación de artefactos tecnológicos en la comunidad de práctica.

¿Cómo se consolida una comunidad de práctica en cardiología-electrofisiología?

Es preciso señalar el recorrido que se identificó en el estudio para que un participante periférico se volviera pleno, es decir, para que en la comunidad observada se identificara que los aprendices compartían rutinas, sensibilidades, manejaban todos los artefactos, compartían vocabulario y estilos de trabajo.

Una primera etapa concierne a la preparación del paciente (colocación de electrodos, punciones), también de inició el aprendiz tiene participación en la colocación de cables conectores del catéter al polígrafo, análisis de fluctuaciones en las tomas poligráficas, así como en la observación durante la introducción y manejo de catéteres de diagnóstico y ablación, observación acompañada de cuestionamientos al experto, que se encarga de resolver dudas y reforzar positivamente los aciertos de sus subordinados. En una segunda fase, además de lo anterior, al aprendiz se le da la oportunidad de interactuar con el software del polígrafo o CARTO, introduciendo datos del paciente, atendiendo instrucciones del experto para la toma de secuencias poligráficas y realizando el reporte al final de la intervención. Posteriormente hay una tercera etapa, en la que ya se permite al aprendiz la introducción de un catéter de diagnóstico con supervisión, siempre y cuando se dominen las actividades de las etapas previas y se demuestre un conocimiento teórico suficiente en anatomía y técnicas de introducción y manejo de catéter. La supervisión va disminuyendo hasta desvanecerse casi por completo, al final de la tercera etapa, con respecto a las actividades mencionadas. Finalmente, en una cuarta fase, al dominar la técnica de introducción de catéter de diagnóstico, se permite la cooperación del aprendiz con respecto al manejo del catéter de ablación, nuevamente la supervisión disminuye paulatinamente.

Es importante mencionar que en cada etapa para la consolidación existe un proceso de enseñanza, en que el experto enseñará a los intermedios y los intermedios a los novatos, además, dado que el nivel nunca es el mismo, debido a que el aprendizaje varía según las características del alumno, podemos encontrar en la sala múltiples procesos de enseñanza; por otra parte, los ingenieros

biomédicos, toman parte en el proceso de consolidación cuando participan en los estudios, aportando conocimientos que les permiten a los médicos un repertorio de actividades compartidas, asimismo, no hay que dejar de lado la función de enfermeras y anestesiólogos, pues también ayudan a formar el modelo cultural de la comunidad estudiada.

En general, los novatos comienzan con el análisis de trazos, para seguir con el manejo del software del polígrafo y CARTO, y finalmente son entrenados en el uso de catéteres, primero de diagnóstico y luego de ablación. Es de 6 a 10 meses el entrenamiento para dominar todas las actividades de la comunidad, es decir, para convertirse en participantes plenos; tal vez parezca mucho tiempo para la cantidad de sesiones mencionadas en párrafos anteriores con respecto a la apropiación de cada artefacto, esto es debido a la falta de oportunidades situadas para poder observar cómo se usa un artefacto o poder interactuar con el mismo continuamente, pues esto depende de la disponibilidad del experto en generar un contexto de aprendizaje y de el número de aprendices que se encuentran en la sala para aprender electrofisiología.

En el análisis para la consolidación de la comunidad, se encontraron algunos factores clave, los cuales podemos caracterizar como contratiempos, que al ser superados aceleraron el proceso de consolidación de la comunidad, es decir, su resolución provocó la organización de actividades articuladas entre los miembros del grupo. Tales contratiempos o factores clave fueron: la falta de compromiso de los residentes con respecto al estudio de historias clínicas, la falta de compromiso de enfermeras por aprender sobre los estudios electrofisiológicos, la ausencia de anestesiólogos durante el tiempo total del procedimiento, una mala comunicación entre médicos titulares y aprendices recién llegados a la comunidad de práctica (cuestión que significó dar instrucciones contradictorias a los pacientes con respecto a la suspensión de medicamentos, lo cual complicó la presentación de las arritmias durante los estudios), y finalmente, algunos de los médicos expertos limitaron la consolidación de una comunidad de este tipo, pues algunos no

dejaban participar a los residentes en los procedimientos, es decir, retrasaban su paso de participantes periféricos a participantes plenos.

Nuevamente se muestra un esquema (figura 7) en el cual se ilustran las etapas identificadas para la comunidad de la consolidación de la comunidad de interés, asimismo han sido identificados eventos claves que determinan esta evolución, así como procesos de enseñanza característicos en estas etapas; tal cuestión es un importante punto de partida para la segunda fase del estudio



Figura 7. Etapas identificadas en la consolidación de la comunidad de práctica.

