

# *Efecto de la diabetes mellitus tipo 1 en parámetros fisiológicos en respuesta a situaciones de estrés académico*



## Pre- Estrés

- Presión
- Presión parcial del oxígeno
- Temperatura corporal
- Frecuencia cardíaca

**FID+ciencia**



## Durante el estrés



**Alumna investigadora:** Natalia Torralbo Córdoba

**Curso:** 2º Bachillerato

**Centro:** IES Fidiana de Córdoba

**PROFESORA COORDINADORA:** Dra Elena León Rodríguez (IES Fidiana de Córdoba)

**ABSTRACT**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2.- OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.- MATERIALES Y MÉTODOS. ....</b>	<b>7</b>
4.1.- VARIABLES DE ESTUDIO .....	7
4.2.- MATERIAL EXPERIMENTAL Y/O INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN .....	7
4.3.- DISEÑO DEL TRABAJO DE LABORATORIO.....	7
<b>5.- RESULTADOS.....</b>	<b>8</b>
5.1.- PERCEPCIÓN DE ESTRÉS.....	8
5.2.- TEMPERATURA CORPORAL (TC).....	9
5.3.- PRESIÓN ARTERIAL (PAS Y PAD).....	9
5.4.- FRECUENCIA CARDIACA (FC).....	10
5.5.- PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO EN SANGRE (PO <sub>2</sub> ).....	11
5.5.- GLUCEMIA EN SANGRE.....	11
<b>6.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>7.- AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>13</b>
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>13</b>

# EFFECTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 1 EN PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN RESPUESTA A SITUACIONES DE ESTRÉS ACADÉMICO

Torralbo-Córdoba, N.<sup>1</sup>, León-Rodríguez, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IES Fidiana

## RESUMEN

El estrés académico tiene efectos relevantes en el organismo, que pueden ser más marcados en individuos con enfermedades crónicas como la diabetes mellitus tipo 1, debido a alteraciones metabólicas. Esta investigación analiza las diferencias en la respuesta fisiológica al estrés académico entre estudiantes con y sin diabetes tipo 1, evaluando presión arterial (PA), frecuencia cardíaca (FC), saturación de oxígeno (PO<sub>2</sub>), temperatura y glucemia antes y durante un examen. Los resultados mostraron que, en estudiantes diabéticos, la presión arterial sistólica (PAS) aumentó significativamente (+35,6 mm Hg) frente a un incremento leve en sanos, mientras que la presión diastólica (PAD) también se elevó (+15,62 mm Hg), indicando una respuesta hipertensiva sostenida y una posible rigidez arterial en jóvenes diabéticos. La FC se incrementó en ambos grupos, pero la combinación de FC y PAS más altas en diabéticos sugiere una mayor sobrecarga cardiovascular. La PO<sub>2</sub> disminuyó significativamente (-10 mm Hg) en el grupo diabético, reflejando menor eficiencia ventilatoria bajo estrés. Se observó un leve aumento térmico (+0,1 °C) en diabéticos y un incremento notable de glucemia (+51,17 mg/dl), asociado a la liberación de cortisol. Estos hallazgos indican que el estrés académico genera una respuesta fisiológica menos eficiente en personas con diabetes tipo 1, lo que podría incrementar su riesgo cardiovascular y respiratorio. Se subraya la importancia del monitoreo fisiológico preventivo en esta población.

**Palabras clave:** estrés académico, diabetes tipo 1, presión arterial, frecuencia cardíaca, riesgo cardiovascular.

## ABSTRACT

Academic stress has significant effects on the body, which may be more pronounced in individuals with chronic diseases such as type 1 diabetes mellitus, due to metabolic alterations. This study analyzes the differences in physiological responses to academic stress between students with and without type 1 diabetes, evaluating blood pressure (BP), heart rate (HR), oxygen saturation (PO<sub>2</sub>), temperature, and blood glucose levels before and during an exam. Results show that in diabetic students, systolic blood pressure (SBP) increased significantly (+35.6 mmHg) compared to a slight increase in healthy individuals, while diastolic blood pressure (DBP) also rose (+15.62 mmHg), indicating a sustained hypertensive response and possible early arterial stiffness. HR increased in both groups; however, the combined elevation of HR and SBP in diabetics suggests a greater cardiovascular load. PO<sub>2</sub> significantly decreased (-10 mmHg) in the diabetic group, reflecting reduced ventilatory efficiency under stress. A slight thermal increase (+0.1 °C) was observed in diabetics, and a notable rise in blood glucose levels (+51.17 mg/dl) was associated with cortisol release. These findings indicate that academic stress triggers a less efficient physiological response in individuals with type 1 diabetes, potentially increasing their cardiovascular and respiratory risk. The importance of preventive physiological monitoring in this population is emphasized.

