

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

Relación entre el Consumo de Glucosa y el Desempeño Cognitivo en la Prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada, en Estudiantes de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga

Autor: Alexel Becerril Moller

**Tesis presentada para obtener el título de:
Licenciado en Medicina General**

**Nombre del asesor:
Abel Suárez Castro**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**Escuela de
Medicina**

TESIS:

**Relación entre el Consumo de Glucosa y el
Desempeño Cognitivo en la Prueba de
Matrices Progresivas de Raven: Escala
Avanzada, en Estudiantes de Medicina de la
Universidad Vasco de Quiroga**

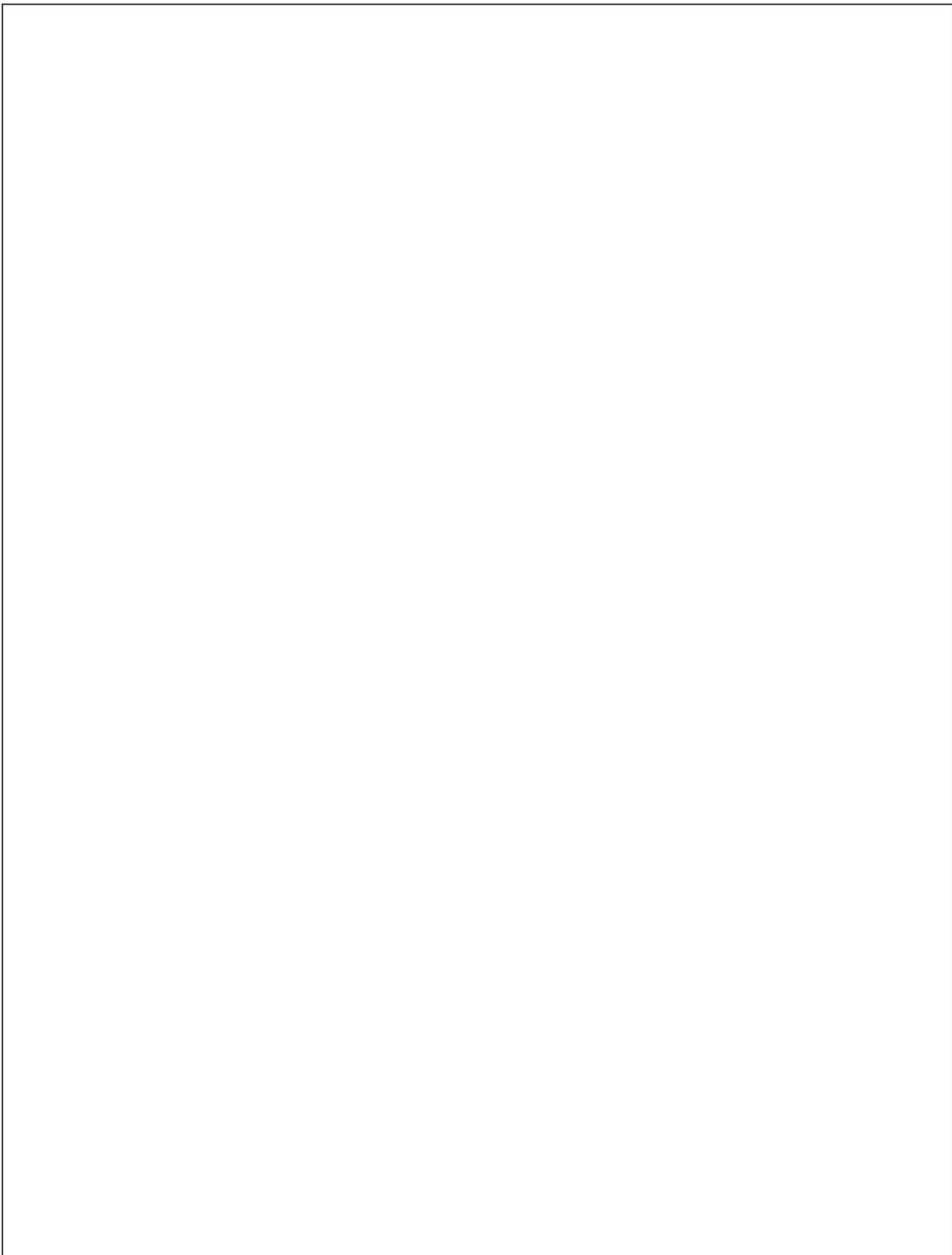
Que, para obtener el Título de Licenciado en Medicina
General

Presenta:

Alexel Becerril Moller

Director de Tesis: M.C.Q Abel Suárez Castro

Morelia, Michoacán Marzo de 2020



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por acompañarme hasta este momento y permitirme lograr lo que he anhelado desde hace años. Agradezco a mis padres por ser los pilares más grandes que he tenido durante la carrera y en la vida, así como modelos del médico que quiero ser.

Agradezco al M.C.Q Abel Suárez Castro por su apoyo, permanencia y entusiasmo hacia el proyecto ya que, por él, comencé a tener gusto por la investigación y no hubiera sido posible su comienzo ni conclusión.

Agradezco de manera especial la participación de la psicóloga Magdalena León García por realizar la interpretación de los resultados psicométricos.

Agradezco de manera especial a mis compañeros y amigos: María Fernanda Naranjo Belmonte, David Álvarez Paniagua, Zabdi Tapia de Santillana, Abraham García Castro y más compañeros que pudieron apoyarnos con este gran proyecto.

En memoria de todos aquellos que nos han querido, inspirado y enseñado a ser mejores en todo momento, que ya no están con nosotros físicamente, pero siempre estarán en nuestros pensamientos.

PRÓLOGO

Es un tema de plática convencional que después de realizar proyectos o tareas durante un par de horas, se produce fatiga, al igual que dificultad de concentración, especialmente cuando no se obtiene un aporte energético durante el transcurso de estas, lo que pudiera concluir en un mal desempeño de dichas actividades. Sin embargo, es difícil encontrar estudios que puedan dilucidar la relación que tienen variables de carácter similar a estas.

En la presente tesis, se buscó la relación entre la cantidad promedio de glucosa consumida y el puntaje obtenido en la prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada.

LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y ESQUEMAS

- Tabla 1: Transportadores de glucosa y transportadores de glucosa dependientes de sodio.....Página 4.
- Tabla 2: Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.....Página 11.
- Tabla 3: Resultados antropométricos de inicio del estudio.Página 15.
- Tabla 4: Comparación de los distintos niveles glucémicos según el género de los participantes y de acuerdo con los distintos momentos del Evento 1... ..Página 18.
- Tabla 5: Valores mínimos y máximos de glucemia de la población y su división por género..... Página 20.
- Tabla 6: Valores obtenidos tras realizar la prueba T de Student en **E1G₀** y **E1G_{2h}**.
.....Página 22.
- Tabla 7: Promedio de los distintos niveles glucémicos según el género de los participantes y de acuerdo con los distintos momentos del Evento 2... Página 23.
- Tabla 8: Valores mínimos y máximos de $N=51$ y su división por géneros, en los distintos momentos del Evento 2.Página 24.
- Tabla 9: Calificación y en PMPREA.Página 26.
- Tabla 10: Prueba T de Student para 2 colas, correlacionando **E2G₀** y **E2G_{90min}**.
.....Página 27.
- Tabla 11: Prueba T de Student para 2 colas, correlacionando **E1G_{2h}** y **E2G_{90min}**.
.....Páginas 27
y 28.
- Tabla 12: Prueba T de Student para 2 colas correlacionando la cantidad de glucosa consumida en E1 y la cantidad de glucosa consumida en E2. Página 29.
- Tabla 13: Frecuencia de actividad física por semana de los participantes y su desempeño en la prueba de Raven Página 33.

LISTA DE FIGURAS Y ESQUEMAS

Figura 1. Obtención de muestra poblacional a partir de 106 participantes. Página 12.

Figura 2. Importancia del buen uso de la Prueba T de Student en el manejo de datos para su adecuada interpretación. Página 28.

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP: Trifosfato de adenosina.	Página 2.
GIP: Péptido inhibidor gástrico.	Página 2.
GLP-1: Péptido similar al glucagón de tipo 1.	Página 2.
NADH: Nicotinamida adenina dinucleótido.	Página 2.
FADH₂: Flavin adenina dinucleótido reducido.	Página 2.
GLUT: Transportador de glucosa.....	Página 3.
SGLT: Transportador de glucosa dependiente de sodio.	Página 3.
PMPREA: Prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada.	Página 6.
E1G₀: Evento 1 glucosa en ayuno.....	Página 13.
E1G_{1h}: Evento 1 glucosa postprandial de 1 hora.	Página 13.
E1G_{2h}: Evento 1 glucosa postprandial de 2 horas.	Página 13.
E2G₀: Evento 2 glucosa en ayuno.	Página 13.
E2G_{30min}: Evento 2 glucosa postprandial de 30 minutos.	Página 13.
E2G_{90min}: Evento 2 glucosa postprandial de 90 minutos.	Página 14.
CCI: Control de calidad interno.	Página 14.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfica 1.** Comparación entre peso de participantes de género masculino con participantes de género femenino.Página 16.
- Gráfica 2.** Comportamiento de los niveles glucémicos de la población durante el evento 1.....Página 18.
- Gráfica 3.** Valores glucémicos de las participantes de género femenino durante el Evento 1 en Ayuno, 1 hora postprandial y 2 horas postprandiales.Página 21.
- Gráfica 4.** Valores glucémicos de los participantes de género masculino durante el Evento 1 en Ayuno, 1 hora postprandial y 2 horas postprandiales.Página 21.
- Gráfica 5.** Comportamiento de los niveles glucémicos de la población durante el evento 2.....Página 23.
- Gráfica 6.** Valores glucémicos de las participantes de género femenino durante el Evento 2 en Ayuno, 30 minutos y 2 horas postprandiales.Página 25.
- Gráfica 7.** Valores glucémicos de los participantes de género masculino durante el Evento 2 en Ayuno, 30 minutos y 2 horas postprandiales.Página 26.
- Gráfica 8.** Regresión lineal E1 vs PMPREA.Página 30.
- Gráfica 9.** Clasificación del número de veces de ejercicio por semana de acuerdo con su desempeño en la prueba de Raven.Página 31.
- Gráfica 10:** Clasificación del número de veces de ejercicio por semana de acuerdo con su desempeño en la prueba de Raven Página 33.

RESUMEN

Introducción: Los estudiantes de la Escuela de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga se someten constantemente a periodos de ayuno prolongado debido a la alta cantidad de horas de clase, sin espacios intermedios para poder consumir algún alimento. Dicha exposición constante a un ayuno prolongado los puede llevar frecuentemente al letargo, el cual podría afectar su desempeño académico.

Objetivo: Encontrar la relación entre el consumo de glucosa y el desempeño cognitivo durante la realización de la prueba de matrices progresivas de Raven.

Material y Métodos: Durante todo el estudio solo participaron 51 estudiantes de medicina de distintos grados académicos (hombres en un 35% y mujeres en un 65%) quienes fueron sometidos a dos eventos distintos, en los que se evaluó la relación entre el consumo de glucosa sérica y el desempeño cognitivo con y sin prueba psicométrica. La actividad cognitiva fue evaluada con la Prueba de Matrices Progresivas de Raven en la Escala Avanzada (PMPREA). Los resultados obtenidos se describieron de forma estadística y para encontrar la relación y la diferencia entre el consumo de glucosa sérica y el desempeño cognitivo entre ambos eventos, se realizó el cálculo de T de student. Al final, se obtuvo un modelo de regresión lineal para saber si había o no una correlación entre el consumo de glucosa y el desempeño cognitivo.

Resultados: al final del análisis estadístico de los resultados, se encontró un valor de T de student= 1.67 con una significancia estadística de $p=0.0000000002$ y a partir de la regresión lineal se obtuvo un valor de $R^2= 0.0075$, lo que nos sugiere que no existe relación entre el consumo de glucosa y el desempeño cognitivo durante la aplicación del PMPREA.

Conclusión: Al realizar el análisis de datos se encontró que, no existe relación entre la cantidad de glucosa consumida al realizar la prueba de Matrices Progresivas de Raven en la Escala Avanzada (PMPREA).

Palabras clave: consumo de glucosa sérica, desempeño cognitivo, PMPREA.

ABSTRACT

Introduction: Students of the School of Medicine of the Basque University of Quiroga constantly undergo periods of prolonged fasting due to the high amount of class hours, without intermediate spaces to be able to consume any food. Such constant exposure to prolonged fasting can often lead to lethargy, which could affect your academic performance. Objective: Find the relationship between glucose consumption and cognitive performance during the Raven progressive matrix test.

