

UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

MAESTRÍA EN GESTIÓN EDUCATIVA

Título del Trabajo de Titulación

**LA FRECUENCIA CARDÍACA Y LA VARIABILIDAD DE LA
FRECUENCIA CARDÍACA SE CORRELACIONAN CON EL
RENDIMIENTO DEL RAZONAMIENTO CLÍNICO Y LAS
MEDIDAS AUTOINFORMADAS DE LA CARGA COGNITIVA.**

Nombre del autor

JUAN CARLOS BURBANO MACHUCA

Nombre y título académico

MAGISTER EN GESTIÓN EDUCATIVA

Director de Trabajo de Titulación

PhD. JIMMY ZAMBRANO R.

GUAYAQUIL, 2022

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, JUAN CARLOS BURBANO MACHUCA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspicie el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Nombre y firma

Resumen

El objetivo de este estudio fue explorar la asociación entre la carga cognoscitiva y las medidas fisiológicas durante el razonamiento clínico de un grupo de estudiantes de medicina, como estudio de replicación de Soroosh Solhjo et al. (2019). Cincuenta y un estudiantes participaron de la investigación, desarrollada en tres momentos: antes, durante y después de la prueba, por medio de monitores Holter, se registró medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en tres momentos de estrés cognitivo consistió en la observación de tres vídeos que mostraban encuentros médicos, para posteriormente por medio del razonamiento clínico, completar un cuestionario clínico de cinco preguntas. Los resultados fueron analizados por medio de una correlación entre las medidas cardíacas (frecuencia cardíaca media, variabilidad de la frecuencia cardíaca y variabilidad del intervalo QT) y medidas autoinformadas de la carga cognitiva, y su asociación con las puntuaciones del razonamiento clínico. Se encontraron fuertes correlaciones positivas entre las medidas de carga cognitiva intrínseca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Palabras Clave: Manifestaciones Fisiológicas, Frecuencia cardiaca, Variabilidad del intervalo, Carga Cognitivo, Razonamiento Clínico.

Summary

The aim of this study was to explore the association between cognitive load and physiological measures during clinical reasoning in a group of medical students, as a replication study by Soroosh Solhjoo et al. (2019). Fifty-one student participated in the research, developed in three moments: before, during and after the test, through Holter monitors, measurement of heart rate variability was recorded in three moments of cognitive stress that consisted of the observation of three videos that showed medical encounters, to later, through clinical reasoning, complete a five-question clinical questionnaire. Results were analyzed by correlating cardiac measures (mean heart rate, heart rate variability, and QT interval variability) with self-report measures of cognitive load, and their association with clinical reasoning scores. Strong positive correlations were found between measures of intrinsic cognitive load and heart rate variability.

Keywords: Physiological Manifestations, Heart Rate, Interval Variability, Cognitive Load, Clinical Reasoning.

Resumen

El objetivo de este estudio fue explorar la asociación entre la carga cognoscitiva y las medidas fisiológicas durante el razonamiento clínico de un grupo de estudiantes de medicina, como estudio de replicación de Soroosh Solhjoo et al. (2019). Cincuenta y un participantes estudiantes participaron de la investigación, desarrollada en tres momentos: antes, durante y después de la prueba, por medio de monitores Holter, se registró medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en tres momentos de estrés cognitivo que consistió en la observación de tres vídeos que mostraban encuentros médicos, para posteriormente por medio del razonamiento clínico, completar un cuestionario clínico de cinco preguntas. Los resultados fueron analizados por medio de una correlación entre las medidas cardíacas (frecuencia cardíaca media, variabilidad de la frecuencia cardíaca y variabilidad del intervalo QT) y las medidas autoinformadas de la carga cognitiva, y su asociación con las puntuaciones del razonamiento clínico. Se encontraron fuertes correlaciones positivas entre las medidas de carga cognitiva intrínseca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Palabras Clave: Manifestaciones Fisiológicas, Frecuencia cardíaca, Variabilidad del intervalo, Carga Cognitivo, Razonamiento Clínico.

Introducción

La seguridad del paciente es la razón principal de la atención clínica, se encuentra conformada por la precisión diagnóstica y el desarrollo preciso de un plan de gestión, ambos dependen de dos factores importantes: la carga cognitiva y el razonamiento clínico. La carga cognitiva se refiere al esfuerzo mental de una persona para completar una tarea, y es impulsado principalmente por la interactividad de los elementos (Sweller, et al., 2011). Es decir, el número de elementos cognitivos que se procesan simultáneamente en la memoria de trabajo (Sweller, 2010). Está compuesta por la carga mental que se impone en función de la cantidad de información dada, mientras que el esfuerzo mental es la capacidad mental que debe asignarse a la información (Sarkar Pritam y Ross, 2019).

El razonamiento clínico son los pasos cognitivos que revelan la habilidad de resolución de problemas clínicos integrando habilidades intelectuales que permiten establecer un diagnóstico médico y un plan de gestión, Lifshitz-Guinzberg (2012) indica que “Esta habilidad representa la propedéutica de la clínica y constituye una competencia fundamental para poder desempeñarse como clínico” (p. 212). Según manifiestan Losada Guerra y Socías Barrientos (2016), “Estas habilidades se constituyen como un procedimiento evaluativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas clínicas”. En la formación clínica se considera que la precisión diagnóstica y el desarrollo preciso de un plan de gestión son imprescindibles para mejorar la seguridad del paciente (Solhjoo S. H., 2019).