¿De qué manera se genera conocimiento en una comunidad de cardiólogos-electrofisiólogos?

Es importante hacer una distinción de artefactos. Para aprender a introducir y mover un catéter, el camino es de observación y atención del aprendiz a

explicaciones y “tips” del experto, también en este camino el experto explora los conocimientos teóricos del novato con respecto a las técnicas documentadas en la literatura para tal actividad; una vez que el aprendiz denota un alto interés, seguridad y dominio de la teoría, se le permite iniciar la práctica, siempre supervisado por el médico de base, quien sólo interviene ante las dificultades que se puedan presentar en el aprendiz, intervenciones que generalmente son consejos prácticos sobre el manejo del artefacto; ya al final del entrenamiento, aproximadamente en la sesión número 15, el experto, prácticamente permanece callado.

En la toma de secuencias poligráficas, se aprende practicando, en este caso no hay observación previa, dado que tomar secuencias poligráficas es simple, y sólo implica mediante el manejo del software, parar la actividad registrada en el momento preciso, por lo cual, en un inicio el aprendiz recibe instrucciones de los expertos para pausar el registro, y es con la práctica constante que el novato ya sabrá donde parar el registro sin supervisión, aproximadamente en la sesión número 15. Cuando el alumno está en la computadora, manejando un software y en momentos donde no hay actividad cardiaca problemática que identificar, debido a que la concentración está en la introducción del catéter u otro proceso, surge un interesante proceso de aprendizaje, pues es cuando el alumno explora aplicaciones que desconoce del programa que esta manejando, ya sea el del polígrafo o el CARTO, es así que el novato aprende solo y ocurre que en tales momentos de exploración se acercan los expertos y atienden las explicaciones de personas de menor experiencia, sobre las nuevas funciones descubiertas; es aquí que detectamos un aprendizaje contrario al común, donde la instrucción va del novato al experto.

En la parte del diagnóstico a partir de los trazos poligráficos, el aprendizaje es por medio de cuestionamientos del experto a los novatos, generalmente el médico de base identifica un parámetro no convencional en los trazos poligráficos, pide que se haga una toma y pregunta a los residentes que es lo que ven, ahí corrobora sus conocimientos teóricos y a partir de una serie de cuestionamientos hace que

los aprendices lleguen al diagnóstico idóneo. Es importante la interacción entre el aprendizaje durante cada etapa del estudio observado, por ejemplo, para introducir un catéter, se debe dominar la toma de secuencias y el reconocimiento de anomalías en los trazos; asimismo si se está atento a los trazos, es preciso indicar al operador del catéter de manera oportuna lo que pasa en la pantalla, es decir, debe haber un conocimiento integrado para convertirse en un participante pleno en la comunidad.

En sí, un dato fundamental, es que en una comunidad de este tipo, el manejo de artefactos y por ende la consolidación de la comunidad y la generación de conocimiento depende totalmente de las oportunidades situadas, que en la mayoría de los casos son brindadas por el experto. Es aquí los médicos aprendices identifican tres tipos de “instructores”:

- El médico interesado en la enseñanza, que asume el papel de maestro, ofrece oportunidades, asiste y brinda consejos útiles.
- El médico que ofrece oportunidades de manera ocasional, pues no tiene interés en la enseñanza y teme perder práctica al dejar a los novatos participar.
- El médico que niega oportunidades de aprendizaje, quizá por egoísmo o miedo a la pérdida de exclusividad en procedimientos electrofisiológicos.

Se adjudica la falta de interés en la enseñanza a una falta de incentivos para la misma en el entorno hospitalario o a deficiencias en capacidades docentes. Sin embargo, los aprendices comentan que independientemente del papel del experto y las oportunidades que este les brinde, es fundamental que ellos puedan identificar las oportunidades contextuales de aprendizaje y aprovecharlas.

¿Cuál es el papel del ingeniero biomédico en el entorno hospitalario?

Se encontró, en primer lugar, que en hospitales del sector público no hay áreas de Ingeniería Biomédica fijas, por tanto, si se presentan problemas con los artefactos

en uso, los médicos deben solucionarlos aún sin el conocimiento requerido o tienen que suspender sus actividades y llamar a los proveedores del equipo. En los estudios electrofisiológicos se presentaron problemas con el funcionamiento del generador de radiofrecuencia, con la iluminación de la sala y con las conexiones de los catéteres al polígrafo, sin embargo, ante la falta de ingenieros que solucionaran los contratiempos, los médicos tuvieron que intervenir para resolver los contratiempos, cuestión que prolongó el tiempo de los estudios. Los médicos comentan que es frustrante la falta de apoyo de ingenieros biomédicos que resuelvan problemas con los artefactos, pues han tenido que aplazarse estudios, por ejemplo, por fallas simples en los equipos de rayos X, asimismo la insuficiencia de material biomédico, como catéteres también ha generado que no se lleven a término procedimientos ablativos, aún cuando se tiene un diagnóstico eficiente.

