

Influencia de Herramientas Digitales en el Aprendizaje de Química para Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Tijuana

Residencia Profesional

8 de diciembre de 2023

Abraham Jhared Flores Azcona

Luis Enrique Miguel Villegas



Agenda

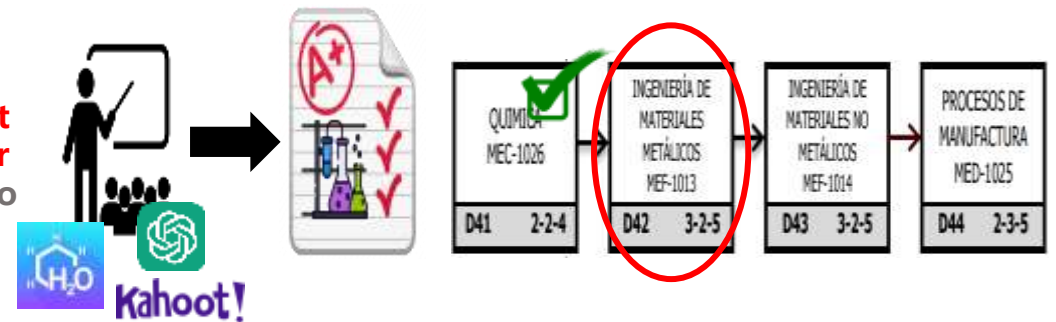
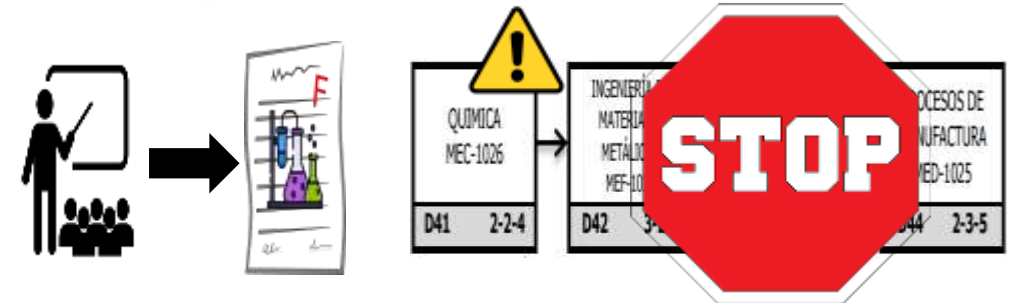
| | |
|---|----|
| ❑ Introducción: IMEC y la materia de Química | 3 |
| ❑ Objetivos | 4 |
| ❑ Marco Teórico: TICs, Enseñanza-Aprendizaje, Desarrollo Adolescente y Teoría Humanista de Maslow | 5 |
| ❑ Desarrollo | 8 |
| ❑ Resultados | 9 |
| ❑ Conclusiones | 32 |
| ❑ Referencias | 33 |

Introducción: IMEC y la materia de Química



Problemática: Se ha presentado un **alto índice de reprobación en Química** para IMEC, que **impide el avance reticular con las materias seriadas**

Propuesta de solución: **Utilizar ChatGPT, Kahoot y Chemistry para reducir dicho índice** como apoyo pedagógico



Objetivos

General

- ❑ ***Determinar*** el impacto de la utilización de herramientas digitales en el aprendizaje y rendimiento de la asignatura de Química en estudiantes de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Tijuana.

Específicos

- ❑ ***Identificar y analizar*** cuales herramientas digitales se encuentran disponibles para el apoyo de la enseñanza de Química en el contexto de Ingeniería Mecánica.
- ❑ ***Evaluar*** el nivel de comprensión de los conceptos de Química, el interés y la motivación en comparación con tradicionales de enseñanza por medio de pruebas relacionadas con los temas vistos en la materia.
- ❑ ***Comparar*** el rendimiento académico de los estudiantes al utilizar diferentes tipos de herramientas digitales en el aprendizaje de Química por medio de pruebas relacionadas con los temas vistos en la materia.
- ❑ ***Diseñar*** intervenciones educativas basadas en herramientas digitales para optimizar el aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes.