La relación entre la carga cognitiva y el razonamiento clínico ha generado diversas investigaciones. El estudio de Solhjoo, Haigney y McBee (2019) referente a la correlación entre

la frecuencia cardíaca y el razonamiento clínico, recopila evidencia de validez biológica en los diferentes tipos de cargas cognitivas y las manifestaciones fisiológicas en el tono simpático, en situación de rendimiento de razonamiento clínico, en quince estudiantes de la facultad de ciencias de la salud. Los resultados indican que la monitorización fisiológica permite identificar a las personas que experimentan una alta carga cognitiva de aquellas que se encuentran en condiciones deficientes durante las tareas de razonamiento clínico. Este estudio es base para la réplica de la presente investigación.

El estudio realizado por Almirall, Santander y Vergara (1995), sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador del nivel de activación ante el esfuerzo mental, evaluó sesenta sujetos con una batería de prueba psicofisiológicas: frecuencia crítica de fusión; umbral de discriminación táctil y tiempo de discriminación. Los investigadores presentaron un paradigma cognitivo de cinco niveles de complejidad para su solución. Las manifestaciones fisiológicas se midieron por medio de un taquitoscopio (TKK-232) y un electromiointegrador para registrar la frecuencia cardíaca. Los resultados mostraron sensibilidad de las evaluaciones fisiológicas ante el esfuerzo mental y una significativa asociación con la frecuencia cardíaca, determinando que existe una variabilidad de la frecuencia cardíaca ante un esfuerzo cognitivo.

Otro estudio, que establece la relación entre carga cognitiva y variabilidad de la frecuencia cardíaca, es el realizado por León-Ariza, Botero Rosas y Sánchez Jiménez (2017), cuyo objetivo fue establecer la relación entre actividad electroencefalografía orbitofrontal y el sistema nervioso autónomo en proceso cognitivo. Ellos usaron una muestra de 39 personas (20 hombres y 19 mujeres), realizaron mediciones de electrocardiograma (EKG), frecuencia cardíaca (HR), variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) en cinco fases: de reposo, observación, memoria, concentración y juego. En el análisis de resultado se comparó la fase de

reposo con las otras cuatro fases, lo cual permitió concluir que existe una reducción de la actividad parasimpática y un aumento en la actividad simpática asociado a las actividades cognitivas, no se registran diferencias significativas entre hombre y mujer.

Por otra parte, el estudio realizado por Valadez Díaz y Morán Peña (2014), encontraron una correlación entre pensamiento crítico y razonamiento clínico. Es decir, se halló que, a mayores habilidades del pensamiento crítico, mayores habilidades de razonamiento clínico. Los investigadores recomendaron, previo a las asignaturas clínicas, incrementar actividades que fomenten el desarrollo del pensamiento crítico para potenciar el razonamiento clínico.

Estos estudios sugieren que existe una correlación entre la carga cognitiva y las manifestaciones fisiológicas. Sin embargo, aún hay la interrogante de si los estudiantes de medicina que aprenden de tareas que requieren razonamiento clínico tienen un nivel de carga cognitiva detectable por los instrumentos de medición subjetiva y fisiológica. Si bien la literatura presenta evidencia de la relación entre la carga cognitiva y las mediciones fisiológicas, hay pocos estudios que presentan una relación entre estos constructos en tareas complejas que requieren procesar un gran número de elementos de información durante el razonamiento clínico.

El presente estudio exploratorio tuvo como objetivo determinar si las medidas cardiovasculares (fisiológicas) están relacionadas con mediciones psico-cognitivas para establecer si se pueden usar como marcadores de la carga cognitiva. Para esto, se pretendió examinar la relación con las mediciones de carga cognitiva subjetiva (i.e., la escala de Leppink) a fin de estimar si es factible que las medidas de autoinforme tendrán evidencia. En consecuencia, la hipótesis de este estudio fue que la carga cognitiva se encuentra asociada con las manifestaciones fisiológicas.

La Carga Cognitiva y el Razonamiento Clínico

La teoría de la carga cognitiva formulada por Sweller Jhon, Van Merriënboer y Paas (1998), es un modelo teórico que sugiere que el aprendizaje es óptimo cuando las condiciones de aprendizaje se encuentran alineadas a la arquitectura cognitiva humana. Indica que el cerebro realiza un proceso cognitivo exigente para incorporar nuevos conocimientos. Este proceso está conformado por la familiarización, la interiorización y el análisis. Esta teoría asume una memoria de trabajo de capacidad limitada porque solo puede mantener cuatro elementos nuevos temporalmente (i.e., alrededor de 20 minutos). También se asume que la memoria de largo plazo es ilimitada y contiene esquemas que varían el grado de automatización.

Desde la perspectiva de la carga cognitiva, el aprendizaje se puede promover cuando se reduce la carga de la memoria de trabajo y se fomenta la construcción de esquemas (Sweller J., 2019). Los esquemas son las combinaciones de diferentes elementos que funcionan como las estructuras cognitivas más básicas que forman el conocimiento de una persona, permitiéndole percibir, pensar y resolver problemas. Cuando el conocimiento se integra a la memoria de largo plazo, se genera tipos de procesos cognitivos complejos, formando nuevos esquemas, que posteriormente se integran a nuevos conocimientos (Mayr, 2014). Este proceso es cíclico y continuo, el sujeto logra automatizarlo. Sin embargo, existen personas que no logran establecer esquemas cognitivos, formando una sobre carga cognitiva que limita el razonamiento clínico (Sweller, Ayres, y Kalyuga, 2011).