Los entrevistados con experiencia en hospitales privados mencionaron que en estos si hay área de Ingeniería Biomédica, pero consideran que en este caso, dichos profesionales están limitados debido a las garantías de los aparatos, pues al momento de intentar repararlos pierden tal garantía, es entonces, que en dichas áreas solamente se realizan pruebas básicas y se resuelven problemas simples, se prefiere llamar a los proveedores.

Más allá del discurso médico, cuando fue posible observar la interacción entre las comunidades de interés en la práctica, durante el aprendizaje sobre el uso del CARTO en la comunidad de electrofisiólogos, un aparato que al adquirirlo incluía el apoyo de ingenieros para dominar su utilización; se detectó que la participación del ingeniero biomédico durante su uso fue intensa, de inicio los ingenieros manejaban el artefacto en su totalidad, mientras los médicos se dedicaban al manejo del catéter, a observarlos y a hacerles preguntas. Posteriormente ya interactuaban los médicos (novatos e intermedios) con el instrumento, supervisados por los ingenieros, primero constantemente, pero la supervisión fue disminuyendo.

Discusión:

Con base en las observaciones llevadas a cabo durante la fase inicial de la investigación, ahora contamos con datos que permitirán desarrollar observaciones estructuradas con referentes temporales en la comunidad de práctica de los médicos cardiólogos-electrofisiólogos. Asimismo la prueba piloto brinda conocimiento sobre costumbres y creencias de la comunidad a explorar, cuestión que permite enfocar la atención en puntos clave para obtener los datos que se quieren obtener.

En primer lugar ya se detectó que el material biomédico es insuficiente, cuestión que representa costos graves en el sector salud, debido a la variedad de consecuencias que trae dicho desabasto; en primer lugar, podemos hablar de consecuencias directas en la salud de pacientes con problemas de arritmias cardíacas, debido a que la falta de material retrasa los tratamientos ablativos, sin embargo, la problemática va más allá, al afectar la consolidación de la comunidad de médicos y al limitar la generación de conocimiento en el entorno hospitalario, pues tales procesos son, al menos en el caso del grupo observado, mediados por artefactos tecnológicos.

Fue posible detectar también, en esta primera fase, los pasos para la apropiación tecnológica de cada artefacto. En general, en un primer momento, el aprendiz observa como el experto manipula un artefacto que él apenas conoce, posteriormente y si el estudiante cubre con determinadas condiciones, como son conocimientos teóricos, seguridad e interés, el experto le permitirá practicar mientras lo supervisa, lo cuestiona y responde a sus dudas; es así que la supervisión disminuirá paulatinamente conforme se detecte el dominio en el uso de los distintos artefactos. Pero, no sólo se encontró un camino para la apropiación de tecnología, pues en el caso del manejo del software del polígrafo o el CARTO, se detectó un proceso de aprendizaje diferente, en este caso, el participante periférico exploraba aplicaciones desconocidas incluso por los expertos en sus “tiempos libres” durante los estudios electrofisiológicos, es así que el novato aprende explorando los programas si tiene la oportunidad. Incluso, el

experto acude al novato para que le comparta lo que aprendió indagando, es decir, se invierte un clásico modelo de aprendizaje, en donde es la persona con mayor experiencia quien dirige la enseñanza.

Una mención se merece la coordinación ojo-mano-oido como una variable fundamental en la apropiación de tecnología, pues como se describe en los resultados, se requiere una constante atención en el paciente, aparatos de rayos X, computadora, CARTO (en su caso), sonidos del monitor que señala el ritmo cardiaco, sonidos del ventilador etc.; todo ello mientras se manipula el catéter, ya sea de diagnóstico o ablación; es entonces, que podemos hablar de un paralelismo entre el desarrollo de la coordinación ojo-mano-oido y la apropiación tecnológica en la comunidad de médicos cardiólogos-electrofisiólogos.