**Keywords:** academic stress, type 1 diabetes, blood pressure, heart rate, cardiovascular risk.

## 1.- INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 1 es una enfermedad autoinmune que destruye las células  $\beta$  del páncreas y deficiencia de insulina (American Diabetes Association, 2023). Esto hace que las personas enfermas tengan que controlar de forma estricta la cantidad de glucosa en sangre para prevenir complicaciones. Sin embargo, diversos factores externos, como el estrés, pueden alterar este equilibrio

El estrés académico, una forma de estrés psicológico común en estudiantes, es muy importante en el entorno escolar y con un efecto documentado en los sistemas del organismo. Está asociado a una activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y al sistema nervioso simpático, que provocan un aumento en la liberación de cortisol y catecolaminas, hormonas que elevan la glucosa en sangre y otras respuestas fisiológicas como frecuencia cardíaca y presión arterial ((McEwen, 2007; Thoma et al., 2012). La respuesta al estrés puede diferir significativamente entre individuos con enfermedades crónicas, como la diabetes mellitus tipo 1, respecto a individuos sanos, debido a alteraciones metabólicas en la regulación de su metabolismo. Estudios han demostrado que el estrés puede dificultar el manejo de la diabetes, incluso en pacientes con buena adherencia al tratamiento (Delamater, 2006).

A pesar de estos hallazgos, existe una limitada exploración sobre cómo el estrés académico específico afecta los parámetros fisiológicos en personas con diabetes. Esta investigación busca aportar evidencias sobre cómo el estrés afecta al organismo según el estado metabólico del individuo e identificar las posibles diferencias en la reactividad fisiológica al estrés. Comprender esta relación podría aportar valiosa información para el diseño de estrategias integrales que mejoren tanto el rendimiento académico como la calidad de vida de los estudiantes con esta condición.

Se plantea como **hipótesis** que los estudiantes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 1 presentan alteraciones significativamente mayores en parámetros fisiológicos —como glucemia, frecuencia cardíaca y presión arterial— en respuesta a situaciones de estrés académico, en comparación con estudiantes sin dicha condición.

## 2.- OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

- Analizar las diferencias en los parámetros fisiológicos en respuesta al estrés en personas que padecen diabetes tipo 1 y aquellos que no. Para ello, se evaluarán variables fisiológicas como glucemia, la presión arterial, la frecuencia cardíaca, temperatura corporal y presión parcial de oxígeno en dos momentos clave: **antes y durante un examen**
- Determinar la correlación entre el nivel de estrés percibido y los cambios en los parámetros fisiológicos en estudiantes con diabetes mellitus tipo 1.
- Identificar cómo el estrés o la carencia del mismo afecta, con el fin de comprender las implicaciones en la salud y explorar posibles estrategias para mejorar su manejo.

## 3.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

**La diabetes mellitus tipo 1** es una enfermedad autoinmune crónica en la que el sistema inmunológico ataca por error a las células beta del páncreas, que son las encargadas de producir insulina. Esta hormona es esencial para permitir que la glucosa entre en las células del organismo y la puedan emplear como

energía. La deficiencia de insulina provoca niveles elevados de glucosa en sangre que genera complicaciones si no se controla. (American Diabetes Association, 2023).

Entre las complicaciones más comunes se encuentran:

- **Rinopatía diabética**, daño en los vasos sanguíneos de la retina que puede conducir a la ceguera
- **Nefropatía diabética**, daño renal progresivo que puede derivar en insuficiencia renal crónica
- **Neuropatía diabética**, lesión de nervios periféricos que provoca dolor, pérdida de sensibilidad o problemas autonómicos
- **Incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares** como infarto de miocardio, enfermedad en las arterias y accidente cerebrovascular. (Rawshani et al., 2018)
- Además, un estado de **hipoglucemia severa puede llevar a cetoacidosis diabética**, condiciones que requieren atención médica urgente y pueden ser potencialmente mortales si no se tratan adecuadamente (American Diabetes Association, 2023).

**El estrés académico** se refiere a la a la respuesta física y emocional que experimentan los estudiantes debido a las demandas y presiones del entorno educativo, como exámenes, entregas de trabajos y presentaciones orales. Este tipo de estrés puede afectar negativamente la salud física y mental, manifestándose en síntomas como ansiedad, problemas de sueño y dolores de cabeza (Uniminuto, 2022).

Estar en estrés, a nivel fisiológico, es una respuesta del cuerpo en la que aumentan la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la respiración y las hormonas como el cortisol y la adrenalina

Estar en reposo, a nivel fisiológico, es un estado en el que el cuerpo mantiene funciones básicas con gasto mínimo de energía: la frecuencia cardíaca, la respiración y la presión arterial se mantienen bajas y estables.

### Parámetros fisiológicos

- **Presión arterial (PA).** (American Diabetes Association, 2023; Flyn et al., 2017; MedlinePlus, 2022). Fuerza que ejerce la sangre contra las arterias durante el bombeo de corazón. Se expresa mediante dos valores: presión arterial sistólica (PAS), que es la presión máxima cuando el corazón se contrae para enviar sangre al cuerpo, y presión arterial diastólica (PAD), que es la presión mínima cuando el corazón está en reposo entre latidos (Cigna, 2023).

Por ejemplo, si la PAS de una persona es 110 milímetros de mercurio (mm Hg) y la PAD es 90 mm Hg, la presión arterial se registra como 110/90 y se lee "110 sobre 90".