El razonamiento clínico tiene como finalidad resolver un problema concreto como es el diagnóstico. En palabras de Losada Guerra y Socías Barrientos (2016), "...el razonamiento clínico es el proceso cognitivo mediante el cual la información de un caso clínico se integra al conocimiento y a la experiencia del médico para ser utilizada en el diagnóstico" (p. 246). El

medico clínico es la persona que realiza este proceso cognitivo teniendo como referencias premisas cimentadas en el método científico, debe plantear algunas hipótesis para ser contrastadas mediante otros procedimientos clínicos: registro de síntomas, obtención e interpretación de los signos, la interpretación de los síntomas; permitiéndole ir descartando y comprobando la hipótesis diagnóstica. Llizástiguir (2010) indica que “La hipótesis o conjetura en el método clínico, es el diagnóstico o los diagnósticos presuntivos. Es imprescindible que este diagnóstico o diagnósticos sean bien definidos, se basen en la información recogida y tengan un fundamento” (p.10). Tres factores son importantes en la formación del clínico para establecer una hipótesis diagnóstica válida: la calidad de los datos obtenidos, la educación de los órganos de los sentidos del clínico y los conocimientos en referencia a las enfermedades, estos elementos conforman la carga cognitiva del clínico (Cruz Aranda, 2018). Es por ello que para la comprensión de cuándo el razonamiento clínico es exitoso y cuándo sale mal, se puede hacer referencia a la teoría de la carga cognitiva.

Evaluación del Impacto de la Carga Cognitiva en el Razonamiento Clínico

Para evaluar el impacto de la carga cognitiva en el razonamiento clínico se debe hacer referencia a las dos categorías de carga cognitiva que se encuentra vinculadas con el aprendizaje, estas son: intrínseca y la ajena (Leppink, 2017). La carga cognitiva intrínseca se encuentra asociada a los elementos esenciales de la tarea, tiene su origen en la información que debe ser aprendida, generalmente es graduada a la capacidad cognitiva del estudiante mediante procedimientos instruccionales, que favorece la elaboración de esquemas mentales cada vez más complejos. La carga cognitiva ajena contiene los elementos de la información que no pertenecen al contenido esencial de lo que debe ser aprendido, consumen recursos substanciales de la memoria de trabajo, influye en la carga mental de los estudiantes cuando aprenden nuevos

conocimientos, puede generar consecuencias negativas en la capacidad del estudiante, por ende, estas categorías de carga cognitiva impactan positiva o negativamente en el aprendizaje (Zambrano R., 2018).

El razonamiento clínico es un proceso integrado por un sistema de habilidades intelectuales basado en el pensamiento reflexivo, creativo, crítico; mediante estructuras cognitivas complejas que le permite al clínico llegar al producto cognitivo final, el diagnóstico clínico, así lo declara Villarroel Salinas, Ribeiro Dos Santos, y Bernal Hinojosa (2014), “El razonamiento clínico es la médula espinal de la práctica médica, en él confluyen los tres saberes: conocer, hacer y el ser” (p. 29).

El rendimiento del razonamiento clínico podría estar asociada a una alta carga cognitiva, porque tiene relación con el contexto en que se da el aprendizaje o la situación en que se pone en manifiesto lo aprendido. Si la carga cognitiva es excesiva, al clínico no le queda recursos cognitivos para reflexionar por medio de la carga cognitiva intrínseca, la situación del paciente generando un razonamiento clínico no acorde con la necesidad del paciente (Losada Guerra, Socías y Delgado, 2016). El razonamiento clínico tiene una estrecha relación con el desempeño del médico. Cuando este falla o comete un error de importancia, los estudios evidencian que existe una fuerte correlación inversa entre la frecuencia cardíaca y una puntuación de rendimiento objetivo durante un examen de razonamiento clínico (Solhjo S. H., 2019).

Las Medidas de Autoinforme y las Manifestaciones Fisiológicas

La frecuencia cardíaca (HR) es uno de los parámetros básicos en el análisis y valoración de la actividad cardíaca, establece el número de latidos del corazón por una unidad de tiempo, en una persona adulta en estado de reposo puede ser de 50 a 100 latidos por minuto, este varía en la

realización de esfuerzo físico y/o cognitivo, lo que representa un mecanismo cuando el organismo trata de adaptarse a factores de estrés

La variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) es la variación en el tiempo que transcurre en milésima de segundo entre intervalos R y R (tiempo transcurrido entre dos ondas R), medidos por medio de un electrocardiograma, permite observar la interacción entre el sistema nervioso autónomo y la frecuencia cardiaca. La variación del tiempo en milésima de segundo entre latido y latido está producida por la interacción del sistema nervioso autónomo con el sistema cardiovascular (Veloza, Jiménez y Quiñones, 2019). Se ha demostrado que el estrés mental, evaluado a través de pruebas de concentración, inciden en la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Con la finalidad de determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca, se realizaron grabaciones de electrocardiograma (ECG), utilizando un sistema de monitoreo monitor Holter portátil de 12 canales, digital (CONTEC ECG) a partir de 24 horas antes de la prueba, durante y después la intervención. Se extrajeron varias medidas de dominio de tiempo y frecuencia del ECG de cada participante de acuerdo con las pautas establecidas. Las medidas del dominio del tiempo consistieron en la frecuencia cardíaca media (HR, latidos/min), y el Intervalo QT.