Marco Teórico: TICs, Enseñanza-Aprendizaje, Desarrollo Adolescente y Teoría Humanista de Maslow

TICS

- ❑ **Tecnologías de la Información y Comunicación**
- ❑ Barriga Gutierrez y Andrade (2012) comentan que las TIC no vienen a sustituir a los maestros, apuntes en cuadernos, las explicaciones por pizarras y los libros de texto, si no a complementarlos.

Enseñanza-Aprendizaje

- ❑ Ramos (2021) menciona que **con la contingencia sanitaria del COVID-19, la forma de impartir clases ha sido envuelta con varias tecnologías digitales.**
- ❑ Arroba Arroba y Acurio Maldonado (2021) mencionan que **enseñar Química sin las TIC trae consigo dificultades de aprobación.**
- ❑ **Herramientas propuestas: (1) ChatGPT** (Montenegro-Rueda et al., 2023; Santos, 2023; Schönberger, 2023), **(2) Kahoot** (Al Ghawail y Ben Yahia, 2022; Murciano-Calles, 2020) **y (3) Chemistry**

Marco Teórico: TICs, Enseñanza-Aprendizaje, Desarrollo Adolescente y Teoría Humanista de Maslow

Desarrollo Adolescente

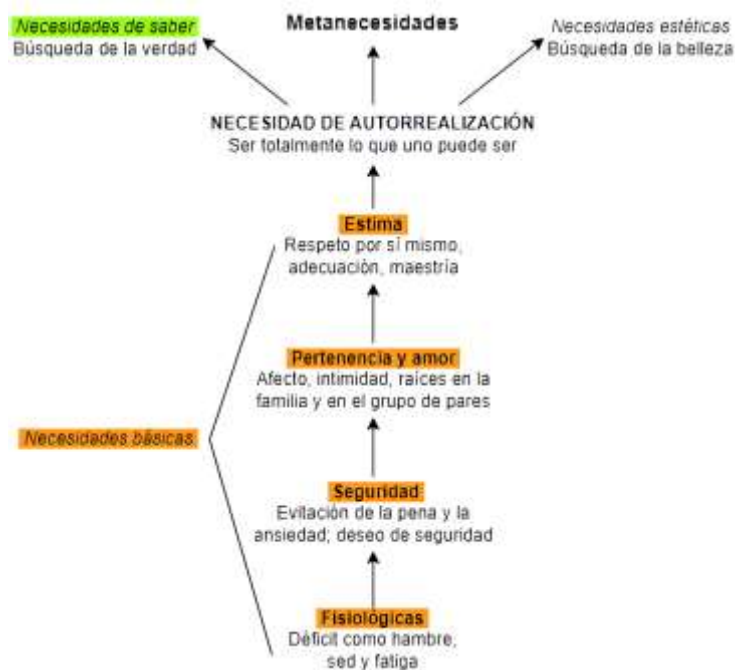
- ❑ **Comprende desde los 10 años hasta los 25 años** (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine et al, 2019).
- ❑ **Los cambios físicos son el desarrollo de las características sexuales secundarias** (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine et al., 2019) **que pueden reducir e inclusive impedir el confort del adolescente** (Luna Treviño, 2015).
- ❑ **Los cambios fisiológicos son los que alteran el estado de ánimo** (Luna Treviño, 2015).

Teoría Humanista de Maslow

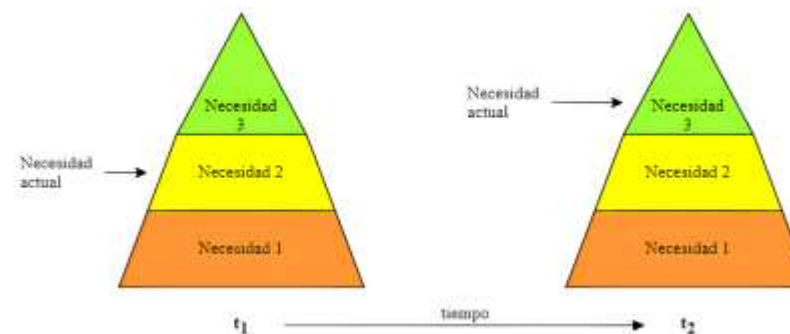
- ❑ *"(...) la conducta no está motivada por necesidades meramente primales. Habiendo logrado satisfacer dichas necesidades, surgen aquellas como la seguridad, pertenencia y autoestima. Finalmente, tenemos las "metanecesidades" que recaen en la búsqueda de la belleza, conocimiento, justicia y verdad"* Solod (2009, pp. 284-298).