Material and Methods: During the entire study, only 51 medical students of different academic degrees participated (men in 35% and women in 65%) who underwent two different events, in which the relationship between serum glucose consumption and cognitive performance was evaluated with and without cognitive activity. Cognitive activity was assessed with the Raven Progressive Matrices on the Advanced Scale Test. The results obtained were described statistically and to find the relationship and the difference between the consumption of serum glucose and cognitive performance between both events, the student's T calculation was performed. In the end, a linear regression model was obtained to know whether there was a correlation between glucose consumption and cognitive performance.

Results: At the end of the statistical analysis of the results, a student's T value = 1.67 was found with a statistical significance of $p = 0.000000002$ and from the linear regression a value of $R^2 = 0.0075$ was obtained, which suggests that no There is a relationship between glucose consumption and cognitive performance during the application of RPMTAS.

Conclusion: When performing the data analysis, it was found that there is no relationship between the amount of glucose consumed when performing the Raven Progressive Matrices Test on the Advanced Scale (RPMTAS).

Keywords: serum glucose consumption, cognitive performance, RPMTAS.

ÍNDICE

.....	1
AGRADECIMIENTOS	II
PRÓLOGO.....	III
LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y ESQUEMAS	IV
LISTA DE FIGURAS Y ESQUEMAS.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS	VI
LISTA DE GRÁFICOS	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
1. Homeostasis de glucosa.	2
2. Regulación hormonal de la homeostasis de glucosa	2
3. Transporte de glucosa en la bicapa lipídica	3
3.1 Consumo de glucosa por las células nerviosas en el estado hipoglicémico.....	3
4. Efecto e importancia del desayuno en el desempeño cognitivo	5
5. Curva de tolerancia oral a la glucosa	6
6. Prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada	6
ANTECEDENTES	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
JUSTIFICACIÓN.....	9
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
OBJETIVOS	10
General.....	10
Específicos	10

HIPÓTESIS	10
Hipótesis nula.....	10
Hipótesis alterna.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS.....	34
ANEXOS	35
Referencias	49

INTRODUCCIÓN

La carrera de medicina es conocida en muchos aspectos por ser de alta demanda en tiempo y dedicación, esto puede incluir trastornos de sueño y hábitos dietéticos, como son el ayuno frecuente y prolongado. Un ayuno prolongado induce la activación de distintas rutas metabólicas en el organismo para elevar las concentraciones de glucosa sérica, sin embargo, estas alternativas no pueden competir ante un aporte de glucosa exógeno, por lo que, al realizar actividades físicas o intelectuales, estas pudieran no tener un resultado tan eficiente en comparación a los hábitos dietéticos.

Esta tesis se enfoca en la relación que tiene el consumo de glucosa con el desempeño cognitivo al realizar actividades de esfuerzo intelectual. Esto nos permitió conocer la cantidad de glucosa de forma individual de cada participante que consumió al realizar actividades de esfuerzo cognitivo durante 1 hora, y generar un antecedente que pueda servir como punto de partida para futuras investigaciones que tengan que ver con el cambio de los hábitos dietéticos en función a un plan nutricional definido con tiempos y con la cantidad de aporte calórico.

Inicialmente se exponen los distintos mecanismos de regulación de la glucosa en el organismo, así como los procesos incluidos en el metabolismo de la glucosa en diversos tejidos del organismo y la exclusividad del sistema nervioso central.

Posteriormente se expone en material y métodos donde se describe el proceso de selección de la población de estudio y los estudios primarios como la historia clínica y las medidas antropométricas para obtener una muestra de participantes con características similares.

En la sección de resultados se exponen gráficas y tablas que comparan la cantidad de glucosa consumida en los distintos momentos de los eventos 1 (sin actividad cognitiva) y 2 (con actividad cognitiva), así como correlación de estos con la prueba de Matrices progresiva de Raven: Escala Avanzada.

MARCO TEÓRICO

1. Homeostasis de glucosa.

La glucosa es el principal sustrato energético de la célula (Díaz & Burgos, 2002). Existen diversas rutas metabólicas para llevar al cabo un control de los niveles de glucosa en sangre y en los tejidos, tales como la glucólisis, gluconeogénesis, glucogenólisis y glucogénesis. Sin embargo, para obtener la energía libre en forma de ATP a partir de la glucosa, se requiere de distintos procesos metabólicos altamente especializados donde se forman los intermediarios energéticos como el NADH y el FADH₂, entre ellos podemos mencionar al ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa que es en ésta última donde sucede la máxima formación de energía en la membrana interna mitocondrial.

2. Regulación hormonal de la homeostasis de glucosa

La insulina es una hormona producida por las células beta del páncreas, la cual favorece el transporte de glucosa y aminoácidos al interior de la célula de distintos tejidos en los cuales estimula la síntesis de proteínas y enzimas que intervienen en la gluconeogénesis y la glucólisis (Masharani & Gitelman, 2012).

Las incretinas son hormonas de origen intestinal que actúan potenciando la secreción de insulina mediada por glucosa tras la ingesta de nutrientes. Las 2 incretinas más importantes en el ser humano son: GLP-1, péptido similar al glucagón por sus siglas en inglés y GIP también llamado polipéptido inhibidor gástrico. Ambas se producen en células neuroendocrinas de la mucosa intestinal.

El GLP-1 produce un mejoramiento en la sensibilidad a la glucosa de las células alfa y beta, estimula la secreción de insulina solo en caso de hiperglucemia, disminuye la glucosa plasmática posprandial y, en ayuno, inhibe la secreción de glucagón, salvo en caso de hipoglucemia enlentece el vaciado gástrico; inhibe la secreción de ácido gástrico y actúa sobre el hipotálamo al producir sensación de saciedad y reducir la ingesta alimentaria.

El GIP ejerce efectos estimuladores sobre la secreción de insulina dependiente de glucosa y potencia la proliferación y la supervivencia de células alfa, pero no influye sobre la secreción de glucagón ni en el vaciado gástrico.

3. Transporte de glucosa en la bicapa lipídica

Uno de los múltiples medios por los cuales la célula mantiene su estado homeostático es la bicapa lipídica, la cual otorga un medio hidrofóbico y un medio hidrofílico, separando los sitios interno y externo de la célula pues si ambos medios estuvieran en contacto, la célula caería en apoptosis. Sin embargo, esta impermeabilidad impide totalmente que moléculas polares como el caso de la glucosa entren o salgan de esta unidad estructural de los seres vivos. Por ello, las moléculas polares requieren cruzar la membrana celular a través de proteínas transportadoras de glucosa como son la super-familia de los GLUT (glucose transporters) y la familia de los SGLT (sodium glucose transporters). En la **Tabla 1** se mencionan los distintos transportadores de glucosa y transportadores de glucosa dependientes de sodio, así como su ubicación y función dentro del organismo. Estos transportadores son proteínas que forman canales o poros para que moléculas como la glucosa salgan o entren sin alterar por estrés a la célula. A su vez, la super-familia de GLUT se clasifica según su ubicación en los tejidos del organismo.

3.1 Consumo de glucosa por las células nerviosas en el estado hipoglucémico

El único órgano del cuerpo humano que no requiere metabolizar la glucosa a través de la oxidación es el cerebro. En condiciones normales, el cerebro demanda energía de forma constante. El sistema nervioso central depende por completo de la glucosa, los valores normales preprandiales de glucosa plasmática acorde (Hagan, 2015), corresponden a 80–130 mg/dL. Y estar por debajo de 80mg/dl corresponde a un estado hipoglucémico.

Tabla 1. Principales tipos de transportadores de glucosa, su función y su ubicación principal

Transportador	Función	Ubicación
<i>SGLT1 y SGLT2</i>	Absorción de glucosa	Intestino delgado, riñón
<i>GLUT1</i>	Absorción constitutiva de glucosa, homeostasis de glucosa	Eritrocitos, todos los tejidos, sistema vascular
<i>GLUT2</i>	Sensor de liberación de glucosa	Células beta, hígado, riñón, intestino
<i>GLUT3</i>	Captación basal de glucosa	Encéfalo, placenta, testículo, hígado y riñón
<i>GLUT 4</i>	Absorción de glucosa por insulina	Músculos, corazón, tejido adiposo
<i>GLUT 5</i>	Absorción de fructosa	Yeyuno, testículo, riñón, barrera hematoencefálica, músculo esquelético
<i>GLUT 6</i>	No clara	Cerebro, bazo y leucocitos.
<i>GLUT 7</i>	Transportador de glucosa en el retículo endoplasmático	Hígado
<i>GLUT 8</i>	Bajo transporte mediado por insulina o cuando no existe GLUT 4	Principalmente en testículo, minoritariamente en todos los tejidos, excepto intestino, estómago y tiroides
<i>GLUT 9</i>	Absorción de glucosa	Riñón e hígado
<i>GLUT 10</i>	Absorción de glucosa	Hígado y páncreas
<i>GLUT 11</i>	Absorción de glucosa	Corazón y músculo
<i>GLUT 12</i>	Absorción de glucosa, posibilidad de sensibilidad ante la insulina	Corazón, músculo esquelético, tejido adiposo, intestino delgado, próstata y cerebro

(Castrejón. 2007).

La hipoglucemia se define como la reducción en el nivel de la glucosa sanguínea capaz de inducir síntomas debido a la estimulación del sistema nervioso autónomo o a la disfunción del sistema nervioso central. Si persiste un estado hipoglucémico, este puede ser corroborado a través de la triada de Whipple la cual consiste en: disminución anormal de los niveles de glucosa sanguínea, síntomas compatibles con hipoglucemia, reversión de los síntomas cuando la glucosa retorna a su valor normal. En pacientes con diabetes el valor que se toma como referencia para aproximar los síntomas hipoglucémicos es < 70 mg/dl y en individuos sanos los síntomas de hipoglucemia se desarrollan con concentración de glucosa plasmática promedio < 55 mg/dl.

4. Efecto e importancia del desayuno en el desempeño cognitivo

Entendemos como desempeño cognitivo al conjunto de habilidades y destrezas que identifican a un individuo para preservar las condiciones de desarrollo, adaptación y evolución en un medio ambiente específico (Fisher, Chacón, & Chaffe, 2019).

El desempeño cognitivo ha sido objeto de estudio desde el ámbito psicológico por muchos años, sin embargo, a partir de los cambios socioculturales generalizados de forma global, como lo es el uso de la tecnología, el cambio de los hábitos y el estilo de vida de las personas, ha afectado en gran medida en cómo nuestra cognición ha experimentado cambios biológicos que aún no se logran comprender del todo (Lo, Ong, & Leong, 2016).

El desayuno es recomendado como parte de un hábito dietético saludable. Además de lo anterior, el desayuno se ha relacionado con el desempeño cognitivo y cómo afecta en las funciones cerebrales de coordinación de ideas y el uso de la capacidad lógica del pensamiento para resolver problemas tanto cotidianos como académicos, por ejemplo. Se cuenta con una cantidad mínima de evidencia científica que habla sobre el efecto que tiene el no desayunar sobre el desempeño cognitivo. Se habla de que es importante resaltar que ese efecto sí es positivo, pero que se debe investigar más sobre el efecto real que representa la privación o la adición de hidratos de carbono por ejemplo (Hoyland, Dye, & Lawton, 2009).

5. Curva de tolerancia oral a la glucosa

La curva de tolerancia oral a la glucosa es un estudio de laboratorio cuya funcionalidad es validar criterios e indicadores de riesgo para presentar intolerancia a carbohidratos y posteriormente el desarrollo de Diabetes Mellitus tipo 2 (González, Ávila, Breña, 1988). Además de su utilidad como buen tamizaje en la detección de DM2, esta prueba permite relacionar las concentraciones de glucosa en ayuno y a las 2 horas posterior a la administración de 75g de glucosa anhidra (Bartoli, Fra, & Carnevale, 2011).

Para el caso de esta investigación, se debe tomar en cuenta el apego a los protocolos de realización los cuales se describen ampliamente en diversos documentos y fuentes, siendo de fácil acceso los recomendados por la Asociación Americana de la Diabetes, donde, el participante debe estar en ayuno de 8 horas como lo indica la Organización Mundial de la Salud para este tipo de pruebas, para tomar una muestra en ayuno, seguido de la administración de 75g en 250 mL de solución de dextrosa vía oral y la segunda después de dos horas de completado el tiempo de la ingesta de la solución (American Diabetes Association, 2019).

6. Prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada

Esta prueba representa una forma de medir la habilidad mental de forma general (Raven, J.C., Court, J.H. & Raven, J., 1990). Esta prueba ha sido ampliamente utilizada para evaluar la habilidad de resolver problemas, mejor conocida como habilidad deductiva, inteligencia fluida e inteligencia analítica (Hamel & Schmittmann, 2006).

La prueba se compone de 12 matrices presentadas en blanco y negro. En total son 60 reactivos que han sido ampliamente validados, analizados y utilizados como indicadores de inteligencia en todo el mundo. Además, se han ido incluyendo más reactivos que hasta la fecha, han sido agregados otros 36 adicionales que presuponen un grado mayor de complejidad, aunque, si bien es cierto que han servido como modelo de generación de las escalas de coeficiente intelectual, la

prueba de matrices progresivas de Raven, como todos los instrumentos de medición cognitiva, presenta algunas debilidades, por ejemplo el tiempo que se emplea para contestar el contenido completo de una prueba, no obstante, este factor ha sido tomado en cuenta a la hora de la interpretación de los resultados de cada individuo, incluso se ha propuesto el estratificar a los sustentantes de la misma, para poder tener una concepción bien definida acerca del desempeño cognitivo y la edad del aplicante por ejemplo (Bilker, y cols, 2012).

Esta prueba posee un valor de 0.81-0.87 de fiabilidad y un índice de 0.86 de validez, los cuales entran en parámetros aceptables de confiabilidad de la prueba. (Raven J C, Court J H, & Raven J , 1990).

ANTECEDENTES

Taras, en el año 2005 hizo una revisión de múltiples casos donde los sujetos de estudio eran estudiantes de distintas edades y grupos académicos con alguna deficiencia nutricional. En dicho estudio se pusieron a prueba a 204 estudiantes de entre 3 y 8 años provenientes de familias de escasos recursos, donde se entrevistaron y capacitaron a los padres con una prueba de funcionamiento psicosocial (Taras, 2005).

Una de las conclusiones que se tuvieron de este estudio fue que el hambre en niños puede ser doblemente perjudicial para el desempeño académico (no miden o comparan exactamente con otro modelo) , ya que pueden fácilmente distraerse y presentar hiperactividad.

Se concluyó que un desayuno saludable es una medida efectiva de mejorar el desempeño académico, cognitivo y funcional en la población desnutrida.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchos estudiantes universitarios del área de la salud, como en la escuela de medicina de la Universidad Vasco de Quiroga campus Santa María, son sometidos constantemente ante horarios de clase sin intermedios y que se interponen a la alimentación habitual diaria, esto nos hace pensar que conlleva a una baja carga energética destinada al cerebro, ocasionando un estado de cansancio hipoglucémico por lo que se tiene la necesidad de conocer la relación entre el consumo de glucosa en el organismo en actividades de esfuerzo cognitivo en los estudiantes de la Universidad Vasco de Quiroga para fomentar cambios en la alimentación con lo que probablemente aumente su rendimiento académico a través de la determinación de glucosa sérica en distintas condiciones experimentales que involucren esfuerzo intelectual y suministro controlado de glucosa.

JUSTIFICACIÓN

Conocer la relación que tiene el consumo de glucosa consumida por el organismo en estudiantes de medicina, puede permitirnos determinar la asociación del consumo de glucosa y las pruebas de esfuerzo cognitivo a través de estudios poco invasivos, de fácil interpretación y de bajo costo. Realizar esta investigación puede aportar conocimientos nuevos respecto al tema, aplicados a un enfoque del cual se conoce muy poco, en referencia al metabolismo de los carbohidratos y su relación con el desempeño académico. La utilidad de esta investigación puede resultar en una guía hacia cambios en la dieta y hábitos de estudio en el estudiante de medicina de la Universidad Vasco de Quiroga. Las personas que se beneficiarían con estos datos serán los estudiantes arriba mencionados. Los resultados no podrán generalizarse hacia otras poblaciones de estudiantes ya que los individuos serán seleccionados a través de criterios de inclusión y exclusión puesto que existen variables que pueden modificar los resultados dependiendo de las condiciones biológicas entre diferentes poblaciones, sin embargo, las características que presentarán los resultados serán similares en otras poblaciones mientras estas cumplan la misma metodología impuesta en los rubros.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe relación entre el consumo de glucosa y el desempeño durante la realización de la prueba de matrices progresivas de Raven en los estudiantes de la Escuela de Medicina de la UVAQ?

OBJETIVOS

General

Encontrar la relación entre el consumo de glucosa y el desempeño cognitivo durante la realización de la prueba de matrices progresivas de Raven.

Específicos

Seleccionar a la población y muestra de estudio mediante la aplicación de la historia clínica y las medidas antropométricas generales.

Llevar a cabo dos eventos en donde se obtengan los valores de glucosa sérica consumida durante reposo absoluto y al realizar la prueba de matrices progresivas de Raven.

Analizar los datos obtenidos para comprobar si existe relación entre el consumo de glucosa y el desempeño académico.

HIPÓTESIS

Existe una relación entre el consumo de glucosa sérica y el desempeño cognitivo en los estudiantes de la Escuela de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga.

Hipótesis nula

No existe una relación entre el consumo de glucosa sérica y el desempeño cognitivo en los estudiantes de la Escuela de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga.

Hipótesis alterna

Las actividades cognitivas no consumen altas concentraciones de glucosa y el suministro de esta no se relaciona al desempeño académico en los estudiantes de la Escuela de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga.

MATERIAL Y MÉTODOS

Convocatoria para participar en el estudio:

Se convocó a la población total de Estudiantes de la Escuela de Medicina de la UVAQ durante el ciclo escolar agosto-2016 a julio-2017 a través de carteles y folletos informativos con la descripción general sobre el estudio y las condiciones para participar. Posterior a esto, se desarrolló un formulario electrónico con la herramienta Google forms para los interesados (**Anexo 1**).

Posteriormente, se citó a los interesados para realizarles una historia clínica de la cual una vez que se obtuvieron los datos correspondientes, estos fueron anexados como elementos importantes para la selección de la muestra poblacional.

Selección de Muestra Poblacional

Se establecieron los criterios de inclusión (**Tabla 2.**) y que consistieron en seleccionar participantes voluntarios que no hayan padecido de enfermedades endocrinológicas, metabólicas, exéresis previa de algún órgano, o consumir frecuentemente bebidas alcohólicas ya que pudieran alterar los niveles glucémicos (Téllez & Cote, 2006).

Los criterios de exclusión se describen también en la **tabla 2**, donde los más relevantes fueron que tuvieran alguna enfermedad crónico-degenerativa, como diabetes mellitus tipo 1 (DM1); diabetes mellitus tipo 2 (DM2); diabetes mellitus gestacional (DMG); hipertensión arterial (HTA); enfermedades tiroideas, pancreáticas o renales además de infecciones bacterianas, virales y fúngicas.

Tabla 2.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación para la selección de muestra poblacional.

Inclusión	Exclusión	Eliminación
Estudiantes de medicina de la UVAQ.	Que cursen con: DM1, DM2, DMG, HTA, afecciones tiroideas, afecciones renales, infecciones.	Todo aquel que presente: Lipotimia, síncope, ictericia, náuseas o vómito durante la obtención de muestras.
Edad 18 a 24 años.	Consumo frecuente y en alta cantidad de bebidas alcohólicas, y que hayan ingerido alcohol 48 horas previas al estudio.	Todo aquel que consuma bebidas alcohólicas durante las semanas de evaluación.
Sexo indistinto.	Haber consumido cualquier xenobiótico 72 horas previas.	Cualquiera que consuma algún xenobiótico durante el periodo de prueba.
Horarios poco accesibles a una buena alimentación	Un historial clínico no evaluado como sano.	Aquel participante que no pueda completar ambas etapas del proceso.
Un historial clínico evaluado como sano.	IMC mayor a 30.	
Una encuesta general (situaciones de estrés antes durante y después de evaluaciones)	Horarios flexibles (otra encuesta).	
IMC menor a 30.		

(Creación propia).

Después de la selección de participantes, se les dio a leer el consentimiento informado (**Anexo 2**), previamente aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Escuela de Medicina. El siguiente paso fue citarlos para el primer evento a

través de una calendarización por grupos de 24 participantes, para lograr optimizar el trabajo.

Una vez que se seleccionaron los participantes iniciales del estudio, se les notificó por escrito y de forma verbal que acudieran en las condiciones que se mencionan en seguida para la realización de los estudios sanguíneos:

Ayuno mínimo de 8 horas, no haber fumado 48 horas previas al día de los estudios sanguíneos, no haber consumido bebidas alcohólicas 48 horas previas al evento.

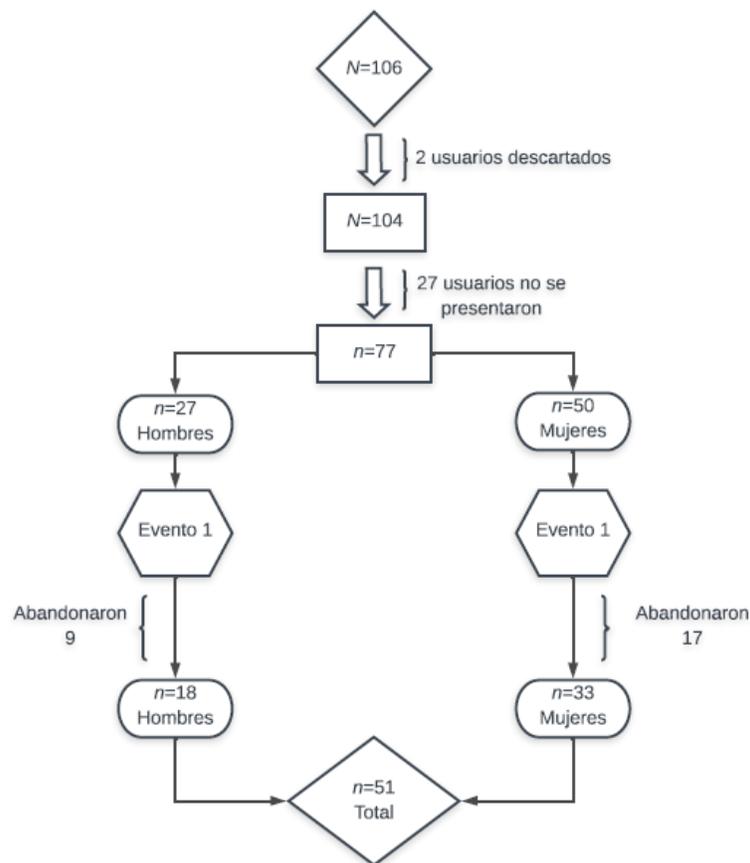


Figura 1. En este diagrama se ilustra la obtención de muestra a partir de 106 personas encuestadas hasta la población final con la cual se trabajó el análisis de resultados de ambos eventos, $n=51$.

(Creación Propia)

Ejecución de eventos.

Evento 1

La importancia del Evento 1 radica en determinar la cantidad de glucosa promedio consumida en reposo absoluto. Una vez que los participantes llegaron al sitio donde se llevó a cabo este evento, se les dio una explicación general sobre los procedimientos que se llevarían al cabo acorde a la explicación detallada que se les dio a leer dentro del consentimiento informado que formaron para poder participar en el estudio.

Se realizó la toma de muestra de glucosa en ayuno a los participantes. Esta muestra se identificó como **E1G₀**.

De manera inmediata se les otorgó un frasco de Dextrosol® el cual contenía 75g de dextrosa anhidra en 250ml de agua, el cual deberían consumirlo en un límite de 5 minutos y a partir de este punto, se cronometraron 60 minutos.

Una vez completado este paso, se realizó la segunda toma de muestra en la cual se esperaba encontrar el valor glucémico más alto en este evento. A esta toma de muestra se identificó como **E1G_{1h}**.

Al haber obtenido la muestra se indicó a los participantes estar en reposo absoluto.

Habiendo concluido 60 minutos de reposo absoluto, se tomó una última muestra venosa. Esta toma de muestra se identificó como **E1G_{2h}**.

Evento 2

Se realizó la toma de muestra en ayuno a los participantes. A esta muestra se le identificó como **E2G_{0h}**.

Inmediatamente se les otorgó un frasco de Dextrosol de contenido 75g de glucosa en 250ml, teniendo un tiempo límite de 5 minutos para su consumo. Transcurridos estos 5 minutos, se cronometraron 30 minutos. Posteriormente se tomó una segunda muestra venosa, la cual se denomina **E2G_{30min}**.