El intervalo QT (duración de la sístole eléctrica ventricular) se mide desde el inicio del complejo QRS (representación gráfica de la despolarización de los ventrículos del corazón) hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular), se recomienda medir el QT en las derivaciones DII y V5, una vez medido el QT se define como normal a valores de los 440 ms en varones y 460 ms en mujeres.

Método

Participantes

En forma libre y voluntaria se promueve la participación de los estudiantes de medicina considerando que el nivel de formación clínica que favorezca el razonamiento clínico. Bajo este criterio de selección se conformó la muestra con cincuenta y un estudiantes de las tres escuelas de la facultad, que corresponde a 26 estudiantes de la escuela de medicina, 14 de la escuela de enfermería y once estudiantes de la escuela de obstetricia de una universidad de la ciudad de Guayaquil. Los participantes fueron informados del procedimiento a realizar en la medición, dieron su consentimiento para las mediciones de las manifestaciones fisiológicas en situaciones de stress cognitivo.

Instrumentos para la medición

Se tomó el Formulario Posterior al Encuentro (PEF) del estudio de Solhjoo, Haigney y McBee (2019), conformado por los siguientes ítems: Historia del paciente: ¿Qué más quieres preguntarle a este paciente? (Enumere de una a cinco preguntas). Examen físico: ¿Qué más le gustaría buscar en el examen físico de este paciente? (Enumere de uno a cinco artículos). Diagnóstico diferencial: ¿Cuál es su diagnóstico diferencial? (por favor enumere en orden de probabilidad y enumere al menos 3 respuestas). Pruebas de apoyo: ¿Qué datos respaldan este diagnóstico? (Enumere de una a cinco pruebas). Plan de tratamiento/manejo: ¿Cuál es su plan de tratamiento/manejo para este paciente (diagnóstico y/o terapéutico). En el anexo 1 se encuentra el Formulario Posterior al Encuentro (PEF).

Un panel de expertos generó puntuaciones para cada entrada en el (PEF) en total consenso. Esto se logró después de dos rondas de revisión y ediciones de posibles respuestas del PEF. Las puntuaciones de cada respuesta oscilaron entre 0 (incorrecta), 1 (parcialmente correcta)

y 2 (correcta). Las puntuaciones de todas las respuestas se contabilizaron para generar una puntuación total para el rendimiento del razonamiento clínico, con una puntuación máxima de 30.

La puntuación máxima de 30 es obtenida mediante el razonamiento clínico de los participantes, que observaron tres vídeos. El primer video retrató la maniobra finlandesa para prevención de lesiones en un parto, el segundo video se mostró una cardiografía en un trauma de tórax, y el tercer video se presentó la técnica de episiorrafia en corrección de desgarro perineal como complicación en un parto vaginal. Se anticipó que el segundo video del caso, que representa una presentación potencialmente mortal, conduciría a la mayor cantidad de carga cognitiva y tono simpático debido a la agudeza de la presentación. No se incluyó medidas de empatía, ansiedad o estrés emocional, ya que estos casos eran típicos del trabajo que se esperaba que los estudiantes encontraran en la práctica.

Otro instrumento que se aplicó en esta investigación es el cuestionario de autoevaluación del desempeño en la investigación, que consta de quince ítems, permitiendo a los participantes reflexionar sobre su desempeño, es evaluado por medio de una escala cuantitativa de 0 al 10, donde 0 equivale más bajo desempeño y 10 máximo desempeño. El cuestionario fue aplicado en situación de reposo, sin generar stress cognitivo (Anexo 2).

Procedimiento

Después del consentimiento informado, un investigador capacitado ajustó a los participantes con un monitor Holter portátil de 12 canales, digital (CONTEC ECG) a partir de 24 horas antes, constituyéndose esta lectura de referencia como la línea base de medición. Posteriormente se les pidió a los participantes que se sentaran detrás de un escritorio de computadora y vieran tres videos de encuentros clínicos ambulatorios que previamente habían

sido sometidos a revisión de expertos. Por medio de estos videos que representan las interacciones médico-pacientes y luego completar PEF para cada vídeo. Se realizó el ECG se registró la medición utilizando el monitor Holter mientras miraban los videos e informaban su razonamiento clínico (prueba). Se registraron los signos vitales de: saturación o₂, frecuencia respiratoria (FR), Frecuencia cardiaca (FC), presión arterial (PA) y temperatura, línea base y post análisis clínico.

Resultados

El análisis de correlación fue realizado para evaluar la asociación entre las medidas cognitivas de la carga cognitiva y las medidas fisiológicas. Para este propósito, se midió la correlación bivariada para controlar la variabilidad de la frecuencia cardíaca. El análisis de correlación también se utilizó para explorar la relación entre las puntuaciones de rendimiento del razonamiento clínico y la carga cognitiva utilizando medidas fisiológicas y medidas autoinformadas de carga cognitiva.

Se extrajeron los parámetros de dominio de tiempo y frecuencia para el período de tiempo que cada participante pasó viendo y completando el PEF y los protocolos de pensamiento en voz alta para cada video. Las medidas fisiológicas promedio de los participantes durante cada tarea fueron utilizadas para calcular los coeficientes de correlación. El procesamiento de señales, la extracción de características y el análisis de datos se realizaron utilizando software interno desarrollado en SPSS.