Los valores de referencia de la presión arterial en adolescentes (de 12 a 18 años) varían ligeramente según el sexo, la edad y la talla, pero se pueden establecer rangos generales orientativos para facilitar su evaluación clínica.

Edad (años)	PAS (mmHg) – Normal	PAD (mmHg) – Normal
12	90–120	60–80
13–15	95–125	60–85
16–18	100–130	65–85

La hipotensión arterial es una condición en la que la presión arterial está anormalmente baja, lo que puede impedir un flujo adecuado de sangre al cerebro y otros órganos vitales. Los síntomas más comunes son mareos o desmayos, visión borrosa, fatiga y náuseas. Se considera hipotensión cuando PAS < 90 mm Hg y PAD < 60 mm Hg. La hipotensión puede ser fisiológica (por ejemplo, en atletas) o patológica, en cuyo caso constituye una enfermedad.

La hipertensión arterial es una condición crónica en la que la presión de la sangre contra las paredes de las arterias es persistentemente alta, lo que puede dañar el sistema cardiovascular con el tiempo. Lleva asociado riesgos de infarto de miocardio, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y daño ocular. En adolescentes, se evalúa en base a percentiles según edad, sexo y altura, pero una presión  $\geq 130/80$  mm Hg ya puede considerarse hipertensión clínica.

- **Frecuencia cardiaca (FC).** Se define como el número de latidos del corazón por minuto. Es un indicador importante de la función cardiovascular y varía según el nivel de actividad física, estado emocional y condiciones de salud generales. (Fundación del Corazón, 2023).

Las principales alteraciones que se produce en los adolescentes son taquicardias, cuando la FC es superior a 100 latidos por minuto (lpm) en reposo o bien bradicardia, cuando está por debajo de los 60 lpm en reposo. Menos frecuentemente, se pueden producir arritmias cuando el ritmo cardiaco es irregular. Las principales causas en adolescentes son la realización de ejercicio, emociones fuertes o la propia pubertad. No obstante, también se produce por causas patológicas como estrés crónico o ansiedad, hipoglucemia, problemas con la tiroides, anemia o uso de medicamentos.

Estas alteraciones reducen el rendimiento académico por fatiga o mala concentración y pueden llevar a producir fobia escolar en los casos relacionados con el estrés.

- **Presión Parcial de Oxígeno en Sangre (PO<sub>2</sub>).** (Casey et al, 2017; Levitian et al, 2014; MedlinePlus, 2023). La presión parcial de oxígeno en sangre arterial mide la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre. Es un parámetro fundamental para evaluar la eficacia de la transferencia de oxígeno desde los pulmones a la sangre y, por tanto, la función respiratoria

En los adolescentes y adultos jóvenes sanos los valores normales se encuentran 80–100 mmHg. Por debajo de este valor se considera que se está produciendo hipoxemia, cuyas causas más comunes son asma, neumonía, anemia severa, hipoventilación por ansiedad o malformaciones cardiopulmonares. Esta condición genera fatiga, debilidad, dificultad para concentrarse, disnea, cianosis y pérdida de conciencia en casos graves. En adolescentes con diabetes tipo 1, una PO<sub>2</sub> baja puede agravar situaciones como cetoacidosis diabética o crisis hipoglucémicas.

Se considera hiperoxia cuando la PO<sub>2</sub> es > 100 mmHg, especialmente si supera los 120 mmHg. Suele ocurrir por uso excesivo de oxigenoterapia, ventilación mecánica alta, buceo o cámaras hiperbáricas. Una exposición prolongada a exceso de oxígeno puede causar daño pulmonar por estrés oxidativo o daño en los alvéolos, vasoconstricción cerebral o colapso pulmonar.

#### 4.- MATERIALES Y MÉTODOS.

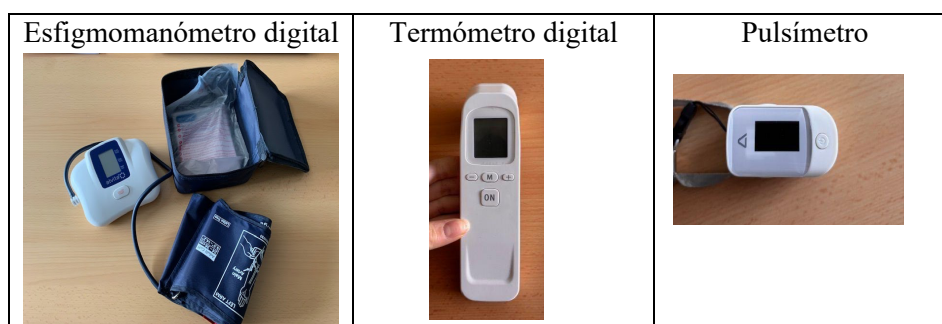
##### 4.1.- Variables de estudio

En este proyecto de investigación vamos a utilizar dos tipos de variables.

- Variables independientes. Muestra seleccionada de 30 estudiantes con diabetes tipo 1 y 30 estudiantes sanos. Ambos grupos estudiados fueron estudiantes interesados académicamente.
- Para cada grupo, se analizaron las respuestas obtenidas durante el estrés y antes de someterse a dicho estrés.
- Variables dependientes. Variables tomadas y analizadas antes y durante el examen: percepción de estrés, frecuencia cardíaca, presión parcial de oxígeno en sangre, temperatura corporal, la presión arterial PAD (máxima), PAS (mínima) y, por último, glucemia en sangre.