Medición de las concentraciones de glucosa:

Se utilizó el método Glucosa Oxidasa (GOD-PAP) por medio de espectrofotometría a 520 nanómetros ajustando a cero de absorbancia con el reactivo de partida del experimento usando el analizador automatizado BS-100 con reactivos vigentes, instalados, calibrados y validados utilizando el control de calidad interno (CCI) el propio laboratorio.

El CCI se analizó por duplicado antes de comenzar el primer evento, según el protocolo del laboratorio clínico de la Escuela de Medicina de la UVAQ, además se realizó al menos una medición intra corrida durante los dos eventos.

Siguiendo el cronograma (ver **Anexo 3**), se les otorgó un manual y un protocolo de prueba, así como un lápiz a cada participante, correspondientes a la prueba de Matrices Progresivas de Raven Escala Avanzada. Se cronometraron 60 minutos para realizar la prueba psicométrica.

Se optó por utilizar esta prueba ya que el tiempo de la misma dura 60 minutos, lo que nos permitió mantener a la población en un esfuerzo constante por el tiempo meta, además de que involucra un rango de edad para aplicación de 12 a 65 años y mide el Factor G, descrito como la capacidad de resolución de problemas, introspección y retrospección, característica de las materias vistas en la carrera de medicina. Esta prueba posee un valor de 0.81-0.87 de fiabilidad y un índice de 0.86 de validez, los cuales entran en parámetros aceptables de confiabilidad de la prueba. (Rossi Casé, Neer, & Lopetegui, 2002).

Transcurridos 60 minutos, se retira el material de prueba psicométrica y se procede a la última toma de muestra sanguínea venosa. A esta toma se le denomina **E2G_{90min}**.

RESULTADOS

Clasificando a la población de estudio por género, el porcentaje de población femenina es de 64.7% con un total de 33 participantes, y población masculina con un total de 35.3% con un total de 18 participantes.

Se realizó la somatometría correspondiente a los participantes encuestados (**Tabla 3**). Entre ellos, divididos por género correspondían 38 hombres y 68 mujeres.

Tabla 3.

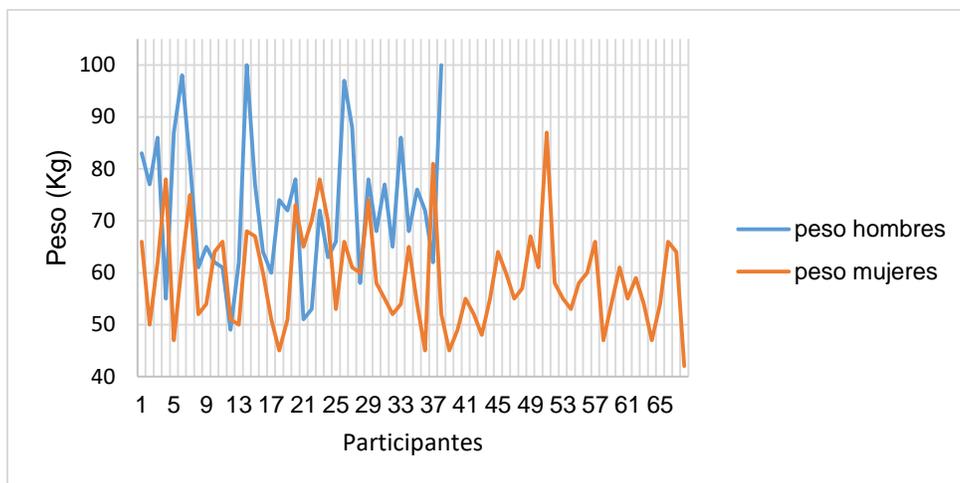
Resultados antropométricos de la población encuestada.

Parámetros de entrada	N= 106	
	Género masculino n= 38	Género femenino n= 68
Edad (años)	19.8 ±1.87	19.5 ±1.31
Peso (Kg)	72.2 ±13.59	59.0 ±9.42
Talla (m)	1.8 ±0.06	1.6 ±0.06
IMC (Kg/m ²)	23.4 ±3.97	22.1 ±3.02
Perímetro de cintura (cm)	82.0 ±10.24	74.6 ±7.46
Perímetro de cadera (cm)	82.3 ±10.52	73.1 ±7.8
Índice cintura/cadera	0.99	1.03

Se exponen todas las variables medidas en la población inicial.

(Creación propia)

Ambos géneros se encontraron con datos antropométricos similares a excepción del peso, el cual posee Desviación Estándar de ± 13.59 en hombres y ± 9.42 en mujeres (**Gráfica 1**), pudiendo ser este un factor que altere los niveles glucémicos en los participantes y no se pueda controlar.



Gráfica 1. Comparación entre el peso de participantes de género masculino con participantes de género femenino.

(creación propia)

Los 2 usuarios que no fueron candidatos como muestra poblacional tuvieron los siguientes motivos:

- 1.- No obtener un puntaje mínimo de 60 puntos de 90 en la historia clínica, ya que nos indicaría una mayor probabilidad de presentar condiciones que alteren el metabolismo de la glucosa.
- 2.- No estar de acuerdo con presentarse como participante en el estudio.

De los 104 participantes seleccionados, solo acudieron al Evento 1 un total de 77 participantes. Los 27 participantes que no acudieron se abstuvieron de notificar el motivo de su ausencia durante el mismo.

Del total de la población N=77, esta misma se redujo a 51 al concluir el Evento 2. Un total de 2 participantes tuvieron que ser eliminados de la población por presentar un difícil acceso venoso periférico. Sin embargo, los 26 participantes que se ausentaron no notificaron para claudicar su participación.

Dividiendo la población por género, el 64.7% de la población total corresponde al género femenino con un total de 33 participantes y un 35.3% correspondiente a participantes del género masculino con un total de 18 hombres.

Análisis de Resultados

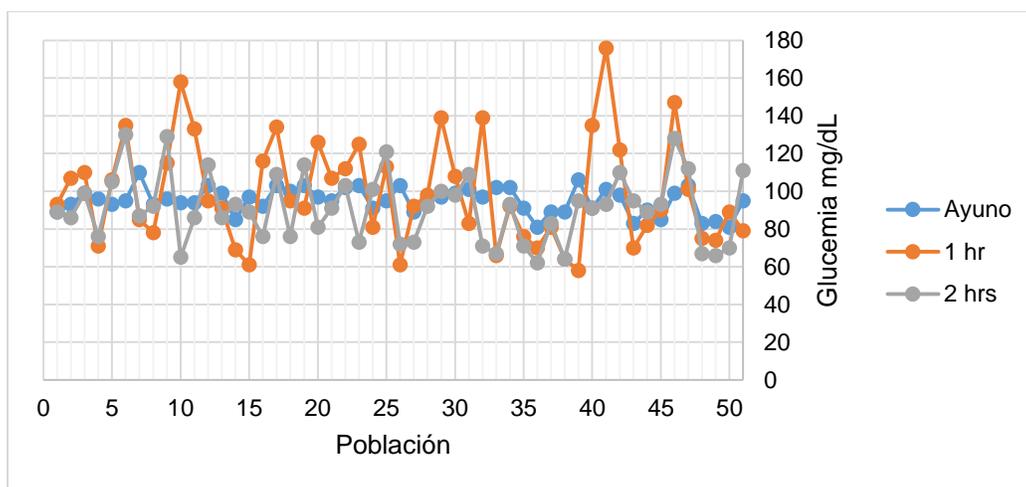
El análisis de resultados se realizó con Hoja de Cálculo a través de Microsoft Office Excel 2018 ®.

Evento 1

Durante el Evento 1, se detectó que, de un total de 78 participantes, 20 presentaron cifras glucémicas en ayuno mayores a 100mg/dL, ningún participante presentó cifras de glucosa mayores a 180mg/dL en el estado postprandial de 60 minutos y, un participante presentó una cifra de 158mg/dL en el estado postprandial de 120 minutos. En estas 3 cifras anormales, un participante se mantuvo constante en esas cifras.

Para fines comparativos entre ambos eventos, se realizó el análisis de datos con los 51 participantes constantes.

Durante el Evento 1 (**Gráfica 2**) se observa gran similitud entre los valores glucémicos de la población entre el **E1G_{1h}** y el valor **E1G_{2h}**, ya que el total de la población disminuyó en promedio 5.11% de la glucemia en **E1G_{1h}**.



Gráfica 2. Comportamiento de los niveles glucémicos de la población durante el evento 1.

La media de glucosa en ayuno resultó en 95.1 mg/dL, lo cual nos indica que, a pesar de ser de encontrarse como valor normal, se encuentra en cifras limítrofes, indicando que esta población podría tener un factor de riesgo para desarrollar

Diabetes Mellitus en un futuro según la escala de factores de riesgo que se encuentra disponible en la siguiente dirección electrónica: <https://www.diabetes.org/risk-test> (Bang, y otros, 2009).

Clasificando los resultados de acuerdo con género, (**Tabla 4**), los participantes masculinos obtuvieron mayores niveles de glucosa sérica en las distintas etapas del Evento 1, y consumieron menor cantidad que las participantes femeninas.

Tabla 4.

Promedios de niveles glucémicos según el género y en los distintos momentos del Evento 1.

	Hombres	Mujeres
Glucemia en ayuno	96.9 mg/dL	94.2 mg/dL
Glucosa postprandial 60 minutos	98.5 mg/dL	100 mg/dL
Glucosa postprandial 120 min	91.2 mg/dL	91.1 mg/dL
Cantidad consumida en 1 hora.(estimada)*	7.3 mg/dL	9.0 mg/dL

*Este valor fue obtenido a partir de la diferencia entre el promedio de la glicemia a los 120 minutos y la glicemia posprandial a los 60 minutos.

(Creación propia)

Se aprecia que la población masculina durante el Evento 1, obtuvo 2.7mg/dL más que la población femenina durante el ayuno, así como 1.5mg/dL menor en glucemia postprandial de 1 hora, 0.1mg/dL más durante la glucemia postprandial de 1 hora y, 1.7mg/dL de menor consumo en 1 hora que la población femenina. Esto nos permite conocer que la población masculina posee una cifra más cercana a la intolerancia a carbohidratos en comparación a la población femenina.

En la población femenina (ver **Gráfica 3**) se observan similitudes entre las cifras de glucemia **E1G_{1h}** y **E1G_{2h}**, esto nos permite inferir que el consumo de glucosa en un estado basal es ralentizado para usar el mínimo de suministro energético en momentos de mayor demanda.

A pesar de haberse realizado criterios de inclusión, exclusión y eliminación para tener una muestra poblacional uniforme, los valores máximos y mínimos de glucosa sérica en el evento 1 muestran un rango muy amplio lo que puede dar a entender que existen muchos otros factores que pueden influir en el metabolismo de

carbohidratos de la muestra poblacional. Un ejemplo de los distintos metabolismos se puede entender con los valores mínimos y máximos de glucosa consumida durante este Evento, ya que el valor máximo de glucosa resultó en 83mg/dL y el valor mínimo en 37mg/dL, dando entender que esta persona puede presentar intolerancia a carbohidratos, resistencia a la insulina, entre otras alteraciones y por otro lado se puede mostrar a una participante que puede agotar sus reservas de carbohidratos de manera más rápida 1 (**Tabla 5**).