Cognitiva y Medidas Cardiovasculares

Se evaluó la correlación entre las medidas de carga cognitiva (intrínseca, pertinente y ajena) y las medidas cardiovasculares. Durante la prueba, la carga cognitiva intrínseca se correlacionó positivamente con las características de variabilidad de la frecuencia cardíaca en los

dominios de tiempo y frecuencia, incluyendo la desviación estándar de los intervalos R-R (SDNN), el cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R adyacentes. (RMSSD), la frecuencia cardiaca baja (LF) y potencia de la frecuencia cardiaca muy baja (VLF), la variabilidad de la frecuencia cardíaca calculada como la desviación estándar del tiempo entre los latidos normales (SDNN, ms) y el cuadrado medio de la raíz de las diferencias sucesivas de intervalos de latidos cardíacos (RMSDD).

La potencia de las series temporales de variabilidad de la frecuencia cardíaca se midió en tres bandas de frecuencias: frecuencia muy baja (VLF; 0,0037–0,04 Hz), baja frecuencia (LF; 0,04–0,15 Hz) y alta frecuencia (HF; 0,15–0,4 Hz). El LF se asocia a estímulos vágales y comprensivos combinados y la insuficiencia cardiaca (IC) se asocia con la estimulación vagal y el efecto del sistema respiratorio sobre la frecuencia cardíaca; por lo tanto, estas dos medidas no son independientes.

Cabe destacar que la correlación entre la carga cognitiva intrínseca autoinformada y la SDNN medida durante las sesiones de pensamiento en voz alta aumentó en las tres tareas de vídeo. También se observó un aumento constante en la correlación entre la carga cognitiva intrínseca autoinformada y la potencia de la LF medida durante el pensamiento en voz alta, la duración de la sístole eléctrica ventricular izquierda (QTVI) se asoció fuertemente con medidas de carga cognitiva de un solo elemento durante el segundo video del caso.

A través de los tres videos del caso ($n = 30$), las cuentas del funcionamiento correlacionaron negativamente con las medidas del monoelemento de la carga cognoscitiva ($r = -0.47, p < 0.01$). Sin embargo, no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa entre las medidas de 10 ítems de los tres tipos diferentes de carga cognitiva y las puntuaciones de rendimiento.

Tabla 1

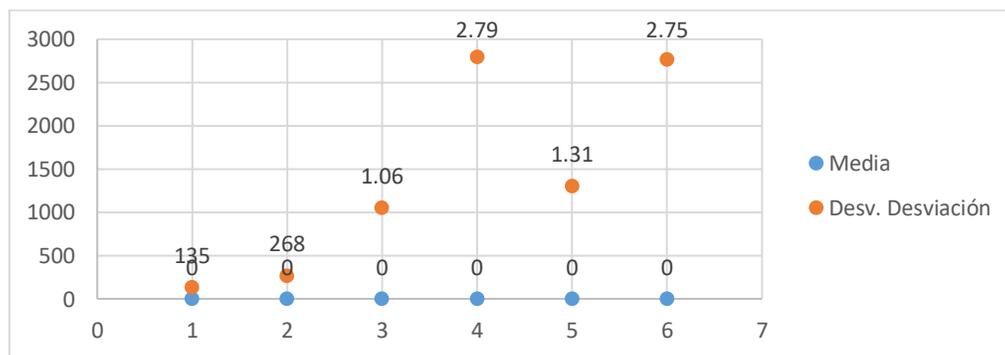
Variabilidad de las manifestaciones fisiológicas en tres tiempos antes, durante y después

	Media	Desviación Estándar	N
HR antes: frecuencia cardiaca en latidos por minuto	78.90	13.46	51
QTVI antes: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	377.37	26.75	51
HR durante: frecuencia cardiaca en latidos por minuto	72.29	10.52	51
QTVI durante: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	366.04	27.99	51
HR después: frecuencia cardiaca en latidos por minuto	82.94	13.07	51
QTVI después: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	423.88	27.67	51

Elaboración Propia. HR: Frecuencia cardiaca. QT: Duración de HR. QTVI: Duración de la sístole eléctrica ventricular izquierda

Figura 1

Variabilidad de las Manifestaciones Fisiológicas en Tres tiempos Antes, Durante y Después



Las grabaciones de electrocardiograma (ECG) se obtuvieron utilizando un sistema de monitoreo monitor Holter portátil de 12 canales, digital (CONTEC ECG) a partir de 24 horas antes de la prueba, durante y después, Se extrajeron varias medidas de dominio de tiempo y frecuencia del ECG de cada participante, mientras miraban los videos e informaban su razonamiento clínico (PEF). Se registraron signos vitales de saturación o₂, frecuencia respiratoria (FR), Frecuencia cardiaca (FC), intervalo QT (QTVI) línea base y post análisis clínico, presión arterial (PA) y temperatura. Pero las medidas del dominio del tiempo para el presente estudio consistieron en la frecuencia cardíaca (HR, latidos/minutos), y el Intervalo QT.

El intervalo de la sístole eléctrica ventricular (QT) se mide desde el inicio del complejo de la despolarización de los ventrículos del corazón (QRS) hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular), se recomienda medir el QT en las derivaciones entre las diferencia del potencial que existe entre la pierna izquierda y el brazo izquierdo (DII) y las derivaciones precordiales (V5), una vez medido el QT se define como normal a valores de los 440 ms en varones y 460 ms en mujeres.