##### 4.2.- Material experimental y/o instrumentos de recogida de información

Los materiales empleados son, en gran parte, tecnológicos. Entre ellos se encuentran:



##### 4.3.- Diseño del trabajo de laboratorio

Para el presente proyecto se desea investigar acerca de las variables en los parámetros fisiológicos. Para ello, se han seguido los siguientes pasos

###### 1.-Consentimiento informado

En primer lugar, para poder realizar todas las medidas, se pidió a cada participante los consentimientos informados firmados por sus tutores legales. (Imagen 1). Dicho consentimiento juega un papel esencial en la investigación, y su firma es necesaria para llevar a cabo los estudios clínicos. Su objetivo principal fue informar a los participantes acerca de lo que implicaba participar en el estudio propuesto.

###### 2.- Recogida de datos de parámetros fisiológicos antes y durante el examen

Para comenzar, se realizaron las medidas de la presión arterial, la frecuencia cardíaca, temperatura corporal y presión parcial de oxígeno de cada uno los participantes en el estudio de antes de la situación estresante, es decir, sin examen y una semana del curso en la que

<p><b>FIDI</b> ciencia</p> <p><b>FIDIANA</b></p> <p><b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b></p> <p>Proyecto de investigación: <b>Efecto de la diabetes mellitus tipo 1 en parámetros fisiológicos en respuesta a situaciones de estrés académico.</b></p> <p>El presente estudio tiene como objetivo cuantificar y comparar las respuestas del estrés académico y personal entre individuos diagnosticados con diabetes mellitus tipo 1 y aquellos que no presentan dicha patología.</p> <p>Nuestro plan inicial es realizar tomar datos de la presión arterial, frecuencia cardíaca y nivel de estrés antes, durante y posterior a la realización de un examen, a estudiantes de Bachillerato y así establecer una base sólida para la investigación. Este proyecto está siendo llevado a cabo por estudiantes de 2º de Bachillerato en el marco de la asignatura de Investigación Avanzada y forma parte del Proyecto de Innovación Educativa FIDICiencia 3.0</p> <p>Toda la información recogida será tratada de manera anónima y agrupada, empleándose exclusivamente con fines estadísticos. En ningún momento se identificará a los participantes de forma individual; únicamente se registrarán datos como edad, género y posibles problemas de salud para análisis generales.</p> <p>Los participantes pueden solicitar en cualquier momento la finalización del experimento, el acceso a sus datos y el borrado de los mismos mediante correo electrónico dirigido a la investigadora del proyecto, Dra Elena León Rodríguez, cuya dirección es <a href="mailto:elcorco551@fidi-ciencia.es">elcorco551@fidi-ciencia.es</a></p> <p>Investigadora Coordinadora: Dra Elena León Rodríguez. Alumna investigadora: Natalia Torralba Corbió</p> <p>Di/Dña ..... con DNI ..... como padre/madre/tutor del alumno/a ..... del curso/grupo .....</p> <p><b>AUTORIZO</b> la participación de mi hijo/a en el proyecto descrito a la toma de datos confidenciales y de parámetros como la presión arterial, la frecuencia cardíaca y nivel de estrés.</p> <p>En ..... a ..... de ..... de 2024</p> <p>Fdo: ..... (nombre y apellidos del padre/madre/tutor)</p>
---

no tuvieran exámenes de ninguna asignatura. Se preparó una hoja de toma de datos la cual debía cumplimentar cada participante, en la que se recogía datos generales sobre sexo, edad, curso, fecha, día de la semana y hora de la toma de datos (Imagen 2).

Al mismo tiempo, cuando completaron los datos en la hoja dada que proporcionaba los huecos a rellenar de los datos medidos, completaron un cuestionario sobre su estado anímico en ese momento.

El dato de glucemia únicamente se registró en el grupo de personas diagnosticadas con diabetes mellitus tipo 1, dado que cuentan con sensores que permiten medir la glucosa en tiempo real. En cambio, en el grupo de estudiantes sanos no fue posible obtener esta medición, ya que requeriría la extracción de una gota de sangre, procedimiento invasivo para el cual no disponíamos de la capacitación profesional necesaria para llevarlo a cabo.

En segundo lugar, se recopilaron datos de las mismas variables durante la realización de un examen en una asignatura que generara estrés en los participantes.

### 3.- Análisis y tratamiento de los resultados.

Todos los datos tomados se introdujeron en una base de datos Excel a partir de los cuales se calcularon las variables en estudio. Los resultados obtenidos, viniendo de 30 réplicas biológicas, se analizaron empleando Excel y se representaron como la media  $\pm$  SD (Desviación estándar). Para el análisis del efecto de la diabetes mellitus 1 sobre los parámetros fisiológicos, se realizó una t de Student de dos colas. Se establecieron cuatro niveles de significancia: (\*) valor de  $p < 0,05$ ; (\*\*) valor de  $p < 0,01$ ; (\*\*\*) valor de  $p < 0,001$  y (\*\*\*\*)  $p$ -valor  $< 0,0001$ .