Marco Teórico: TICs, Enseñanza-Aprendizaje, Desarrollo Adolescente y Teoría Humanista de Maslow

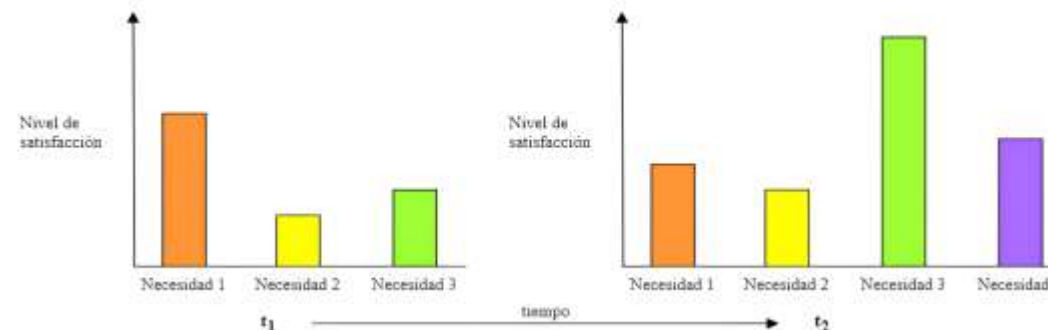
Teoría Humanista de Maslow



Interpretación incorrecta



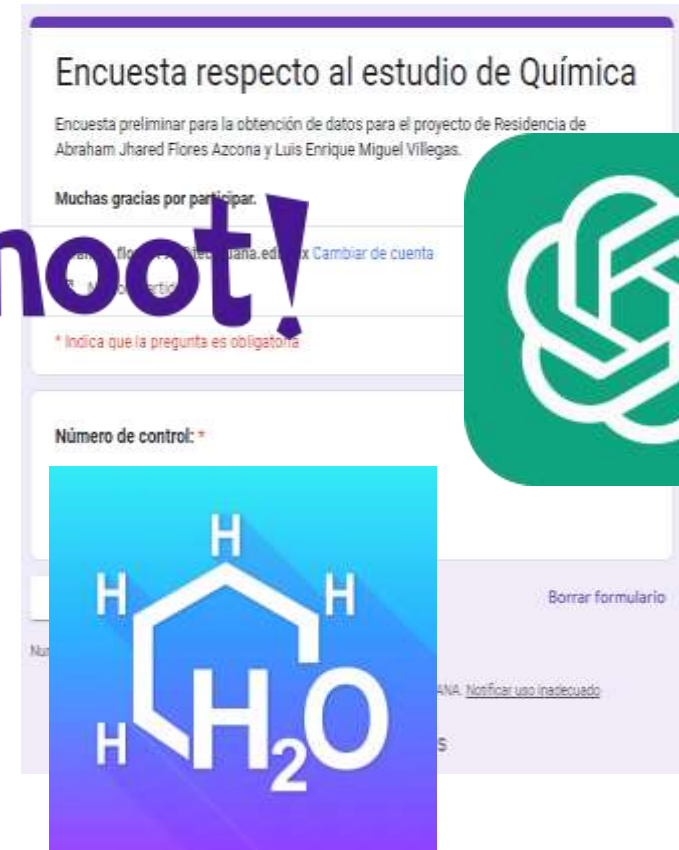
Interpretación correcta



Desarrollo

- ❑ Enfoque Metodológico: **metodología mixta**
- ❑ Muestra: **39 estudiantes** de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Tijuana (**34 hombres, 5 mujeres**); se dividieron en **20 sujetos para el Grupo de Control** y **19 sujetos para el Grupo Experimental**
- ❑ Instrumentos o Recursos Utilizados: (1) Encuesta Preliminar, (2) Actividades para tratamiento, (3) Pre-Test y Post-Test, (4) ChatGPT, (5) Kahoot, (6) Chemistry

Kahoot!