Cuestionario de Autoevaluación del Desempeño

En el cuestionario de 10 ítems para evaluar el auto desempeño, Se aplicó el método de extracción: factorización de eje principal, se midieron los tipos de carga cognitiva intrínsecos, pertinentes y extraños; Las extracciones de las cargas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2*Análisis de los Ítems del Cuestionario de Carga Cognitiva*

Ítems Evaluados	Inicial	Extracción
EL: El contenido de esta actividad fue muy complejo.	.87	.77
EL: El problema tratado en esta actividad fue muy complejo.	.88	.73
EL: En esta actividad se presentaron términos muy complejos.	.86	.82
EL: Las explicaciones e instrucciones en esta actividad fueron muy poco claras.	.76	.75
EL: Las explicaciones e instrucciones en esta actividad estuvieron llenas de términos confusos.	.77	.75
EL: Las explicaciones e instrucciones en esta actividad fueron, en términos de aprendizaje, muy inefectivas.	.52	.44
IL: Esta actividad realmente mejoró mi comprensión del contenido tratado.	.96	.97
IL: Esta actividad realmente mejoró mi comprensión del problema que tratado.	.95	.96
IL: Esta actividad realmente mejoró mi conocimiento de los términos mencionados.	.92	.92
IL: Esta actividad realmente mejoró mi conocimiento y comprensión de cómo tratar el problema tratado.	.77	.60

La matriz de correlación contiene los tres tipos de carga cognitiva y la medición de las manifestaciones fisiológicas. La correlación múltiple por medio del método de extracción los resultados demuestran un diferencia entre el estado inicial y la extracción de 0.17 a -0.01, por

consiguiente, no se evidencia variaciones entre la carga cognitiva (i.e., en momento sin estrés) y las manifestaciones fisiológicas. Los resultados de la diferencia se presentan en la figura 2.

Figura 2

Diferencia entre estado inicial y extracción de Carga Cognitiva y Manifestaciones Fisiológicas

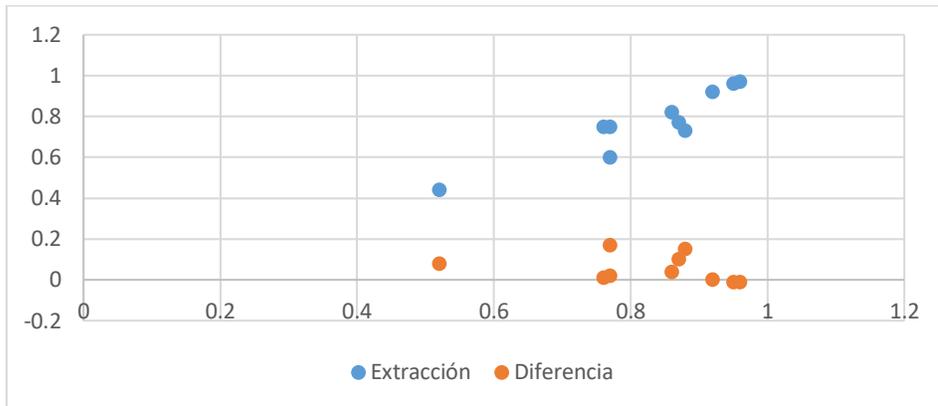


Tabla 3*Correlación entre Carga Cognitiva y Variabilidad Fisiológica*

VARIABLES	1	2	3	4	5	6
1. HR antes: frecuencia cardiaca en latidos por minuto						
2. QTVI antes: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	-.14					
3. HR durante: frecuencia cardiaca en latidos por minuto	-.05	-.58**				
4. QTVI durante: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	-.03	.81**	-.39**			
5. HR después: frecuencia cardiaca en latidos por minuto	-.03	-.52**	.83**	-.53**		
6. QTVI después: intervalo QT, medido en milisegundo (ms); valor normal es de 400 a 440 ms	-.03	.21	.40**	.36**	.43**	

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

La información referida al coeficiente de relación de Pearson. Cada celda contiene un solo valor referidos al cruce de cada una de las variables, concluyendo que la correlación significativa del 0.01 bilateral entre la Carga Cognitiva y Variabilidad Fisiológica, que en nuestro estudio hay una variación en la Frecuencia Cardiaca (FC), que puede estar relacionado con los estados de la persona antes, durante y después de la evaluación, sin embargo no hay significancia, indicando que las mediciones de las manifestaciones fisiológicas basadas en el intervalo QT y en la Frecuencia Cardiaca no son variables de carga cognitiva, sin embargo la

carga cognitiva si se encuentra relacionada con el desempeño tal como se lo menciona en los diferentes estudios.

Discusión

El presente estudio se realizó con el objetivo de examinar la relación entre las medidas cardiovasculares y las medidas de auto-informe de carga cognitiva durante el razonamiento clínico. Las puntuaciones de rendimiento se correlacionaron negativamente con la medida de carga cognitiva de un solo elemento. El estudio original de Soroosh Solhjoo et al (2019), encontró que la duración del intervalo QT también se correlacionó con el rendimiento, pero este efecto probablemente refleja el mismo fenómeno que la frecuencia cardíaca. Es decir, un aumento en el tono simpático. Las correlaciones entre el rendimiento y las medidas fisiológicas informadas en este estudio no estaban presentes con las medidas fisiológicas 24 horas antes y solo estaban presentes el día de la prueba.

Un aumento en la variabilidad de la frecuencia cardíaca generalmente se considera una indicación de un sistema cardiovascular y aumento nervioso autónomo, asociándose con una mayor carga cognitiva. La variabilidad de la frecuencia cardíaca puede aumentar debido a un aumento del tono simpático o parasimpático (o ambos). Un aumento en la carga cognitiva percibida parece dar como resultado un aumento en los componentes simpático y parasimpático del sistema nervioso autónomo.