**EFFECTO DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 1 EN PARÁMETROS FISIOLÓGICOS EN RESPUESTA A SITUACIONES DE ESTRÉS ACADÉMICO**

**FICHA DE TOMA DE DATOS PRE-ESTRÉS/ESTRÉS**

El momento en el que tomaremos los datos será previo al examen o durante la prueba realizada en clase. Los datos medidos serán los siguientes mostrados en la tabla. Antes de realizar el cuestionario, complete con los datos mostrados en el recuadro

**Datos del alumno:**  
 Nombre y apellidos  
 Sexo: Masculino o Femenino  
 Edad:  
 Curso:  
 Centro educativo:  
 Fecha:  
 Día de la semana:  
 Hora a la que se toman los datos:

**GRUPO:**  
 Control/Diabético

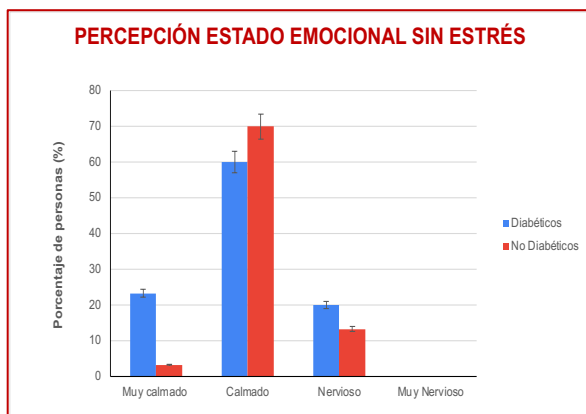
**PARÁMETROS FISIOLÓGICOS:**

<b>Saturación de Oxígeno en sangre (pO<sub>2</sub>):</b>	Percepción de estrés (indica lo que corresponda): • Muy nervioso@ • Nervioso@ • Calmo@ • Muy calmado@
<b>Frecuencia cardiaca (pulsos):</b>	<b>Temperatura corporal:</b>
<b>Glucemia:</b>	<b>Presión arterial:</b> PAS (máximo): PAD (mínimo):

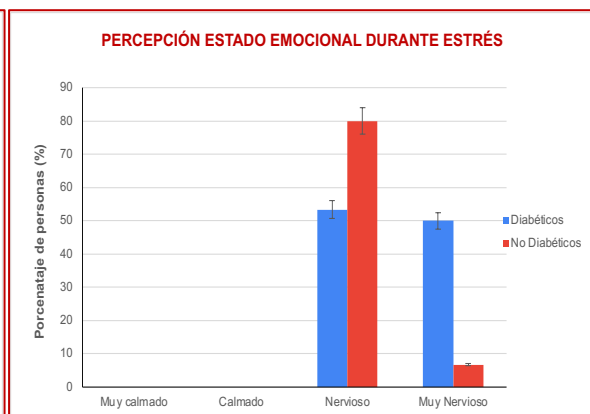
No olvides realizar el test del estado de ánimo en la web FIDCENCIA Erioca test

## 5.- RESULTADOS

### 5.1.- Percepción de estrés



Gráfica 1: percepción del estado emocional sin estrés.



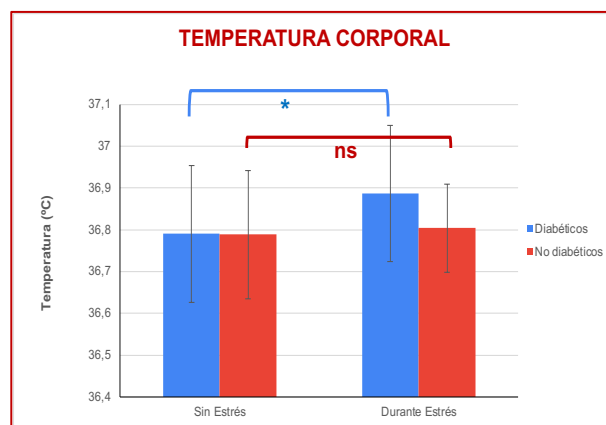
Gráfica 2: Percepción emocional durante el estrés



Como se observa en la Gráfica 1, el estado "calmado" es el estado más común en ambos grupos diabéticos y no diabéticos. El 60% de los diabéticos y el 70% de los no diabéticos se perciben como calmados sin estrés. Un mayor porcentaje de diabéticos (23%) se perciben como “muy calmado” en comparación con los no diabéticos (3%). Esto podría indicar que algunas personas con diabetes tienen una capacidad mayor de autorregularse emocionalmente en condiciones sin estrés

En presencia de estrés (Gráfica 2), el 80% de los no diabéticos y el 53 % de los diabéticos se sienten “nerviosos”, lo que indica que el estrés genera una respuesta emocional negativa en la mayoría, aunque los no diabéticos parecen sentirse más nerviosos que los diabéticos bajo estrés. Por otro lado, el estado “muy nervioso” es más frecuente en diabéticos (50%), mientras que en los no diabéticos este valor es muy bajo (6%). Esto sugiere que, aunque los no diabéticos tienden a sentirse más “nerviosos”, **los diabéticos experimentan una mayor intensidad emocional** bajo estrés, con un número considerable que se siente “muy nervioso”.