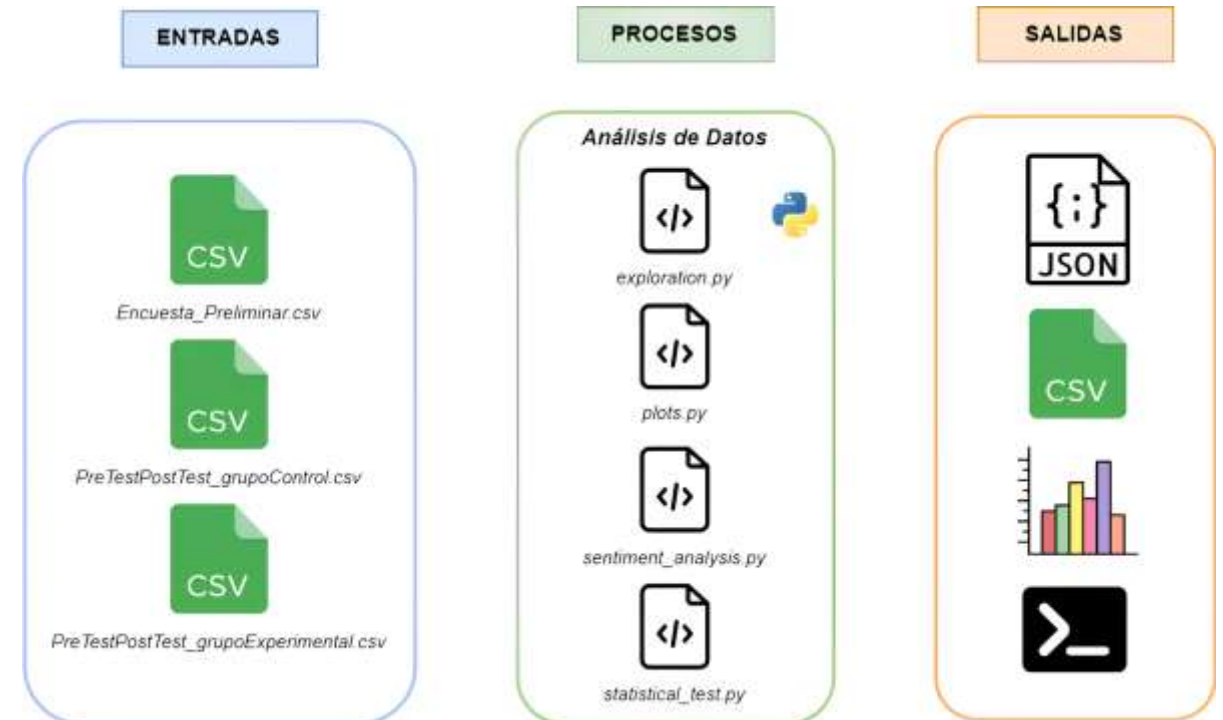


Desarrollo

- ❑ Estrategias de análisis de datos:
pipeline desarrollado en Python
(disponible en GitHub*)



Entradas, procesos y salidas del análisis de datos en Python



Nota: Principalmente, los tres archivos dados como **ENTRADAS** se procesan en distintos archivos .py de **PROCESOS**. Dependiendo del caso, se pueden producir otros archivos .csv, archivos JSON, gráficas y mensajes de consola para facilitar la comprensión de los datos (como se muestra en **SALIDAS**). Por lo anterior, también se pueden utilizar dichos archivos generados como **ENTRADAS** para otras manipulaciones.