En sujetos sanos, la frecuencia cardíaca y el intervalo QT están inversamente correlacionados; a medida que aumenta la frecuencia cardíaca, el intervalo QT se acorta. La activación del sistema nervioso simpático y la retirada del parasimpático aumentan significativamente la frecuencia cardíaca y acortan el intervalo QT a través de efectos directos e indirectos sobre el miocardio. Este estudio une múltiples campos: psicología cognitiva, fisiología

y medicina. Es un primer intento de medir el rendimiento del razonamiento clínico utilizando una aproximación de la carga cognitiva con parámetros fisiológicos que no están sujetos a error en los autoinformes.

Conclusiones

El objetivo de este estudio fue realizar una correlación de las mediciones cognitivas y fisiológicas que podrían estar asociados a la carga cognitiva. Los datos sugieren que no hay una relación significativa entre carga cognitiva y frecuencia cardiaca y QTVI, se demuestra que tiene significancia en el desempeño, la frecuencia cardiaca está relacionada con el desempeño, más no con la carga cognitiva. Se ha demostrado que el estrés mental aumenta la presión arterial, y cabría esperar que un aumento de la presión arterial en individuos jóvenes sanos aumente el tono parasimpático a través del mecanismo reflejo barorreceptor.

El desempeño está relacionado con la total carga cognitiva ajena y la intrínseca de forma positiva, aunque mayor relación está en la carga cognitiva ajena con el desempeño que la intrínseca, sin embargo, la frecuencia cardiaca solo se relacionó positivamente con el desempeño, no teniendo relación en nuestro estudio con las cargas cognitivas.

Los hallazgos principales de este estudio son:

- No se encontró correlaciones fuertes entre las medidas cardiovasculares y las medidas uno mismo-divulgadas de la carga cognoscitiva durante razonamiento clínico.
- Las puntuaciones de rendimiento correlacionadas negativamente con medidas de un solo ítem de la carga cognitiva;
- Se encuentran correlaciones negativas fuertes entre las medidas objetivas del funcionamiento y del ritmo cardíaco malo para una tarea.

- La duración del intervalo QT también se correlacionó con el rendimiento, pero este efecto probablemente refleja el mismo fenómeno que la frecuencia cardíaca, es decir, un aumento en el tono simpático.

Las correlaciones entre el desempeño y las medidas fisiológicas relacionadas en este estudio no estuvieron presentes con las mediciones fisiológicas 24 horas antes, sólo estuvieron presentes en el día de la prueba. Se establece la posibilidad de futuros estudios que relacionen Pensamiento crítico/ Razonamiento clínico/Variabilidad de las manifestaciones fisiológicas, con la finalidad de investigar si a mayor nivel de habilidades de pensamiento crítico, se disminuye la variabilidad de las manifestaciones fisiológicas en el momento de realizar razonamiento clínico.

El estudio original menciona la participación de ocho profesionales (en medicina, investigación y docencia universitaria), lo que favorece el proceso de validación de los instrumentos de investigación. Esta es una de las dificultades del presente estudio, en la conformar del panel de experto, participaron dos profesionales, desfavoreciendo el proceso de validación, porque se pudo haber omitido algunos criterios considerando que no se cumplen con el mismo perfil, ni el mismo número que los profesionales del estudio original.

Las investigaciones bibliográficas realizadas han seleccionado el tamaño de la muestra hasta de 39 participantes, en el presente estudio el tamaño de la muestra es de 51 participantes, que generó 1530 datos para analizar (antes, durante y después) en relación a la medición de cinco manifestaciones fisiológicas, ampliándose aún más la base de datos y complicando su análisis. Esta experiencia deja como aprendizaje que, investigaciones de este tipo se deben realizarse con un tamaño de muestra limitado.

Referencias

- Cruz Aranda, J. (2018). ¿Cómo se construye el razonamiento clínico? *Med Int Méx*, Editorial.
- Dr. Almirall , P., Dr. Santander, J., & Téc Vergara, A. (1995). La variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador del nivel de activación ante el esfuerzo mental. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*.
- Dr. Losada Guerra, J. L., & Dra. Socías Barrientos, Z. (2016). El razonamiento clínico con enfoque didáctico. *MEDISAN*, 244.
- León-Ariza, H. H., Botero Rosas, D. A., & Sánchez Jiménez, A. (2017). Cognición, respuesta electroencefalográfica y su relación con la variabilidad de la frecuencia cardíaca. *Revista Facultad de Medicina*, 67 -72.
- Leppink, J. (10 de 07 de 2017). Managing the load on a learner's mind: A cognitive load theory perspective. *Medical Science Educator*. doi:<https://doi.org/10.1007/s40670-017-0439-8>
- Lifshitz-Guinzberg, A. (2012). La enseñanza de la clínica en la era moderna. *ELSEVIER*, 1(4), 210 -217. doi:id=349736306008
- Llizástiguir, D. (2010). El método clínico. *MediSur*, 8(5), 3 -23. Obtenido de <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/1311/346>
- Mayr, U. K. (Julio de 2014). Long-term memory and the control of attentional control. . *Cogn Psychol*(72), 1 -26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2014.02.001>
- Sarkar Pritam, & Ross, K. (8 de 2019). Classification of Cognitive Load and Expertise for Adaptive Simulation using Deep Multitask Learning. *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction* (págs. 13- 23). Canada: Queen's University. Obtenido de ieeexplore.ieee.org: <https://arxiv.org/abs/1908.00385>