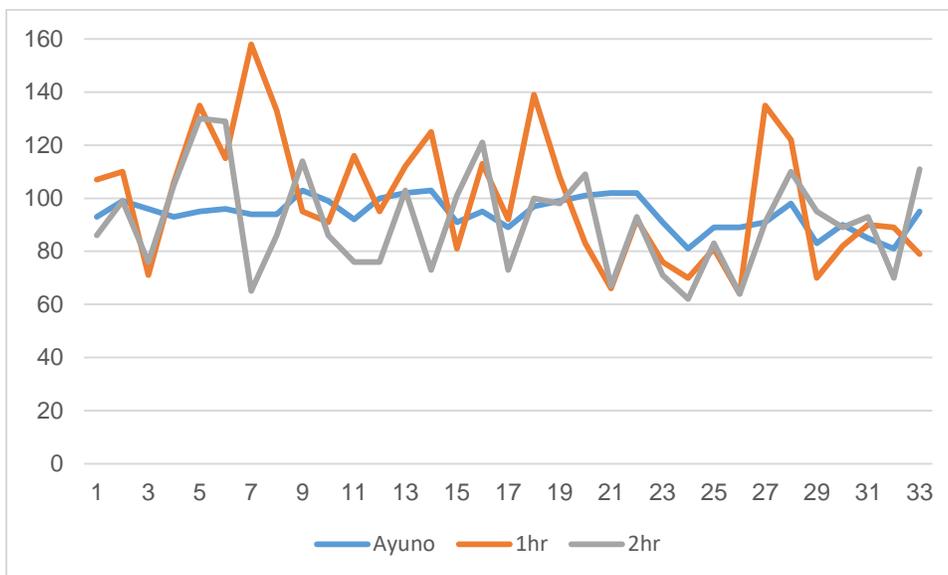
Tabla 5

Valores glucémicos mínimos y máximos de $n=51$ y su división por géneros

	$n=51$		Género masculino		Género femenino	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Ayuno	81 mg/dL	110 mg/dL	81 mg/dL	103 mg/dL	83 mg/dL	110 mg/dL
Glucemia postprandial 1 hora	58 mg/dL	176 mg/dL	64 mg/dL	158 mg/dL	58 mg/dL	176 mg/dL
Glucemia postprandial 2 horas	66 mg/dL	128 mg/dL	62 mg/dL	130 mg/dL	66 mg/dL	128 mg/dL
Glucosa consumida	-37 mg/dL	83 mg/dL	-32 mg/dL	93 mg/dL	-37 mg/dL	83 mg/dL

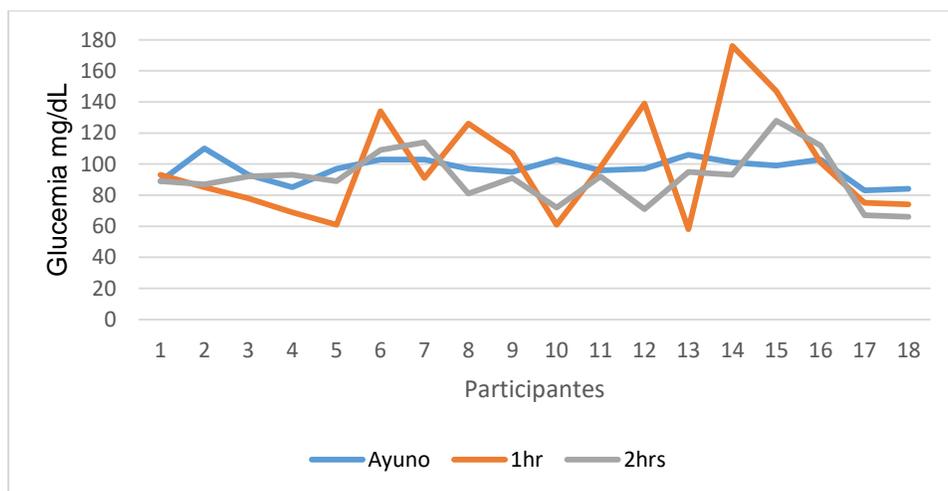
(Creación propia)

Siguiendo los ejemplos, se puede apreciar que los distintos factores que pueden influir en el metabolismo van más allá del género de los participantes ya que en ambos géneros se presenta una gran brecha entre los valores máximo y mínimo obtenidos en las distintas etapas del Evento 1 (**tablas 5**).



Gráfica 3. Valores glucémicos de las participantes de género Femenino durante el Evento 1 en Ayuno, 1 hora postprandial y 2 horas postprandiales.

En la población masculina (ver **Gráfica 4**) se observa mayor similitud entre las cifras obtenidas entre **E1G₀** y **E1G_{2h}**, esto nos puede indicar que, a diferencia de la población femenina, los participantes de género masculino poseen un metabolismo que exige mayor demanda energética ante el reposo absoluto.



Gráfica 4. Valores glucémicos de los participantes de género Masculino durante el Evento 1 en Ayuno, 1 hora postprandial y 2 horas postprandiales.

Se obtuvo por promedio de 1 hora postprandial una glucemia de 99.5 mg/dL. Este valor nos puede indicar que, a pesar del pico máximo de glucemia a los 30 minutos postprandiales, la mayoría de los participantes no presenta resistencia a la insulina, llegando a un valor dentro de parámetros normales.

Se obtuvo un valor promedio de glucosa 2 horas postprandial de 91 mg/dL. Este valor nos indica que, a pesar de no realizar algún esfuerzo físico o mental, los participantes al estar en reposo absoluto pudiesen presentar una taza metabólica basal por arriba del promedio, ya que esta cifra es menor a la cifra del promedio de ayuno.

Valor promedio de glucosa consumida por metabolismo basal 8.3 mg/dL.

Glucosa promedio adquirida 1 hora postprandial 39.3mg/dL, equivalente a un aumento promedio de 41.3% del promedio en ayuno.

Tabla 6.

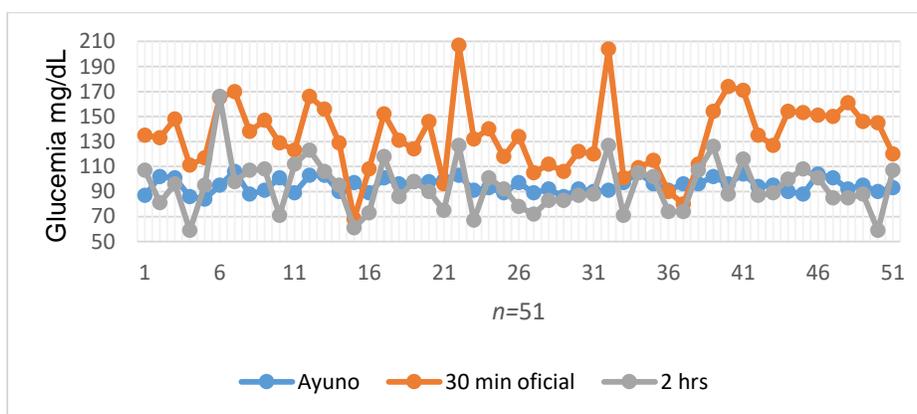
Prueba T de Student para **E1G₀** y **E1G_{2h}**.

	E1G₀	E1G_{2h}
Media	95.1372549	91.0980392
Varianza	46.1207843	320.810196
Observaciones	51	51
Coefficiente de correlación de Pearson	0.35783192	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	50	
Estadístico t	1.72423881	
P(T<=t) una cola	0.04542148	
Valor crítico de t (una cola)	1.67590503	
P(T<=t) dos colas	0.09084297	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00855911	

(Creación propia)

Evento 2

Durante el evento 2 (**Gráfica 5**) Se observa el pico glicémico correspondiente al valor E2G_{30min} y su descenso después de la intervención con PMPREA, correspondiente a E2G_{2H}. Además, se detectó que de la población N=51, 13 participantes presentaron cifras en ayuno superiores a 100mg/dL, también se detectaron a su vez 2 participantes con glucemia superior a 180mg/dL a los 30 minutos postprandiales, por último, se detectó a un participante con glucemia 2 horas postprandiales con valor superior a 153 mg/dL.



Gráfica 5. Comportamiento de los niveles glucémicos de la población durante el evento 2.

A pesar de haberse encontrado a las mismas condiciones durante ambos eventos, los participantes de género masculino presentaron niveles glucémicos promedio, superiores a las participantes de género femenino en los distintos momentos del Evento 2 (**Tabla 7**).

Tabla 7 .

Promedios de los distintos niveles glucémicos según el género y en los distintos momentos del Evento 2.

	Género masculino	Género femenino
Glucemia en ayuno	96.8mg/dL	93.9mg/dL
Glucosa postprandial 30 minutos	141.2mg/dL	130.3mg/dL
Glucosa postprandial 90 min	96.6mg/dL	92.8mg/dL
Cantidad consumida al realizar PMPREA	44.6mg/dL	37.4mg/dL

(Creación propia)

Al igual que los resultados obtenidos en el Evento 1 (**Tabla 5**), los rangos de los niveles glucémicos alcanzados en ayuno son similares en el Evento 2. La glucemia postprandial mínima obtenida 30 minutos postprandiales en ambos géneros es menor a la cifra obtenida durante el ayuno (**Tabla 8**), esto pudiera dar a entender que estos participantes presentan hiperinsulinismo como respuesta a altas cargas de glucosa exógena, siendo un factor de riesgo para adquirir resistencia a la insulina. Los niveles de glucosa sérica a los 90 minutos postprandiales, se ven en ambos géneros, y en sus límites inferiores y superiores, disminuidos posterior a la aplicación de la prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada (**Tablas 7 y 8**) pudiendo concluir que existen cambios en el consumo de glucosa posterior a esta intervención. Por último, la cantidad de glucosa mínima consumida al realizar el PMPREA resultó en -1mg/dL y corresponde a una participante de género femenino, queriendo decir que, en lugar de consumir glucosa, esta aumentó, pudiéndose atribuir a un estado de estrés el cual liberaría cortisol, manteniendo un nivel alto de glucosa sérica, o en este caso aumentándolo. En el caso de los participantes de género masculino el consumo mínimo fue de 7mg/dL.

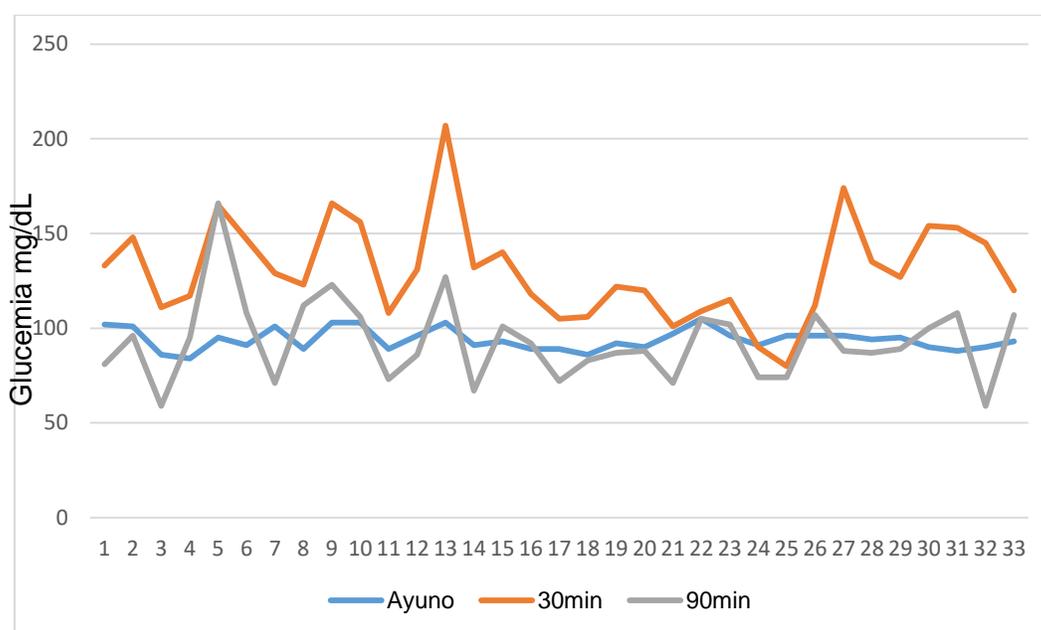
Tabla 8

Valores mínimos y máximos de la población y su división por géneros durante el Evento 2.

	<i>n</i> =51		Género femenino		Género masculino	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Ayuno	84 mg/dL	106 mg/dL	84 mg/dL	105 mg/dL	87 mg/dL	106 mg/dL
Glucemia postprandial 30 minutos	68 mg/dL	207 mg/dL	80 mg/dL	207mg/dL	68 mg/dL	204 mg/dL
Glucemia postprandial 90 minutos	59 mg/dL	166 mg/dL	59 mg/dL	166 mg/dL	61 mg/dL	127 mg/dL
Glucosa consumida	-1 mg/dL	86 mg/dL	-1 mg/dL	86 mg/dL	7 mg/dL	77 mg/dL

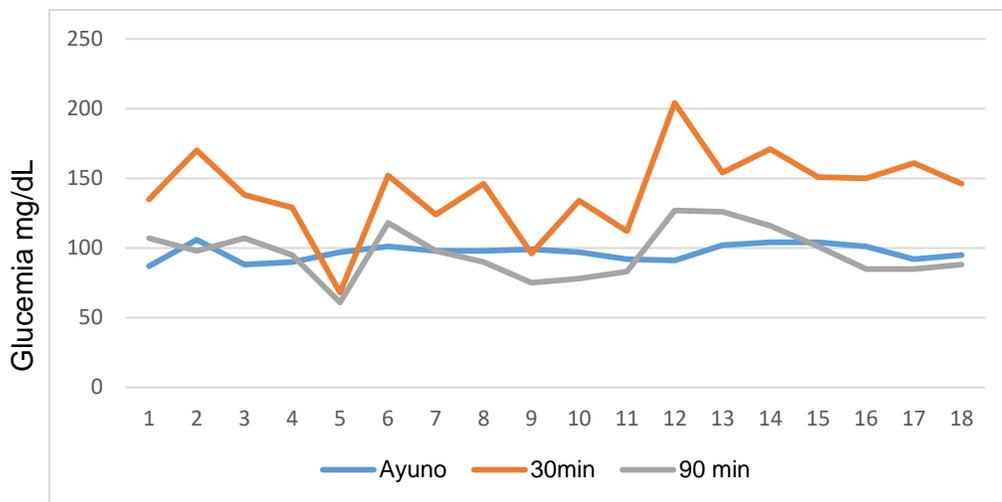
(Creación propia)

El comportamiento de los niveles séricos de glucosa en el Evento 2 en la población femenina (**Gráfica 6**) no muestra diferencia simbólica en comparación a la población masculina (**Gráfica 7**). Inicialmente se muestran las cifras de glucemia en ayuno en valores no excedentes a 125mg/dL. Consecutivamente se aprecia la curva de glucemia posterior a la carga de glucosa oral, aumentando un promedio de 41.3% en la población. Posteriormente, se observa una importante disminución de los valores glucémicos de los 30 minutos a los 90 minutos postprandiales, haciendo notar que un esfuerzo cognitivo constante por al menos 1 hora puede consumir suficiente energía hasta disminuir los valores glucémicos de los participantes por debajo del valor glucémico en Ayuno.