Resultados

❑ Se muestran en **4 secciones:**

- 1) Comparativa de Reticulas de Química
(ISC vs IMEC)***
- 2) Encuesta Preliminar***
- 3) Pre-test y Post-test***
- 4) Análisis Integrador***

Resultados

1) Comparativa de Reticulas de Química (ISC vs IMEC)

El temario de IMEC contiene tópicos mas complejos en comparación al temario de ISC

Comparativa de retículas de la materia de Química para ISC e IMEC

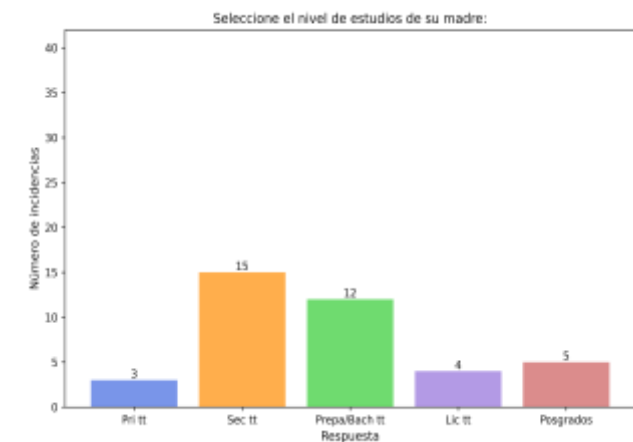
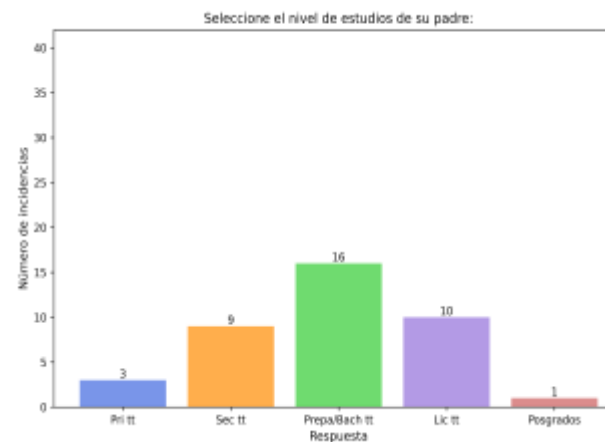
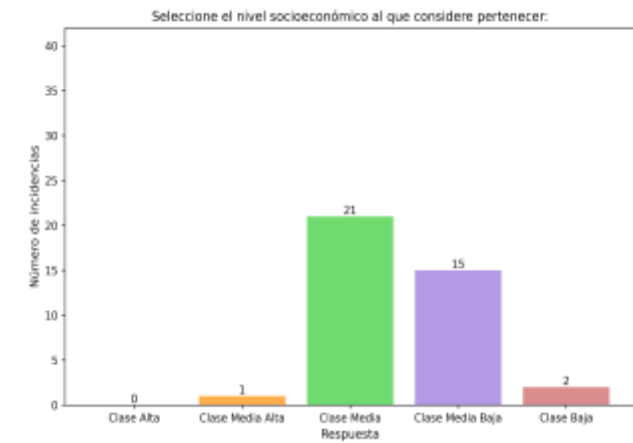
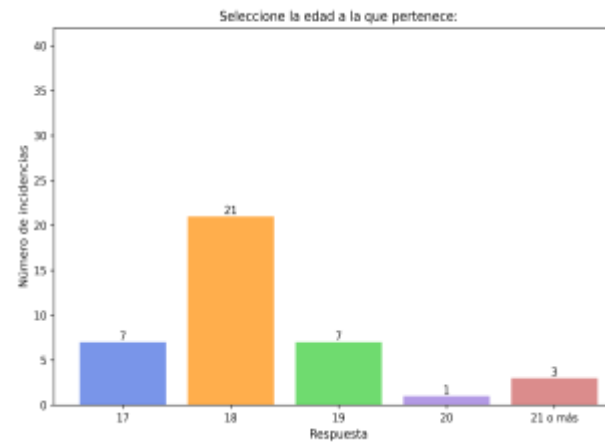
| | ISC | IMEC |
|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| Cantidad de unidades | 4 | 7 |
| Tema más complejo | Teoría Cuántica | Cristalografía |
| Similitudes | Enlaces Químicos, Reacciones Químicas | - |
| Diferencias | - | Materia, estructura y periodicidad, Termodinámica y electroquímica, y Equilibrio Térmico |
| Densidad percibida del temario | Moderado | Muy denso |

Nota: **ISC:** Ingeniería en Sistemas Computacionales. **IMEC:** Ingeniería Mecánica. La densidad percibida del temario se obtuvo por medio de un *prompt* para ChatGPT.