- Solhjo, S. H. (2019). Heart Rate and Heart Rate Variability Correlate with Clinical Reasoning Performance and Self-Reported Measures of Cognitive Load. *Scientific Reports*, *scientific reports*, 1-9.
- Sweller, J. (2019). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 3. doi:<https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701>
- Sweller, Ayres, & Kalyuga. (2011). *Cognitive load theory*. Springer .
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology. Revisión de Psicología Educativa*, 123 -138.
- Sweller, J., van Merrrienboer, J., & GWC Paas, F. (1998). Arquitectura cognitiva y diseño instruccional. *Revisión de Psicología Educativa*, 251 -296. Obtenido de <https://psicologiyamente.com/psicologia/teoria-carga-cognitiva-john-sweller>
- Valadez Díaz, D., & Dra Morán Peña , L. (2014). *Habilidades de pensamiento crítico y razonamiento clínico en alumnos novatos y avanzados de la licenciatura en enfermería y obstetricia*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Veloza, L., Jiménez, C., & Quiñones, D. (2019). Cardiología del adulto. *Revsita Colombiana de Cardiología*, 205 -210.
- Villarroel Salinas, J., Ribeiro Dos Santos, Q., & Bernal Hinojosa, N. (junio de 2014). Clinical Reosaning: Its Current Deficit and the importance of learning a Method for the formation of the Clinical Competence of Medical Future. *Revista Científica Ciencia Médica*, 17(1), 20-36. doi:ISSN 1817-7433
- Zambrano R., J. (2018). Enseñar considerando la carga mental del aprendizaje: La teoría de la carga cognitiva. *Conference Paper*, 1609 -1619.

Anexo 1

FORMULARIO POSTERIOR AL ENCUENTRO PEF

Nombre del Participante: _____

Facultad de Medicina: Escuela

Medicina Obstetricia Enfermería

Fecha de Aplicación: _____

Vídeo en estudio:

Marque el vídeo en estudio.

- **V1** Retrató la maniobra finlandesa para prevención de lesiones en un parto
- **V2** Cardiografía en un trauma de tórax
- **V3** Episiorrafia en corrección de desgarro perineal como complicación en un parto vaginal.

1. Historia del paciente: ¿Qué más quieres preguntarle a este paciente? (Enumere de una a cinco preguntas).

2. Examen físico: ¿Qué más le gustaría buscar en el examen físico de este paciente? (Enumere de uno a cinco artículos).

3. Diagnóstico diferencial: ¿Cuál es su diagnóstico diferencial? (por favor enumere en orden de probabilidad y enumere al menos 3 respuestas).

DD1

DD2

DD3

4. Pruebas de apoyo: ¿Qué datos respaldan este diagnóstico? (Enumere de una a cinco pruebas).

Diagnóstico Diferencial DD	Pruebas
DD1	

DD2	
DD3	

5. Plan de tratamiento/manejo: ¿Cuál es su plan de tratamiento/manejo para este paciente (diagnóstico y/o terapéutico).

La frecuencia cardíaca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca se correlacionan con el rendimiento del razonamiento clínico y las medidas autoinformadas de la carga cognitiva. Estudio de Replicación de Soroosh Solhjoo et al. (2019). Investigación realizada por Juan Carlos Burbano M. y Jimmy Zambrano R. Universidad del Pacífico del Ecuador. Nov 2021.

9	Esta actividad realmente mejoró mi comprensión del contenido tratado.																		
10	Esta actividad realmente mejoró mi comprensión del problema que tratado.																		
11	Esta actividad realmente mejoró mi conocimiento de los términos mencionados.																		
12	Esta actividad realmente mejoró mi conocimiento y comprensión de cómo tratar el problema tratado.																		
13	Invertí un esfuerzo mental muy alto durante esta actividad para mejorar mi conocimiento y comprensión.																		

La frecuencia cardíaca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca se correlacionan con el rendimiento del razonamiento clínico y las medidas autoinformadas de la carga cognitiva. Estudio de Replicación de Soroosh Solhjo et al. (2019). Investigación realizada por Juan Carlos Burbano M. y Jimmy Zambrano R. Universidad del Pacífico del Ecuador. Nov 2021.

Significado de Siglas

HRV	La variabilidad de la frecuencia cardiaca
DII	Registro de la diferencia del potencial que existe entre la pierna izquierda (polo positivo) y el brazo izquierdo (polo negativo)
ECG	representación visual de la actividad eléctrica del corazón en función del tiempo, que se obtiene desde la superficie corporal del pecho, con un electrocardiógrafo en forma de cinta continua
FC	Frecuencia cardiaca
FR	Frecuencia respiratoria
HF	Frecuencia cardiaca alta
HR	Frecuencia cardiaca
IC	Insuficiencia cardiaca
LF	Frecuencia cardiaca baja
PA	Presión arterial
PEF	Formulario posterior al encuentro
QRS	Representación gráfica de la despolarización de los ventrículos del corazón formando una estructura picuda en el electrocardiograma
QT	Duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular), se recomienda medir el QT en las derivaciones DII y V5

- RMSSD** Es el cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R adyacentes.
Provee un indicador del control cardiaco vagal (tono parasimpático).
- SDNN** La desviación estándar de los intervalos R-R (NN) normales durante un periodo de 24 horas.
- V5** V5 y V6: son derivaciones precordiales que exploran la zona lateral, estas derivaciones están situadas sobre el miocardio del ventrículo izquierdo, cuyo grosor es menor al de v4. Por ello la onda r es menor que en v4, aunque sigue siendo alta. La onda r está precedida de una onda q pequeña (despolarización del septo).
- VLF** Frecuencia cardiaca muy baja