Gráfica 6. Valores glucémicos de las participantes de género Femenino durante el Evento 2 en Ayuno, 30 minutos y 2 horas postprandiales.

Al igual que en la **Gráfica 6**, en la población masculina (**Gráfica 7**), se observa una importante disminución de los valores glucémicos de los 30 minutos a las 2 horas, hasta disminuir los valores glucémicos de la mayoría de los participantes por debajo del valor glucémico en Ayuno.



Gráfica 7. Valores glucémicos de los participantes de género Masculino durante el Evento 2 en Ayuno, 30 minutos y 2 horas postprandiales.

Una vez concluidos los Eventos 1 y 2, las plantillas de respuestas fueron interpretadas por un profesional en psicología. Se anexan resultados (**Tabla 9**).

Tabla 9

Calificación en PMPREA y porcentaje de $n=51$.

Calificación	$n=51$	Porcentaje
SS	3	5.9%
SP	26	51.0%
P	19	37.3%
B	3	5.9%
	51	100%

Se presenta la calificación obtenida en PMPREA (SS= Sobresaliente, SP= Superior al promedio, P= Promedio, B= Inferior al promedio), con su correspondiente número de participantes y el porcentaje de la población que representa.

(Creación propia)

Se realizó el análisis de datos con la prueba T de Student para 2 colas, usando los valores de glucemia E2G0 y E2G2 (ver **Tabla 10**), pudiendo indicar si existe alguna correlación entre la cantidad de glucemia en ayuno y la glucemia 90 minutos postprandiales donde se hizo intervención con PMPREA.

Tabla 10Prueba T de Student en **E2G₀** y **E2G_{90min}**

	E2G₀	E2G_{90min}
Media	94.9411765	94.1568627
Varianza	33.1364706	414.694902
Observaciones	51	51
Coefficiente de correlación de Pearson	0.2322848	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	50	
Estadístico t	0.28240532	
P(T<=t) una cola	0.38939925	
Valor crítico de t (una cola)	1.67590503	
P(T<=t) dos colas	0.77879849	
Valor crítico de t (dos colas)	2.00855911	

(Creación propia)

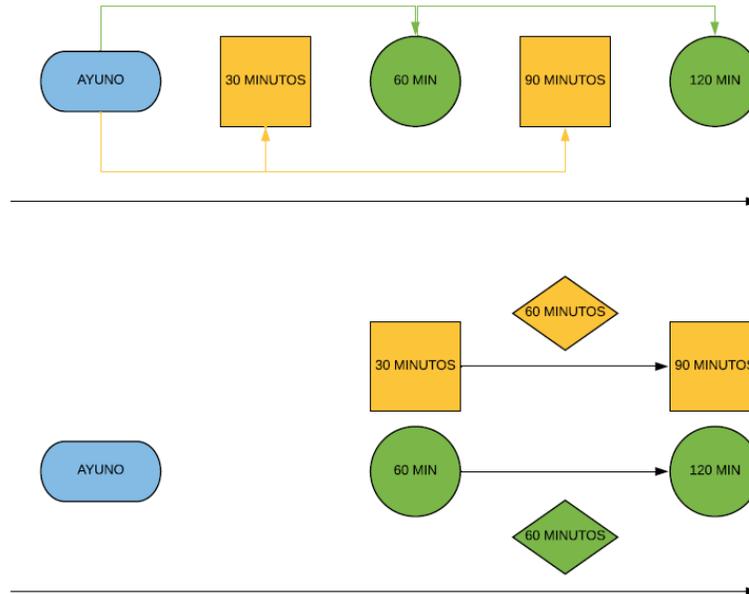
Se realizó la prueba T de Student para 2 colas con **E1G_{2H}** y **E2G_{90min}** (**Tabla 11**), donde no se observa relación alguna acorde al Coeficiente de correlación de Pearson, ya que esta se ve intervenida por los tiempos de medición de la glucosa en la población por los 60 minutos del Evento 1 y los 30 minutos del Evento 2 como se observa en la **Figura 2**, de tal manera que para evitar un sesgo se optó por aplicar la ecuación T de Student con la “Cantidad de glucosa consumida en el evento 1” y “Cantidad de glucosa consumida en el evento 1”, ya que, ambos eventos partieron de condiciones en ayuno, sin embargo, los valores en los que se enfoca esta investigación son los resultados obtenidos del consumo de glucosa durante 60 minutos en reposo absoluto como lo es el Evento 1 y, 60 minutos realizando PMPREA durante 60 minutos.

Tabla 11

Prueba T de Student para 2 colas en E1G_{2H} y E2G_{90min}.

	E1G _{2H}	E2G _{90min}
Media	91.09803922	94.1568627
Varianza	320.8101961	414.694902
Observaciones	51	51
Coeficiente de correlación de Pearson	0.496030641	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	50	
Estadístico t	-1.130064564	
P(T<=t) una cola	0.131920537	
Valor crítico de t (una cola)	1.675905025	
P(T<=t) dos colas	0.263841075	
Valor crítico de t (dos colas)	2.008559112	

(Creación Propia)



(Creación propia)

Figura 2. Importancia del buen uso de la Prueba T de Student en el manejo de datos para su adecuada interpretación.

Al realizar la prueba T de Student para 2 colas (**Tabla 12**) obtenemos de igual manera un coeficiente de Pearson con un valor de 0.355 lo cual nos indica que no existe relación alguna entre la cantidad de glucosa consumida en el Evento 1 con la cantidad de glucosa consumida durante el Evento 2. Esto se replica con un valor aún más disminuido con el valor de P para 2 colas que es 3×10^{-10} .

Tabla 12

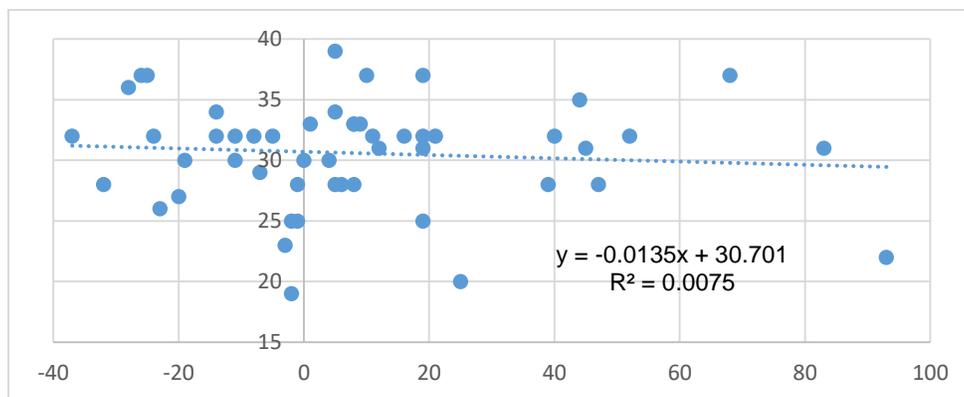
Prueba T de Student para 2 colas correlacionando la cantidad de glucosa consumida en E1 y la cantidad de glucosa consumida en E2

	<i>Glucosa consumida E1</i>	<i>Glucosa consumida E2</i>
Media	8.392156863	39.9607843
Varianza	784.6431373	492.518431
Observaciones	51	51
Coefficiente de correlación de Pearson	0.355400911	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	50	
Estadístico t	-7.800493799	
P(T<=t) una cola	0.0000000002	
Valor crítico de t (una cola)	1.675905025	
P(T<=t) dos colas	0.0000000003	
Valor crítico de t (dos colas)	2.008559112	

(Creación propia)

Realizando el análisis de datos mediante Regresión Lineal (**Gráfica 8**) encontramos que, no hay relación entre la cantidad de glucosa consumida en el Evento 1 con el puntaje obtenido en el PMPREA, de modo que este no se vería alterado con las cifras de glucemia.

El Coeficiente de determinación ajustado posee un valor de 0.0075 el cual nos indica que no existirían ningún cambio simbólico al haberse realizado la prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada en otra instancia como hubiera sido el Evento 1.



(Creación propia)

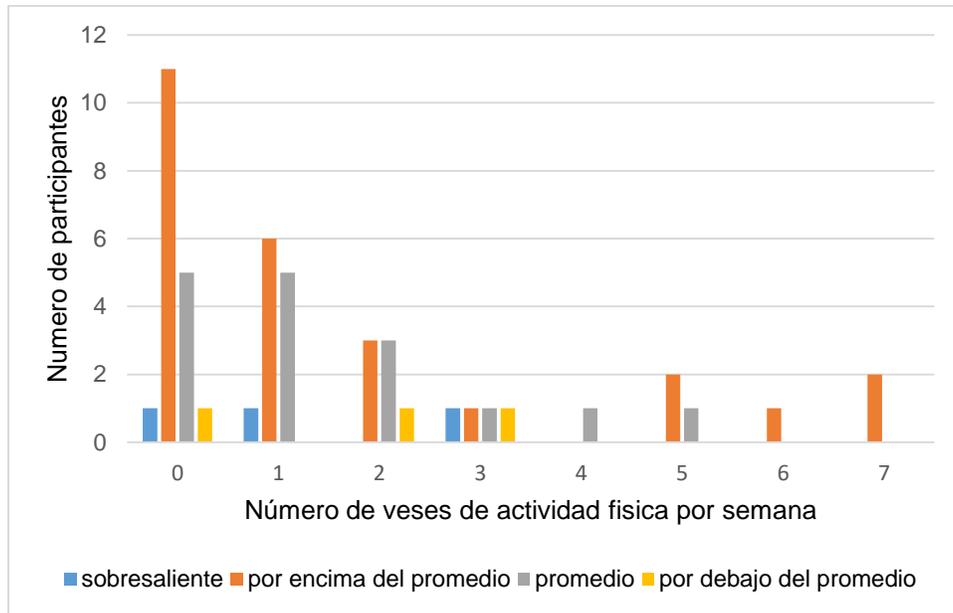
Gráfica 8: Regresión lineal comparando resultados de la prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala Avanzada, con la cantidad de glucosa consumida durante el Evento 1.

Adicional a los resultados anteriormente mostrados, se decidió incluir el análisis descriptivo de la relación que guarda la clasificación de los resultados de la prueba de Raven con la actividad física (**Tabla 13** y **Gráfica 10**) reportada en el inicio de la selección de los participantes para verificar si existiera algún indicio sobre el efecto del ejercicio con el aprovechamiento de glucosa al momento de realizar una actividad cognitiva.

De forma general y a simple vista, se puede observar que no existe relación entre la actividad física con el desempeño cognitivo durante la prueba de Raven.

Tabla 13. Frecuencia del número de veces por semana de actividad física de número de participantes y su desempeño en la prueba de Raven.

Desempeño en la prueba de Raven	Número de casos	Actividad física (veces/semana)									
		0	1	2	3	4	5	6	7		
Sobresaliente	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
Por encima del promedio	26	11	6	3	1	0	2	1	2		
Promedio	19	5	5	6	1	1	1	0	0		
Por debajo del promedio	3	1	0	1	1	0	0	0	0		



Gráfica 9: Clasificación del número de veces de ejercicio por semana de acuerdo con su desempeño en la prueba de Raven.