Con respecto a las etapas fundamentales para la consolidación de una comunidad de práctica, como la de interés, es decir, para que los participantes periféricos se conviertan en plenos y que compartan rutinas, sensibilidades, vocabulario y estilos de trabajo, se identificaron cuatro momentos que ya han sido descritos en los resultados; en general, los novatos comenzarán con el análisis de trazos, para seguir con la manipulación de software, ya sea del polígrafo o CARTO y finalizarán su entrenamiento con actividades de manejo de catéteres, primero de diagnóstico y luego de ablación. Independientemente de la importancia del camino detectado, el cual permitirá desarrollar un curriculum situado para crear oportunidades de aprendizaje en comunidades similares, hay que señalar la importante colaboración de enfermeras, anestesiólogos e ingenieros biomédicos en la consolidación del grupo; cada actor del grupo observado va paulatinamente involucrándose en determinadas actividades y dotándolas de significado, actividades que paralelamente dan identidad a los sujetos dentro de la comunidad. Ahora bien, también encontramos variables que afectaron la consolidación fluida de la comunidad, tales como la falta de interés de algunos residentes y enfermeras en la búsqueda de oportunidades de aprendizaje, una deficiente comunicación entre médicos, pacientes y residentes, y principalmente la renuencia de algunos médicos expertos en dotar a sus subordinados de oportunidades contextuales de

aprendizaje, probablemente debido a motivaciones personales, tales como la falta de interés en la docencia debido a la ausencia de incentivos o quizá temor a perder el “status” que mantenían en el hospital.

Finalmente y ya con el antecedente de la importancia del instrumental biomédico, lo cual implica el valor de la comunidad de ingenieros biomédicos en el entorno hospitalario, específicamente en el área de cardiología-electrofisiología, es preciso agregar que la falta de personal fijo con tal preparación en el sector salud tiene consecuencias negativas de importancia, baste mencionar los casos en los que se han tenido que suspender y posponer tratamientos ablativos por fallas simples en equipos de rayos X o en el cableado que va de un catéter al polígrafo, incluso cuando se tiene al paciente en sala, anestesiado y con un diagnóstico claro. Por otra parte, es notoria la falta de mantenimiento del equipo, pues se presentan fallas constantes en cuestiones tan básicas como la iluminación de la sala para la intervención; y más allá de lo negativo, fueron reveladores los casos en los que ingenieros biomédicos participaban en la enseñanza de personal médico a favor de la apropiación tecnológica de un artefacto como el CARTO, es en estos casos, que la intervención de los ingenieros limitó la presencia de contratiempos ante el desconocimiento y la falta de cursos previos a la introducción de esta nueva tecnología.

Es así, que habría de considerarse imprescindible la presencia de áreas biomédicas en los hospitales públicos y sobretodo reglamentar relaciones sociales adecuadas entre estos profesionales y los miembros de la comunidad médica, de modo que a corto plazo pudieran trabajar en conjunto de manera ágil, contribuyendo así a la reproducción de ambas comunidades y estructurando un entorno donde se compartan rutinas, sensibilidades, un vocabulario y estilos de trabajo; todo esto en beneficio de la atención a la salud que se nos ofrece en el país.

Referencias:

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.

García, F.; Porres, J.M. (2003). *Práctica clínica en electrofisiología. Marcapasos definitivo y desfibrilador automático*. Guidant, pp. 221-227.

Goody, E. N. (1989). Learning, apprenticeship and the division of labor. En Coy, M. W. (Ed.) *Apprenticeship: From theory to method and hack again* (pp. 233-256). Albany: State University of New York Press.

Hall, R. (1999). Following Mathematical Practices in Design-oriented Work. En Hoyles, C., Morgan, C. y Woodhouse, G. (Eds.), *Rethinking The Mathematics Curriculum* (29-47 pp). London: Falmer Press.

Hoyles, C., Noss, R. y Pozzi, S. (1999). Mathematizing in Practice. En Hoyles, C., Morgan, C. y Woodhouse, G. (Eds.), *Rethinking The Mathematics Curriculum* (48-62 pp). London: Falmer Press.

Iturralde, P.; Márquez, M. F., Nava, S., Colin L., Gómez-Flores, J., González, J. A. (2006). La cartografía electroanatómica (CARTO) en la ablación de la fibrilación auricular. *Archivos de Cardiología de México*, v.76 supl. 2.

Jordan, B. (1989). Cosmopolitical Obstetrics: Some Insights from the Training of Traditional Midwives. *Social Science and Medicine* 28 (9), 925-944.

Lave, J. y Wegner, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.

Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park, CA: Sage, pp. 289-331

Miles, M. B. y Huberman, A. M. (1984). *Qualitative Data Analysis. A sourcebook of New Methods*. Beverly Hills, CA: Sage.

Nolla, N. (1997). Etnografía: una alternativa más en la función pedagógica. *Revista cubana de educación media superior* 11 (2), 107-115.