Resultados

2) Encuesta Preliminar

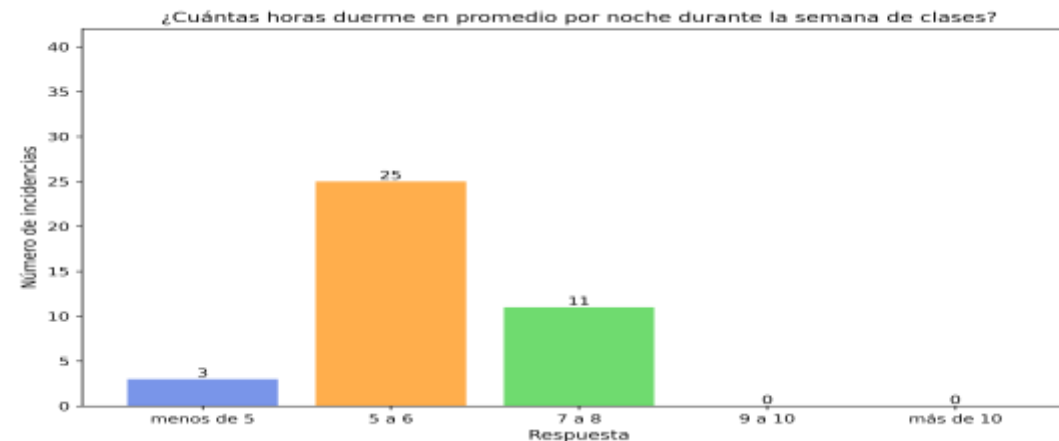
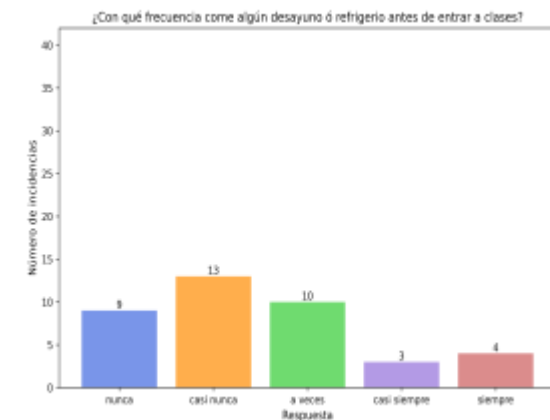
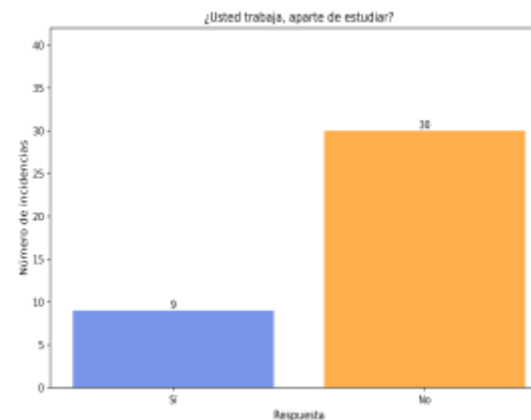
En lo que respecta de los datos demográficos, **nuestro grupo de estudio está compuesto mayormente de sujetos con 18 años de edad, pertenecientes de clase media a media baja, y la educación de los padres es variada**