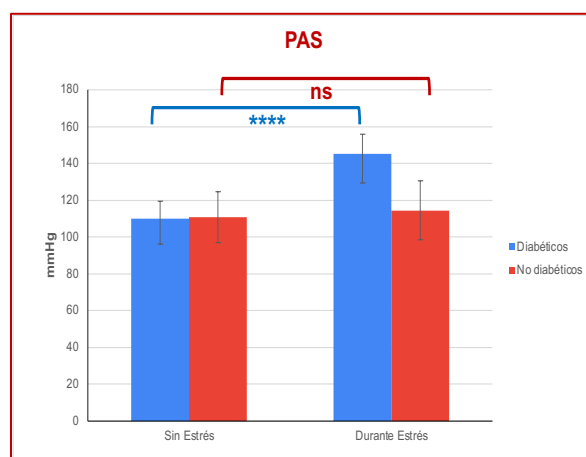
### 5.2.- Temperatura corporal (TC)



Gráfica 3: Temperatura corporal

La temperatura corporal en las personas diabéticas incrementó ligeramente de 36,8 a 36,9 °C en el grupo de las personas diabéticas (Gráfica 3). No se observaron diferencias en las personas sanas, que mantuvieron temperaturas corporales en reposo y en estrés de 36.8. Este ligero incremento observado (+0,1 °C) podría deberse a un aumento del metabolismo basal y de la actividad simpática durante el estrés.

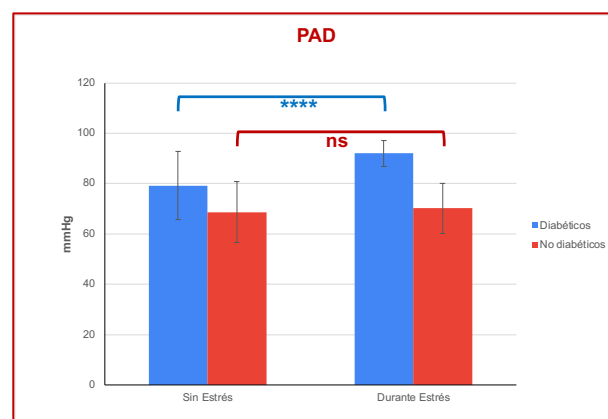
### 5.3.- Presión arterial (PAS y PAD)



Gráfica 4: Presión arterial sistólica (PAS)

En el grupo de las personas con diabetes Mellitus tipo 1 se incrementó la PAS de 109,9 mmHg a 145,5 mmHg, es decir un aumento muy marcado de + 35,6 mmHg (Gráfica 5). En el grupo sin diabetes la PAS subió ligeramente 110,7 mmHg a 114,4 mmHg (+3,7 mmHg), sin significancia estadística (Gráfica 5). Este incremento sufrido por las personas diabéticas en la PAS, es clínicamente notable y excede lo esperado en una respuesta al estrés, que suele ser de unos 10-15 mmHg en personas sanas. Tal y como ocurre en esta investigación ya que en las personas sanas solo aumentó 3,7 mmHg que es leve y dentro del rango de variabilidad normal.

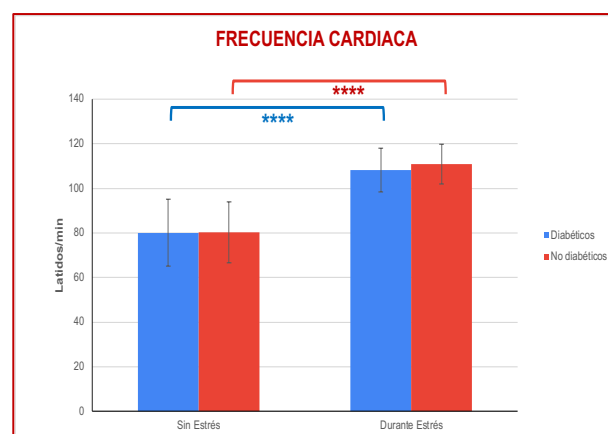
Así pues, la reactividad cardiovascular al estrés en personas con diabetes mellitus tipo 1, es mucho mayor y podría estar asociado a alguna alteración de la regulación simpática. Este hallazgo es muy útil como **marcador precoz de riesgo cardiovascular** y sugiere la importancia de monitorear la presión arterial no solo en reposo, sino también ante estímulos físicos o emocionales en las personas diabéticas.



**Gráfica 5:** Presión arterial diastólica (PAD)

En la Gráfica 5 se deduce que en las personas con diabetes la PAD aumentó hasta 91,96 mmHg, mientras en las personas sanas subió ligeramente de 68 a 70 mmHg. Solo en los diabéticos este incremento fue estadísticamente significativo. Esto se interpreta de nuevo como una mayor reacción cardiovascular de los diabéticos y que tienen una respuesta más exagerada al estrés, llegando a valores de PAD que se consideran dentro del rango de hipertensión diastólica. Además, este aumento podría ser una señal de alteración del SN que regula la presión arterial o de rigidez arterial.