Rogers, J. (2000). Communities of Practice: A framework for fostering coherence in virtual learning communities. *Educational Technology & Society* 3 (3), 384-392.

Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) (2008). *Principales causas de mortalidad General*. Recuperado el 1 de noviembre de 2011, de <http://sinais.salud.gob.mx/mortalidad/>

Smith, M. K. (2003). *Communities of practice*. The encyclopedia of informal education. Recuperado el 19 de diciembre de 2010, de www.infed.org/biblio/communities_of_practice.htm.

Suaste, E. (1998). *Ingeniería Biomédica: Antecedentes, desarrollo y descendencias en México*. México.

Wegner, E. (1998). *Communities of practice: Learning as a social system*. Recuperado el 18 de octubre de 2010, de <http://www.co-i-l.com/coil/knowledge-garden/cop/lss.shtml>.

Wenger, E.; McDermott, R., Snyder, W. (2002). *Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.

Woods, P. (1986). *La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa*. Barcelona, España: Paidós.

Department of Health Statistics and Informatics in the Information, Evidence and Research Cluster of World Health Organization (2008). *The Global Burden of Disease: 2004 update*. Switzerland: World Health Organization.

Anexo 1.

Tabla de resultados (Prueba piloto).

Preguntas de investigación	Observaciones	Entrevistas
¿Cuál es el papel de los artefactos biomédicos en la práctica hospitalaria?	<p>-En todas las <i>etapas del estudio electrofisiológico</i> destaca la importancia de dichos artefactos, entre los que podemos destacar: materiales introductores, catéteres de varios polos (para diagnóstico y ablación), polígrafo, estimulador, cables conectores de catéteres a polígrafo, sistema de radioscopia, monitor desfibrilador, material para RCP, mandiles para protección de radiación, gafas protectoras de radiación, etc.</p> <p>-La consolidación de la comunidad, así como la generación de conocimiento esta mediada por tales artefactos.</p> <p>-Hay falta de material biomédico en tales intervenciones, sobretodo de catéteres ideales para cada estudio y de mandiles o gafas contra radiación.</p>	<p>-Se confirma la falta de instrumental médico, sobretodo de catéteres y material para protección contra la radiación. También se habla de computadoras de bajo rendimiento.</p> <p>-La falta de mandiles o gafas puede afectar la seguridad de los presentes en la sala por el uso de rayos X.</p> <p>-Se han llegado a suspender procedimientos por la falta de material (catéteres del número indicado), asimismo ha habido complicaciones en los pacientes, tales como: hematomas y sangrados, debido al uso de un catéter que no resulta ideal para tal paciente.</p>
¿Cuál es el proceso de apropiación de los artefactos en la práctica hospitalaria?	<p>-La apropiación de tecnología se da en la práctica.</p> <p>-Con respecto a la <i>preparación del paciente</i>, los novatos ya llevan a cabo la colocación de electrodos y la punción de venas desde el inicio de su preparación como electrofisiólogos, con supervisión mínima.</p> <p>-En relación a la etapa de <i>introducción de catéter de diagnóstico</i>, una primera fase es de observación y cuestionamientos al experto, así como de atención a la explicación que este les brinda, una segunda fase es la introducción con supervisión del experto, supervisión que va disminuyendo a medida que se domina la técnica.</p> <p>-Con respecto a la etapa de <i>toma de secuencias poligráficas y diagnóstico</i>, es importante la apropiación de tecnología relacionada con el manejo del polígrafo o equipos como el CARTO. En el caso del polígrafo, los novatos y aprendices de nivel intermedio, primero atienden las instrucciones del experto para llevar a cabo la toma de secuencias básicas y, posteriormente se involucran explorando funciones novedosas de los programas implicados si se les presenta un tiempo libre para ello, mientras el experto está concentrado en el manejo del catéter. Los expertos optan por aprender sobre funciones novedosas de los novatos e intermedios, quienes realizaron las</p>	<p>-Se corrobora que la apropiación de tecnología se da en la práctica, no hay cursos previos para el uso de equipo nuevo. Uno de los médicos aprendices (nivel intermedio) menciona que tal cuestión afecta en el procedimiento, ya que se alargan los tiempos de exposición a rayos X y que incluso ha habido veces que algunos pacientes han tenido que ser intubados por un estudio prolongado, a causa de la falta de conocimiento sobre el manejo de artefactos médicos.</p> <p>-Con respecto a la apropiación de artefactos nuevos, como el CARTO, en el que existe el apoyo de Ingenieros Biomédicos, mencionan que el proceso es el siguiente en los novatos e intermedios: <i>aproximadamente tres sesiones observan al ingeniero biomédico en el uso del nuevo artefacto, además de hacerle preguntas sobre sus funciones, dos sesiones más ya interactúan con el nuevo instrumento, con la supervisión permanente de los ingenieros, supervisión que va disminuyendo y para aproximadamente la octava sesión ya el apoyo es nulo</i>. Con tales artefactos el experto aprende de los novatos que exploraron mientras ellos se dedicaban al manejo del catéter.</p> <p>-En cuanto a la apropiación de artefactos de los cuales el experto</p>