DISCUSIÓN

A pesar de que la cantidad promedio de glucosa consumida en una hora al realizar la prueba de Matrices Progresivas de Raven resultó en 39.9 mg/dL, existen diferencias del consumo, acorde a la tasa metabólica basal de cada persona y múltiples factores como el estrés que pudiera causar la prueba en ese momento, hábitos alimenticios, peso, talla, entre otros, como se puede observar en los valores mínimos y máximos consumidos al realizar el PMPREA, ya que, un participante consumió más allá del consumo promedio y otro participante al contrario de consumir glucosa, aumentó su concentración sérica.

Es importante resaltar que no se encontraron estudios de contenido similar al de esta investigación seguramente es debido a que la tecnología para medir el consumo de glucosa por parte del sistema nervioso central es poco accesible y muy costosa. No obstante, existen mejores baterías psicométricas sin embargo se escogió una batería más económica por esta misma limitación y que a pesar de ser práctica, no nos permite observar otras variables mucho menos nos permite controlarlas.

La batería de la prueba de Matrices Progresivas de Raven requiere gran esfuerzo mental ya que requiere de habilidad retrospectiva y comparativa, las cuales son habilidades que se requieren para estudiar en el área de la salud y en este caso específico en la carrera de medicina.

Durante el Evento 2 se encontraron 13 participantes con valores de glucosa en ayuno superiores a 100mg/dL. De estos, 7 pertenecen al género femenino y 6 al género masculino.

Mientras que el total de la población femenina redujo un promedio de 38.6% respecto a E2G_{30min}, las participantes con glucosa superior a 100mg/dL en ayuno, redujeron 31.3%.

Mientras que el total de la población masculina redujo 46.1% respecto a E2G_{30min}, los participantes con glucosa superior a 100mg/dL en ayuno, redujeron 27.4%.

A pesar de no tratarse de una disminución de niveles glucémicos tan alto como el resto de la población acorde a su género, el consumo de glucosa que presentan este rubro de participantes al realizar actividades de esfuerzo cognitivo, puede guiarnos como un método de disminución de glucosa ante picos glicémicos.

CONCLUSIONES GENERALES Y PERSPECTIVAS

No existe relación entre la cantidad de glucosa consumida al realizar la prueba de Matrices Progresivas de Raven: Escala avanzada, con la calificación obtenida en el mismo debido a los resultados para t de Student con un valor de -7.800493799 y un valor de $p= 3 \times 10^{-10}$. No obstante, con base en Importancia del buen uso de la Prueba T de Student en el manejo de datos para su adecuada interpretación (ver **Fig. 2**), se tienen los valores de t y p de forma particular para cada evento dentro de los 60 minutos de evaluación del consumo de glucosa en ambos eventos.

Reamente se puede analizar si verdaderamente el esfuerzo cognitivo puede tener un factor inmediato en la disminución de la concentración de glucosa. Puede hacerse a forma de monitorear la concentración de glucosa periférica cada 5 o 10 minutos durante al menos un espacio de una hora.

De acuerdo con los expertos revisores de este trabajo, se sugiere buscar múltiples relaciones que pudieran asociar datos concernientes a la somatometría de los participantes con su puntaje obtenido durante la Prueba de Matrices Progresivas de Raven, este tipo de datos pueden ser de utilidad para temas relacionados al presente, por lo que se propone que sean objeto de estudios posteriores donde se involucre la somatometría y su relación con el consumo de glucosa y el desempeño en pruebas de esfuerzo cognitivo

El presente experimento permite generar nuevas propuestas experimentales acerca del consumo de glucosa y su relación con el desempeño cognitivo lo cual ayudaría a mejorar conductas dietéticas para los estudiantes de medicina y evitar caer en letargo durante horario de estudio o de clases.

ANEXOS

Anexo 1

Ficha Clínica de Registro

*Obligatorio

Ficha de Identificación.

Fecha: *

Fecha

dd/mm/aaaa

Nombre: *

Tu respuesta

Grado y grupo *

Tu respuesta

Edad(años): *

Elige ▼

Sexo: *

Elige ▼

ATRÁS

SIGUIENTE

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Somatometría.

Medidas del cuerpo.

Peso(kg): *

Elige ▼

Talla (cms) *

Elige ▼

IMC *

Elige ▼

Diámetro abdominal: *

Elige ▼

Diámetro cintura: *

Elige ▼

Antecedentes Personales Patológicos

Interrogatorio que consiste en conocer las situaciones que comprometen el funcionamiento homeostático del organismo

Padece actualmente alguna de las siguientes afecciones * 0 puntos

- Diabetes
- Hipertensión
- Ninguno

En dado caso de padecer Diabetes y/o Hipertensión Arterial, favor de dar por terminada la encuesta

Padece alguna afección como lo son : * 10 puntos

- Soy clínicamente sano
- Enfermedades en suprarrenales(en glándulas suprarrenales)
- Infecciones Bacterianas

- Infecciones Virales
- Enfermedades Hipofisiarias (en la Hipófisis)
- Enfermedades Hepáticas(del Hígado)
- Enfermedades Tiroideas (glándula tiroides)

¿En algún punto de la vida ha experimentado la resección/extirpación parcial o total de algún órgano? (en caso de ser positivo, mencione cual): * 10 puntos

Elige ▼

Mencione cual:

¿Actualmente padece algún trastorno del Sistema Digestivo así como pueden ser: síndrome de malabsorción, enfermedad celíaca, entre otros? (de ser positiva su respuesta, mencione cual es) * 10 puntos

Elige ▼

Mencione el padecimiento:

Su índice de masa corporal se encuentra dentro de: * 10 puntos

Elige ▼

(Mujeres) Su perímetro abdominal es 10 puntos

- Menor a 92 centímetros
- Mayor a 92 centímetros
- No aplica (soy Hombre)

(Hombres) Su perímetro abdominal es: 10 puntos

- Menor a 102 centímetros
- Mayor a 102 centímetros
- No aplica (Soy mujer)

Las siguientes personas en mi familia presentan Diabetes Mellitus: *

- Nadie
- Abuela Materna
- Abuela Paterna
- Abuelo Materno
- Abuelo Paterno
- Tíos Paternos (Consanguíneos)
- Tías Paternas (Consanguíneos)
- Tíos Maternos (Consanguíneos)
- Tías Maternos (Consanguíneos)
- Hermanos
- Madre
- Padre

De las siguientes personas en su familia ¿quién presenta Hipertensión Arterial Sistémica * 0 puntos

- Nadie
- Abuela Materna
- Abuela Paterna
- Abuelo Materno
- Abuelo Paterno
- Tíos Paternos (Consanguíneos)
- Tías Paternas (Consanguíneos)
- Tíos Maternos(Consanguíneos)
- Tías Maternos (Consanguíneos)
- Hermanos
- Padre

De la siguiente lista seleccione a los familiares que presentan o presentaron alguna enfermedad * metabólica como son: Hipertiroidismo, Hipotiroidismo, Tumor en glándulas suprarrenales, Feocromocitoma, o agenesia renal.

- Nadie
- Abuela Materna
- Abuela Paterna
- Abuela Materna
- Abuela Paterna
- Tíos Maternos (Consanguíneos)
- Tías Maternos (Consanguíneos)
- Tíos Paternos (Consanguíneos)
- Tíos Maternos (Consanguíneos)
- Hermanos
- Madre
- Padre

Antecedentes Personales No Patológicos.

Consiste en una serie de preguntas orientadas hacia los factores de riesgo de enfermedades cuya repercusión en el organismo pueden alterar los resultados de la investigación.

¿Consume alcohol? *

0 puntos

- No consumo Alcohol
- 1 vez por semana
- 2 veces por semana
- 3 o más veces por semana
- Soy bebedor/bebedora social

La cantidad de alcohol que consumo es : *

0 puntos

- No consumo alcohol
- 1 copa
- 2 copas
- 3 o más copas

Por lo tanto la cantidad de alcohol que consumo es aproximada a:

10 puntos

- No consumo alcohol
- 1 copa por semana
- 2 copas por semana
- 3 copas por semana
- 4 copas por semana
- 5 o más copas por semana

¿Fuma? *

0 puntos

- No Fumo
- 1 vez por semana
- 2 veces por semana
- 3 o más veces por semana

¿Cuántos cigarrillos al día consume? *

0 puntos

Elige ▼

¿Consumes alguna sustancia de abuso (drogas o fármacos)? *

0 puntos

Elige ▼

¿Especifique cual? (En caso de no consumir, mencionar "ninguno") *

Tu respuesta

Dosis de esa sustancia o droga que consume al día.

0 puntos

- No consumo
- 1 dosis
- 2 dosis
- 3 dosis
- 4 dosis
- Más de cuatro dosis

¿Practica algún deporte?

0 puntos

Elige ▼

Especifique qué deporte practica

Tu respuesta

¿Cada cuando realiza dicha actividad física ? *

- 1 veces a la semana
- 2 veces a la semana
- 3 veces a la semana
- 4 veces a la semana
- 5 veces a la semana
- 6 veces a la semana
- Diario
- No realizo actividad física rutinariamente

Cuánto tiempo en horas dedica a esa actividad física en cada sesión de ejercicio? *

	0	1	2	3	4	5
horas	<input type="radio"/>					

En caso de ser seleccionado, ¿está usted dispuesto(a) a no consumir; alcohol, tabaco, medicamentos o sustancias de control 72hrs previas a las tomas de muestra sanguínea?

- SÍ, ESTOY EN DISPOSICIÓN
- NO, NO ESTOY EN DISPOSICIÓN

Por medio de la presente, hago saber que de manera voluntaria he realizado esta encuesta, teniendo el conocimiento que la información que proporcioné es confidencial y no será compartida ni divulgada a terceros ni miembros de la institución ajenos a esta investigación, respetando el total anonimato de mi persona y mi participación para esta obra. *

Elige ▼



Relación entre el consumo de glucosa y el desempeño en pruebas de
esfuerzo cognitivo en estudiantes de la Escuela de Medicina de la
Universidad Vasco de Quiroga

Consentimiento Informado

Yo (Nombre completo): _____

perteneciente al semestre y grupo: _____, en pleno uso de mi conciencia, sin presión ejercida sobre mí, escojo libremente participar en las actividades pertenecientes a la investigación *"Relación entre el Consumo de Glucosa y el Desempeño en Actividades de Esfuerzo Cognitivo en Estudiantes de Medicina de la Universidad Vasco de Quiroga"*, las cuales comprenden un horario de 7:00am-10:00am **una vez por semana durante dos semanas** según el calendario del cual se me notificó con días de antelación.

Tengo entendido que mi participación en la **primera sesión** consistirá en:
-Realizar un ayuno de 8 horas previas a las 7:00am según el día que se solicite mi participación

-Se me realizará una primera toma de muestra venosa.

-Consumiré 75 gramos de Dextrosol (glucosa) en 100 ml de agua en un tiempo menor a 5 minutos.

-Posterior a la ingesta de Dextrosol, estaré en reposo absoluto durante 1 hora, restringiéndome el uso de celular, Smartphone o cualquier dispositivo electrónico o distractor, con el propósito de no alterar los niveles glicémicos.

-Una vez transcurrida la hora previamente descrita, se me realizará una segunda toma de muestra venosa.

-Posterior a la segunda toma de muestra venosa, nuevamente me encontraré en reposo absoluto durante 1 hora, con las mismas condiciones previamente descritas.

-Finalmente se me realizará una última toma de muestra venosa, concluyendo así mi primera participación en las actividades de la investigación.

A su vez mi participación en la **segunda sesión** de actividades de la investigación consistirá en:

-Realizar un ayuno de 8 horas previas a las 7:00am según el día que se solicite mi participación

-Se me realizará una primera toma de muestra venosa.