#### 5.4.- Frecuencia cardíaca (FC)

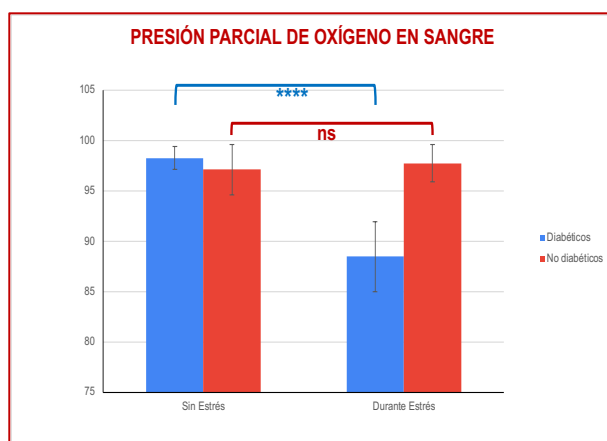


**Gráfica 6:** Frecuencia cardíaca

En la Gráfica 6, se observa que en el grupo de personas que sufren diabetes tipo 1, la frecuencia cardiaca durante la realización del examen (estrés) se incrementó considerablemente de 80,1 latidos/min a 108,16 Latidos/min (+28,06 latidos/min). Lo mismo sucedió en las personas sanas, en donde la frecuencia cardiaca incrementó de 80,3 latidos/min, en situaciones calmadas a 110, 94 latidos/min en situaciones de estrés (+30,64 latidos/min). La FC aumentó de forma estadísticamente muy significativa en ambos grupos, lo cual es una respuesta fisiológica normal al estrés. Sin embargo, la combinación de **alta FC + aumento desproporcionado de la PAS en el grupo diabético** podría estar reflejando un **mayor esfuerzo cardiovascular**, o una **alteración en el control del eje simpático adrenal**.

Aunque la FC se elevó considerablemente en los no diabéticos, el aumento de PAS fue muy leve. Esto sugiere una respuesta cardiovascular más eficiente y adaptativa en las personas sanas.

#### 5.5.- Presión parcial de oxígeno en sangre ( $PO_2$ )



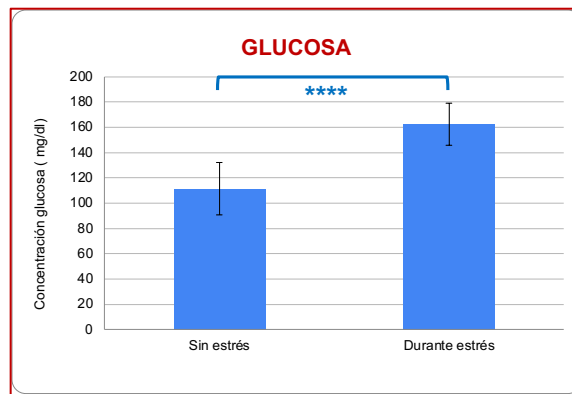
**Gráfica 7:** Presión parcial de oxígeno en sangre

En las personas diabéticas la presión parcial de oxígeno en sangre disminuyó fuertemente de 98,25 a 88,45. Esta disminución fue estadísticamente muy significativa (Gráfica 7). Esta disminución es también clínicamente relevante, ya que indica una menor eficiencia del intercambio gaseoso, durante una situación de mayor demanda de oxígeno. Además, esto podría reflejar una alteración en la regulación autonómica del sistema respiratorio y menor capacidad de adaptación respiratoria de las personas diabéticas.

El grupo de personas sanas no sufrió variación en la concentración de oxígeno, ya que se estuvieron los mismos valores medios de 97, 7, tanto en reposo como en situación de estrés. Ello indica una respuesta ventilatoria adecuada y un buen aporte de oxígeno de este grupo ante el estrés (Gráfica 7).

#### 5.5.- Glucemia en sangre

Los valores de glucosa durante el estrés en las personas con diabetes mellitus tipo 1 incrementaron fuertemente de 111,5 a 162, 67 mg/dl. Incremento que resultó muy significativo (+51,17 mg/dl). (Gráfica 8). El aumento pronunciado de la glucosa es una respuesta esperada al estrés agudo, mediada por hormonas reguladoras como el cortisol, adrenalina y glucagón, que estimulan la liberación de glucosa hepática. En personas con diabetes tipo 1, la falta de producción de insulina impide contrarrestar este pico, generando un aumento más brusco y sostenido. Este incremento podría reducir la eficiencia del transporte de oxígeno a los tejidos, lo cual puede empeorar la respuesta cardiovascular y respiratoria de este grupo de personas.