	<p>exploraciones mientras ellos estaban dedicados a otra actividad, asimismo los expertos prefieren la lectura de manuales, los novatos e intermedios sólo leen el manual cuando les surge alguna duda.</p> <p>En cuanto a la apropiación de un nuevo artefacto (CARTO) se detectó antes de la interacción con el aparato, una fase de observación del manejo del mismo por parte de Ingenieros Biomédicos que apoyaban durante las intervenciones. Nuevamente fue observada una mayor interacción de los aprendices novatos e intermedios con el artefacto, primero con un constante apoyo de los Ingenieros, el cual fue disminuyendo a través del tiempo; los médicos expertos, aprendían de los ingenieros y de los novatos e intermedios que ya habían explorado las funciones nuevas del aparato.</p> <p>Finalmente, en cuanto a la etapa de <i>tratamiento</i> (ablación), el camino es el mismo que en la etapa de introducción del catéter de diagnóstico.</p>	<p>domina su uso, como el <i>polígrafo o el catéter</i>, primero se da la observación y resolución de dudas por parte del experto, luego se da la oportunidad al aprendiz que interactúe con tales artefactos mientras es supervisado y con el paso del tiempo va disminuyendo la supervisión. <i>En general se puede hablar en este caso de 5 sesiones de observación y 10 sesiones de manejo de los artefactos con ayuda; en la última de estas sesiones la supervisión es mínima o nula por parte del experto.</i></p> <p>-Para obtener la oportunidad de manejar artefactos sin supervisión, es necesario cubrir con ciertos criterios: conocimiento de anatomía, conocimiento sobre técnicas en la introducción de catéteres, desarrollo de una técnica personal con base en conocimientos teóricos y práctica, tomando en cuenta “tips” del experto, interés, y desenvolvimiento en lectura de trazos.</p> <p>-También es fundamental tomar en cuenta la importancia de la coordinación ojo-mano-oído en la apropiación de tecnología, pues hay que tener una atención constante en el paciente, aparato de rayos X, computadora, CARTO (en su caso), y con base en todo esto mover el catéter; es preciso saber que atender y en qué momento para manejar el catéter. Con respecto al oído, es importante, ya que en el procedimiento también se debe tomar en cuenta el sonido del monitor que señala ritmo cardíaco, posible extrasístole o taquicardias, atender el ventilador, y el operador del catéter a su vez debe mantenerse comunicado con quien toma secuencias poligráficas; además hay que tomar en cuenta la comunicación con las enfermeras y anestesiólogos, en caso necesario.</p> <p>-Es importante mencionar en esta parte, que el tiempo de apropiación de los diversos artefactos depende de las habilidades que posea cada alumno, uno que tenga habilidad en el uso de computadoras, adquirirá un rápido dominio del estimulador, quien sea muy dedicado a la lectura y domine la teoría adquirirá un rápido dominio con respecto a la parte diagnóstica y quien se hábil manualmente adquirirá un dominio acelerado en la introducción y manejo del catéter.</p>
<p>¿Cómo se consolida una comunidad de práctica de médicos Cardiólogos-Electrofisiólogos?</p>	<p>-Se identificó un recorrido hacia la consolidación de una comunidad de práctica, a continuación los pasos que recorre un participante periférico para convertirse en un participante pleno, es decir, aquel que ya comparte rutinas, sensibilidades, domina el uso de artefactos, comparte vocabulario y estilos de trabajo:</p>	<p>-En las entrevistas se corrobora el camino detectado para la consolidación de la comunidad de práctica. Sin embargo, los entrevistados agregan que es un aprendizaje de años. Desde el segundo año de la residencia en cardiología empiezan a entrar a la sala de hemodinamia y se encargan de supervisar aparatos de rayos</p>