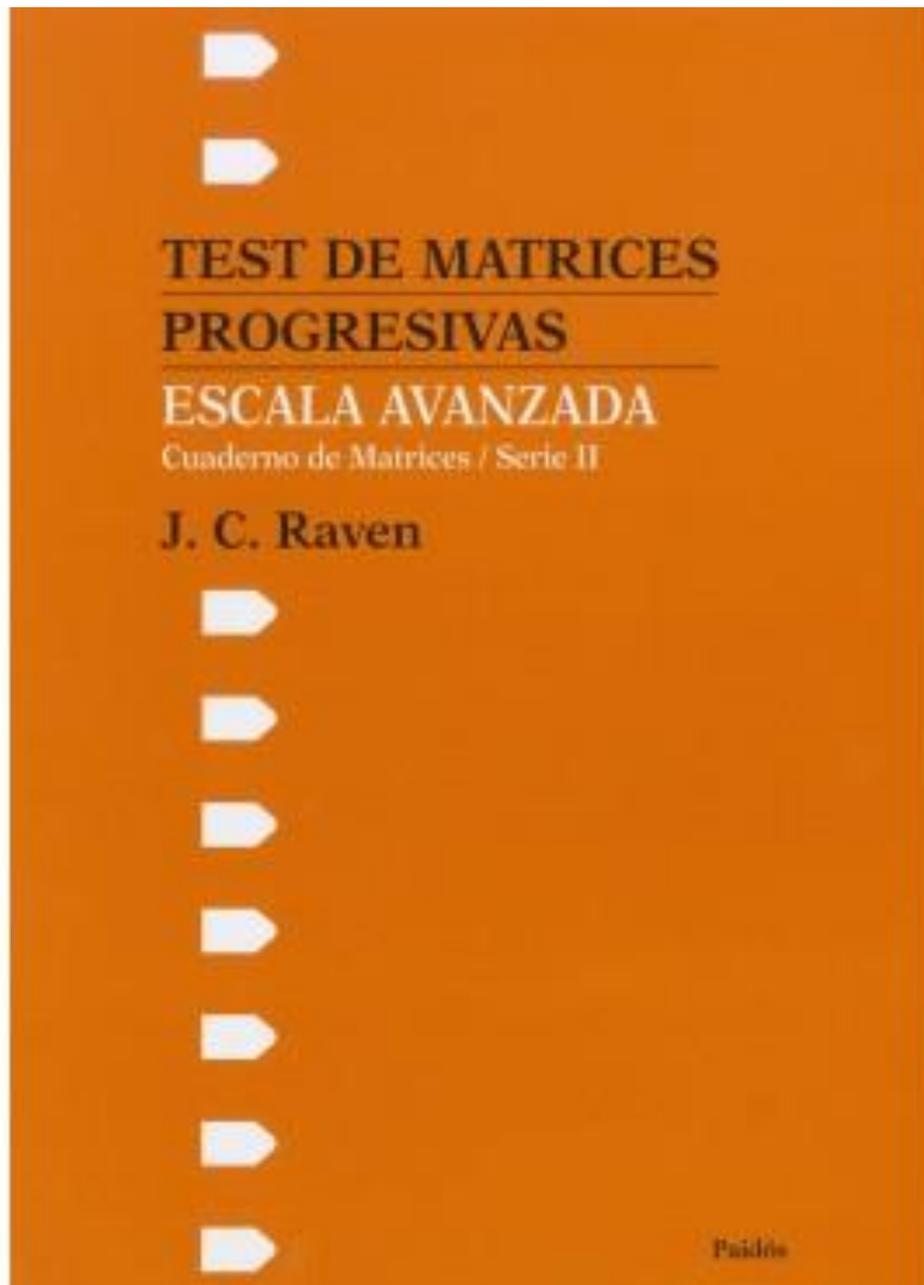
-Consumiré 75 gramos de Dextrosol (glucosa) en 100 ml de agua en un tiempo menor a 5 minutos.

Anexo 3

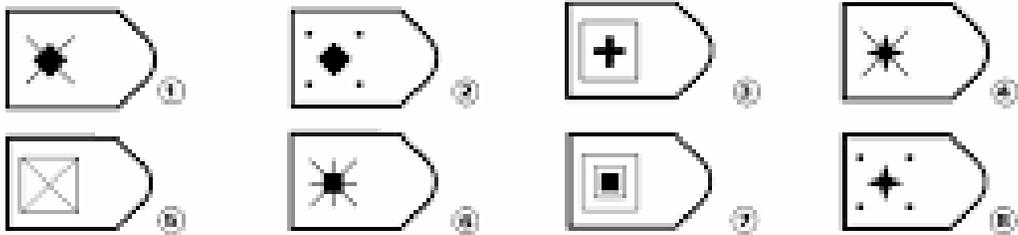
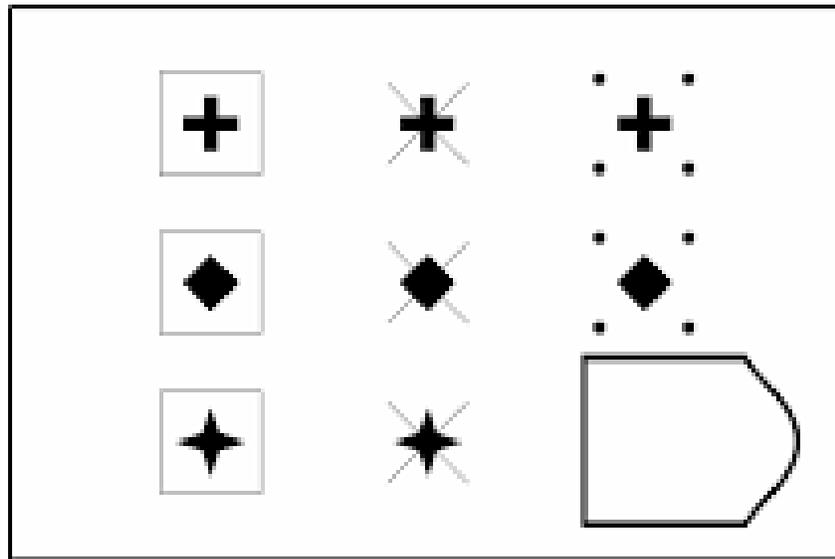
Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Documentar	✓	✓	✓	✓	
Conseguir el material necesario	✓				
Preparar el equipo de análisis	✓	✓			
Reclutar la población	✓	✓			
Primer Evento	✓	✓	✓		
Segundo Evento			✓		
Analizar Datos			✓	✓	
Concluir la investigación				✓	✓

Anexo 4

Anexo 4.1



Anexo 4.2



Anexo 4.3

PROTOCOLO DE PRUEBA DE RAVEN
ESCALA AVANZADA



EDITORIAL PAIDÓS

Instituto, Escuela o Clínica _____

Nombre _____

Forma de aplicación _____ Prueba N° _____

Fecha de nac. _____	Motivos de la apl. _____
Edad: ____ años ____ meses	Fecha de hoy: _____
	Hora de inic.: _____ Duración: _____
	Hora de fn.: _____

Notas: _____ Total Serie 2: _____

Serie 1		Serie 2			
1		1	13	25	
2		2	14	26	
3		3	15	27	
4		4	16	28	
5		5	17	29	
6		6	18	30	
7		7	19	31	
8		8	20	32	
9		9	21	33	
10		10	22	34	
11		11	23	35	
12		12	24	36	
Punt. par:		Punt. par:			

ACTITUD DEL SUJETO		DIAGNOSTICO	
Forma de trabajo		Edad cron.	Puntaje
Reflexivo	Impulsivo	T/minut.	Percent.
Rápida	Lenta	Discrep.	Rango
Inteligente	Torpe	Diagnóstico	
Concentrada	Distraída		
Disposición			
Dispuesta	Fatigada		
Interesada	Desinteresada		
Tranquila	Intranquila		
Segura	Viciosa	Examinador	
Perseverancia			
Uniforme	Irregular		

Anexo 5

1.-INTERPRETACIÓN PROTOCOLO DE PRUEBA RAVEN (ESCALA AVANZADA)

- Ficha de identificación.

Nombre:

Edad: 24 años 2 meses.

Institución: Escuela de Medicina UVAQ.

Puntuación parcial en prueba: 30

Motivo de Aplicación: Investigación.

Coeficiente intelectual: 95 (superior al promedio)

Interpretó: Psic. Magdalena del Rosario León García. Ced. Prof. 8816729

De acuerdo con los resultados observados en la ejecución de la prueba tenemos que presenta una adecuada capacidad de razonamiento lo cual nos deja ver una capacidad **superior al promedio**, es una chica con una gran capacidad de abstracción, comprensión y ejecución de tareas al momento y en corto tiempo.

Es importante seguir potencializando la inteligencia cristalizada (es la que nos lleva a adquirir nuevas habilidades, por medio de actividades que le presenten un reto intelectual, pues tiende a aburrirse con facilidad en situaciones que ya no se observan como desafiantes)

Referencias

(n.d.).

American Diabetes Association. 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes 2019. *Diabetes Care* 2019;42(Suppl. 1):S13–S28.

Bang, H., Edwards, A. M., Bombback, A. S., Ballantyne, C. M., Brillon, D., Callahan, M. A., Kern, L. M. (2009). Development and Validation of a Patient Self-assessment Score for Diabetes Risk. *Annals of Internal Medicine*, 775 - 783.

Bilker, W. B., Hansen, J. A., Brensinger, C. M., Richard, J., Gur, R. E., & Gur, R. C. (2012). Development of Abbreviated Nine Item Forms of the Raven's Standard Progressive Matrices Test. *Assessment SAGE*, 354 - 369.

Diana P. Díaz Hernández, L. C. (2002). ¿Cómo se transporta la glucosa?. *IATREIA*, 179-189.

Díaz & Burgos, L. (2002). ¿Cómo se transporta la glucosa a través de la membrana celular? *Latreia*.

Fisher, G. G., Chacón, M., & Chaffe, D. S. (2019). Theories of Cognitive Aging and Work. In G. G. Fisher, *Cognitive Functioning* (pp. 17 - 45). London: Elsevier.

González, G., Avila, H., Breña, H. (1988). Utilización de la curva de tolerancia a la glucosa oral como criterio para validar algunos indicadores de riesgo de presentar intolerancia a la glucosa. *Rev. invest. clín.*, 259-64.

Hagan, K. (2015, Junio 17). *American Diabetes Association*. Retrieved Marzo 24, 2016, from American Diabetes Association: <http://www.diabetes.org/es/vivir-con-diabetes/tratamiento-y-cuidado/el-control-de-la-glucosa-en-la-sangre/control-de-la-glucosa.html>

Hamel, R., & Schmittmann, V. D. (2006). The 20-Minute Version as a Predictor of the Raven Advanced Progressive Matrices Test. *Education and Psychological Measurement*, 1039 - 1046.

Hoyland, A., Dye, L., & Lawton, C. L. (2009). A systematic review of the effect of breakfast on the cognitive performance of children and adolescents. *Nutrition Research Reviews*, 220 - 243.

Lo, J. C., Ong, J. L., & Leong, R. L. (2016). Cognitive Performance, Sleepiness, and Mood in Partially Sleep Deprived Adolescents: The Need for Sleep Study. *Pediatrics*, 678 - 698.

López-Frías, M. d., Hernández, S. V., & Escofe, F. S. (2007). GLP-1. Generalidades e interacción incretinas-nutrientes. *Revista Clínica Española*, 501-504.

Lucrecia Mutti, J. G. (2014). Abordaje del paciente con hipoglucemia. *Fronteras en Medicina*, 85-91.

Masharani, U., & Gitelman, S. E. (2012). 18. Transtornos Hipoglucémicos. In *Greenspan Endocrinología Básica y Clínica* (pp. 657-673). Morelia: Mc Graw Hill.

Michelle D. Florence, M. P. (2008). Diet Quality and Academic Performance. *Journal of School Health*, 209-215.

- Ostrosky-Solís, F. &. (1999). NEUROPSI: A brief neuropsychological test battery in. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 413-433.
- Pablo Simón Lordaa, L. C. (1993). El consentimiento informado: Teoría y práctica. *MEDICINA CLÍNICA*, 659-663.
- Peter T. Fox, M. E. (1988). Nonoxidative Glucose Consumption During Focal. *SCIENCE*, 462-464.
- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. C. (1990). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales*. London: HK Lewis.
- Rossi Casé, L., Neer, R., & Lopetegui, S. (2001-2002). Test de matrices progresivas de Raven: Construcción de baremos y constatación del "Efecto Flynn". *Orientación y Sociedad – 2002 – Vol. 3*, 181-187.
- Stuart Wood, P. T. (2003). Glucose transporters (GLUT and SGLT): expanded families of sugar transport proteins. *British Journal of Nutrition*, 3-9.
- Taras, H. (2005). Nutrition and Student Performance at School. *Journal of School Health*, 199-213.
- Téllez Mosquera, J., & Cote Menéndez, M. (2006). Alcohol étílico: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado. *Revista de la Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia*, 32-47.
- Valmore Bermúdez, F. B. (2007). Biología molecular de los transportadores. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 76-86.
- van PraagHenriette, F. M. (2014). Exercise, Energy Intake, Glucose Homeostasis, and the Brain. *The Journal of Neuroscience*, 15139-15149.
- Vicente Castrejón, R. C. (2007). Mecanismos Moleculares Que Intervienen en el Transporte De Glucosa. *REB*, 49-57.