**Gráfica 8:** Nivel de glucosa en sangre en el grupo diabético

## 6.- CONCLUSIONES

- En el grupo con diabetes tipo 1, la presión arterial sistólica (PAS) se elevó de forma significativa (+35,6 mmHg), en contraste con un aumento leve en los individuos sanos, lo que sugiere una respuesta hipertensiva sostenida ante el estrés en las personas diabéticas. El notable incremento de la presión arterial diastólica (PAD) durante el estrés (+15,62 mmHg) refuerza la idea de que esta respuesta hipertensiva también se mantiene durante la fase diastólica.
- El aumento marcado tanto en la PAD como en la PAS podría indicar una posible rigidez arterial precoz, además de una hiperreactividad y un mayor riesgo de sufrir eventos hipertensivos en contextos de estrés académico.
- La frecuencia cardíaca (FC) se incrementó significativamente en ambos grupos, lo cual representa una respuesta fisiológica esperada; no obstante, la combinación del aumento de FC y PAS en el grupo diabético sugiere una mayor carga cardiovascular.
- En las personas con diabetes tipo 1, la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) disminuyó de forma considerable (-10 mmHg), mientras que en los individuos sanos se mantuvo estable, lo cual refleja una menor eficiencia ventilatoria ante el estrés, posiblemente relacionada por alteraciones vasculares.
- En el grupo diabético también se observó un leve aumento de la temperatura corporal (+0,1 °C), mientras que en el grupo control la temperatura no mostró cambios.
- La glucemia mostró un incremento significativo (+51,17 mg/dl), lo que evidencia una fuerte respuesta hormonal al estrés, específicamente la liberación de cortisol que induce una liberación aguda de glucosa hepática. Esta hiperglucemia podría agravar el impacto cardiovascular y metabólico en situaciones de estrés en este grupo más vulnerable.

**Conclusión final.** La combinación de todas estas variables y respuestas alteradas sugiere que, en personas con diabetes mellitus tipo I, el estrés genera una respuesta fisiológica menos eficiente, lo que puede tener implicaciones clínicas importantes, incluso en individuos jóvenes. Además, estos resultados subrayan la importancia del monitoreo fisiológico preventivo en esta población, tanto en reposo como en condiciones de estrés, para la detección precoz de riesgo cardiovascular y respiratorio.

## 7.- AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a la profesora que ha coordinado el proyecto de investigación, Elena León Rodríguez, al IES Fidiana y al Proyecto de Innovación Educativa y Desarrollo Curricular Fidiciencia 3.0.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA

- American Diabetes Association. (2023). Standards of Medical Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Supplement\_1), S1–S291. <https://doi.org/10.2337/dc23-S001>
- American Diabetes Association. (2023). Standards of medical care in diabetes—2023. *Diabetes Care*, 46(Supplement\_1), S1–S264. <https://doi.org/10.2337/dc23-Sint>
- Bottazzo, G. F., Pujol-Borrell, R., & Gale, E. A. (1985). Indications of severe psychological stress as a risk factor for Type 1 diabetes mellitus. *Diabetologia*, 28(5), 372–374. <https://doi.org/10.1007/BF00400277>
- Casey, J. R., & McVicar, A. (2017). Oxygen therapy: Clinical best practice and safety considerations. *British Journal of Nursing*, 26(6), 326–332. <https://doi.org/10.12968/bjon.2017.26.6.326>
- Cigna. (2023). Presión arterial sistólica y diastólica. <https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/hw/presin-arterial-sistlica-y-diastlica-sts15325>
- Clínica Universidad de Navarra. (s.f.). Diabetes mellitus tipo 1. Recuperado de <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/diabetes-tipo-1>
- Delamater, A. M. (2006). Psychological care of children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, 7(5), 274–288. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2006.00186.x>
- Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., ... & Urbina, E. M. (2017). Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*, 140(3), e20171904. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1904>
- Fundación del Corazón. (2023). Frecuencia cardíaca. <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/marcadores-de-riesgo/frecuencia-cardiaca.html>
- Levitan, R. M. (2014). The dangers of hyperoxia. *Emergency Medicine News*, 36(1), 1. <https://doi.org/10.1097/01.EEM.0000443867.98996.02>
- McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain. *Physiological Reviews*, 87(3), 873–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2006>
- MedlinePlus. (2022). Hipotensión arterial. <https://medlineplus.gov/spanish/lowbloodpressure.html>
- MedlinePlus. (2022). Presión arterial. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007490.htm>
- MedlinePlus. (2023). Gasometría arterial. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003855.htm>
- MedlinePlus. (2023). Presión parcial de oxígeno en sangre. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003855.htm>
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (s.f.). Resistencia a la insulina y la prediabetes. Recuperado de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es/resistencia-insulina-prediabetes>

- Rawshani, A., Rawshani, A., Franzén, S., Sattar, N., Eliasson, B., Svensson, A. M., & Gudbjörnsdottir, S. (2018). Risk factors, mortality, and cardiovascular outcomes in patients with type 1 diabetes. *New England Journal of Medicine*, 376(15), 1407–1418.  
<https://doi.org/10.1056/NEJMoal608664>
- Rojas de P., E., Molina, R., & Rodríguez, C. (2012). Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10(supl.1). Recuperado de [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1690-31102012000400003&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1690-31102012000400003&script=sci_arttext)
- Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2012). The effect of music on the human stress response. *PLoS ONE*, 7(8), e70156.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070156>
- Uniminuto. (2022). Estrés académico: qué es y cómo manejarlo efectivamente.  
<https://virtual.uniminuto.edu/blog/estres-academico-que-es-y-como-manejarlo-efectivamente>