	<p>-Las primeras actividades son de preparación del paciente (colocación de electrodos, punciones, colocación de cables conectores del catéter al polígrafo, análisis de fluctuaciones en las tomas poligráficas, observación en la introducción y manejo de catéteres de diagnóstico y ablación, cuestionamientos al experto durante las observaciones y atención a sus explicaciones.</p> <p>-En segundo lugar, además de lo anterior, se da la oportunidad de interacción con el software (del polígrafo o CARTO), introduciendo datos del paciente, atendiendo instrucciones del experto para la toma de secuencias poligráficas y realizando el reporte al final de la intervención.</p> <p>-Posteriormente hay una tercera etapa, en la que ya se permite la introducción de un catéter de diagnóstico con supervisión, siempre y cuando se dominen las actividades de las etapas previas y se demuestre un conocimiento teórico suficiente en anatomía y técnicas de introducción y manejo de catéter. La supervisión va disminuyendo hasta desvanecerse casi por completo.</p> <p>-Finalmente, en una cuarta etapa, al dominar la técnica de introducción de catéter de diagnóstico, se permite la cooperación del aprendiz con respecto al manejo del catéter de ablación, quien primero lo introduce y maneja para que el experto lleve a cabo la estimulación, después ya lleva a cabo todo el tratamiento sin ayuda.</p> <p>-Es importante mencionar que en cada etapa existe un proceso de enseñanza escalonado, es decir, el experto enseñará a los intermedios y los intermedios a los novatos, además, dado que el nivel nunca es el mismo, debido a que el aprendizaje varía según las características del alumno, podemos encontrar en la sala múltiples procesos de enseñanza.</p> <p>-Por otra parte, los Ingenieros Biomédicos, toman parte en el proceso de consolidación cuando participan en los estudios, aportando conocimientos que les permiten a los médicos un repertorio de actividades compartidas.</p> <p>-No hay que dejar de lado la función de enfermeras y anestesiólogos, pues también ayudan a formar el modelo cultural de la comunidad estudiada.</p>	<p>X; al tercer año ya observan, supervisan alumnos de segundo año, hacen punciones en venas y quizá tengan la oportunidad de introducir algún catéter diagnóstico con supervisión. Ya en el entrenamiento en electrofisiología, seguirán el camino observado, en general, comenzarán con el análisis de trazos, para seguir con el manejo de la computadora y finalmente serán entrenados en el uso de catéteres, primero de diagnóstico y luego de ablación. Es de 6 a 10 meses el entrenamiento para dominar todas las actividades de la comunidad, es decir, para convertirse en participantes plenos.</p> <p>-Se agregan algunos contratiempos que afectan la consolidación de la comunidad, por ejemplo, la falta de compromiso de los residentes al no revisar con detalle las historias clínicas, así como la falta de compromiso de enfermeras por aprender sobre los estudios electrofisiológicos, también es problemática la ausencia de anestesiólogos durante el tiempo total del procedimiento, pues éstos se confían al presenciar estudios con una baja probabilidad de complicaciones.</p> <p>-Otro obstáculo en la consolidación de una comunidad de práctica es una mala comunicación entre médicos que programan los procedimientos y pacientes o residentes; esto ha generado que no haya suspensión de medicamentos, lo que complica la presentación de las arritmias durante los estudios.</p> <p>-Finalmente, los médicos expertos pueden mermar la consolidación de una comunidad de este tipo, pues algunos no dejan participar a los residentes, según los aprendices entrevistados por envidia, miedo a perder exclusividad en sus funciones, falta de interés en la enseñanza (tal vez por falta de incentivos), porque subestiman a los novatos o temen mucho a las complicaciones por una personalidad ansiosa.</p>
¿Cómo se genera conocimiento	-Con respecto a la toma de secuencias poligráficas , el aprendizaje se	-La generación de conocimiento depende de las oportunidades

<p>en una comunidad de médicos Cardiólogos-Electrofisiólogos?</p>	<p>da en la interacción con los artefactos, los aprendices llevan a cabo esta función atendiendo instrucciones del médico de base, que maneja los catéteres, mientras tanto. Posteriormente hacen las tomas con mínima instrucción, se lleva a cabo entonces un trabajo coordinado y ágil. Es importante mencionar que el aprendiz que maneja el software, generalmente aprovecha “tiempo libre” durante los estudios para explorar funciones que pocos expertos conocen por ser poco utilizadas o nuevas, en caso de que haya sido actualizado el programa del equipo, en este caso el experto aprende del novato cuando termina de realizar a cabo sus funciones con el catéter.</p> <p>-Es interesante como se da un proceso de aprendizaje, en donde la enseñanza va del novato al experto, por ejemplo, con respecto a aplicaciones novedosas del polígrafo. Asimismo es interesante como el experto ante dudas, prefiere aprender de la tecnología leyendo el manual y no interactuando con los artefactos.</p> <p>-Para aprender a <i>diagnosticar</i>, el experto pide buscar en determinada toma poligráfica a los residentes un parámetro anormal, aprueba o desaprueba observaciones de éstos y les pide argumentos teóricos, finalmente agrega datos a las justificaciones teóricas. Conforme pasa el tiempo, las observaciones teóricas van disminuyendo, pues aparentemente ya son sustituidas por códigos pertenecientes a la comunidad.</p> <p>-En cuanto a la introducción y manejo de <i>catéteres</i>, el aprendizaje es clásico, inicialmente el alumno observa, pregunta y escucha; posteriormente introduce y maneja el catéter con supervisión, la cual se va disminuyendo hasta casi volverse nula, aproximadamente a la sesión número 15 de entrenamiento.</p>	<p>situadas que brinda el experto, los aprendices entrevistados detectan tres tipos de “instructores”:</p> <p>El médico interesado en la enseñanza, que asume el papel de maestro, ofrece oportunidades, asiste y brinda consejos útiles.</p> <p>El médico que ofrece oportunidades de manera ocasional, pues no tiene interés en la enseñanza y teme perder práctica al dejar a los novatos participar.</p> <p>El médico que niega oportunidades de aprendizaje, quizá por egoísmo o miedo a la pérdida de exclusividad en procedimientos electrofisiológicos.</p> <p>-También los entrevistados consideran que la falta de incentivos en la labor de enseñanza es un factor que quizá genera la falta de oportunidades de aprendizaje en la comunidad de estudio.</p> <p>-Uno de los entrevistados comentó que también hay diferencias en capacidades docentes, pues algunos médicos expertos tienen mayor habilidad para la enseñanza teórica y otros para la práctica. Por tanto es cuestión de los aprendices identificar de quien obtener la parte teórica y de quien la práctica para obtener una educación integral.</p>
<p>¿Cuál es el papel de los Ingenieros Biomédicos en el entorno hospitalario?</p>	<p>-En el caso de la comunidad de observación, el apoyo de los Ingenieros Biomédicos fue sólo en el uso del <i>CARTO</i>, pues fue un aparato que al adquirirlo incluía el apoyo de tal comunidad para el dominio de su uso en la práctica. La participación del ingeniero durante su uso fue intensa; de inicio los Ingenieros manejaban el artefacto en su totalidad, mientras los médicos se dedicaban al manejo del catéter, a observarlos y a hacerles preguntas. Posteriormente ya interactuaban los médicos (novatos e intermedios) con el instrumento, supervisados por los ingenieros, primero constantemente, pero la supervisión fue disminuyendo.</p>	<p>-Los aprendices corroboraron que el apoyo de los Ingenieros Biomédicos sólo se da en casos especiales, como en el uso de un nuevo artefacto, pues la compañía que vende tales artefactos les da el apoyo en el uso.</p> <p>-Reafirman la falta de un área de Ingeniería Biomédica en el hospital y, en general, en hospitales públicos. Si se presentan problemas con artefactos biomédicos, tales como monitores, computadoras, cables, extensiones, generadores o la interfaz, ellos se encargan de solucionar los contratiempos.</p>

	<p>-No existe un área permanente de Ingeniería Biomédica en el hospital.</p> <p>-Se presentaron problemas con el funcionamiento del generador de radiofrecuencia, con la iluminación de la sala y con las conexiones de los catéteres al polígrafo, sin embargo, ante la falta de Ingenieros que solucionaran los problemas, los médicos tuvieron que intervenir para resolver los contratiempos, cuestión que prolongó el tiempo de los estudios.</p>	<p>-En el ámbito privado si hay área de Ingeniería Biomédica, pero consideran que en este caso, los ingenieros están limitados debido a las garantías de los aparatos, pues si los abren pierden su garantía, es entonces, que en dichas áreas solamente se realizan pruebas básicas y se resuelven problemas simples, se refiere llamar a los proveedores.</p> <p>-Es frustrante la falta de apoyo de Ingenieros Biomédicos que resuelvan problemas con los artefactos, pues han tenido que aplazarse estudios, por ejemplo, por fallas simples en los equipos de rayos X, asimismo la insuficiencia de material biomédico, como catéteres también ha generado que no se lleven a término procedimientos ablativos, aún cuando se tiene un diagnóstico eficiente.</p>
<p>¿Cómo se construye una agenda entre una comunidad de Ingenieros Biomédicos y una comunidad de médicos Cardiólogos-Electrofisiólogos?</p>	<p>En este caso, la interacción de médicos con ingenieros biomédicos, sólo se dio a causa de la compra de un artefacto, el CARTO. La empresa que vendió el equipo ofrecía brindar apoyo en el uso del mismo.</p>	