Resultados

2) Encuesta Preliminar

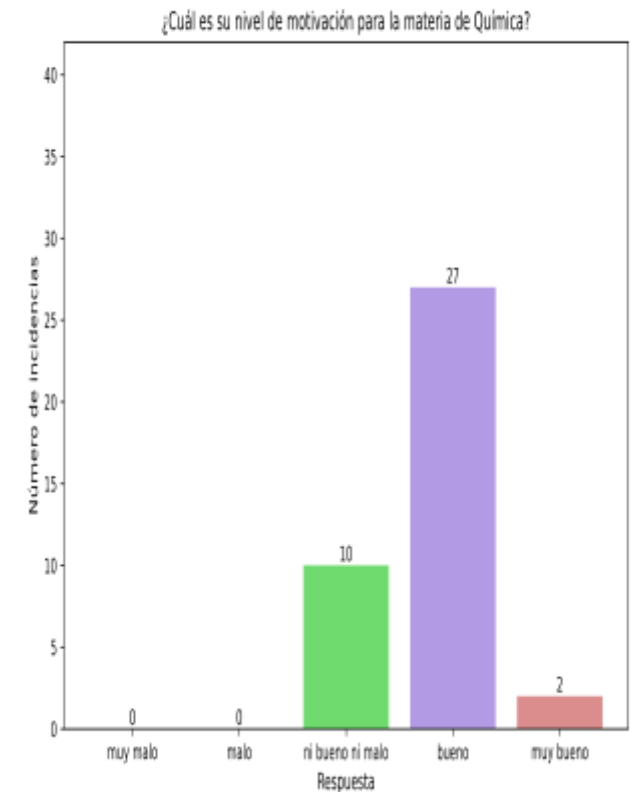
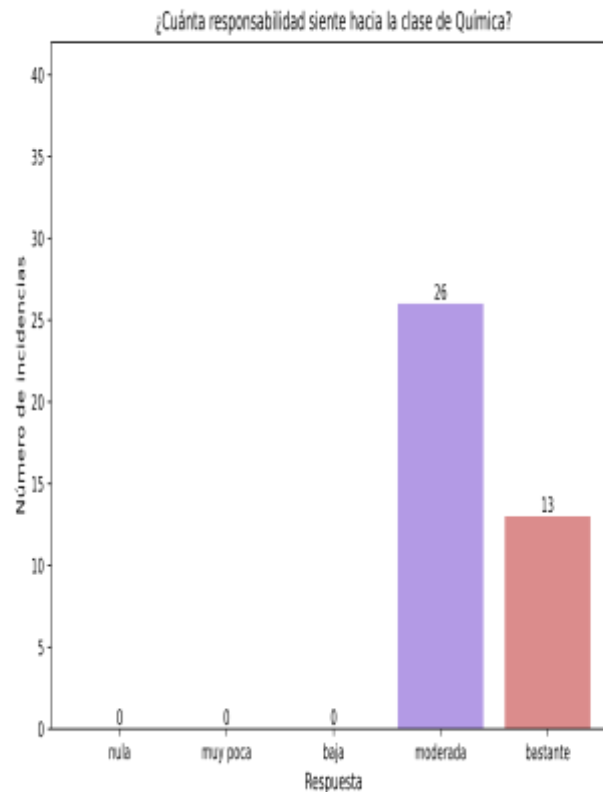
En lo que respecta de los datos de bienestar, **la gran mayoría no trabaja, es muy inusual que coman previo a clases, y duermen alrededor de 5 a 6 horas diarias**



Resultados

2) Encuesta Preliminar

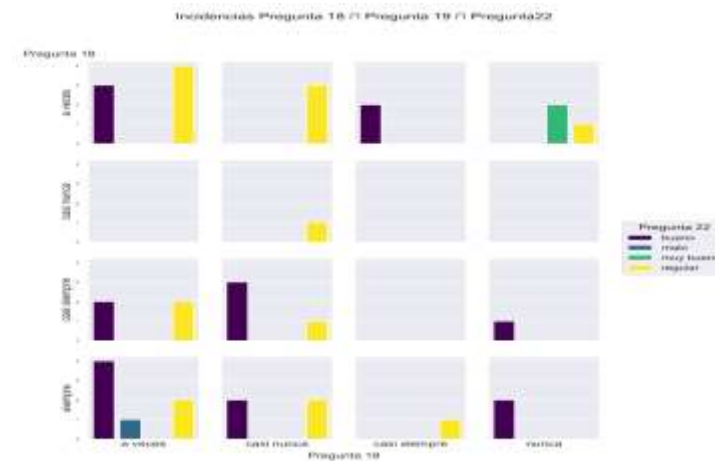
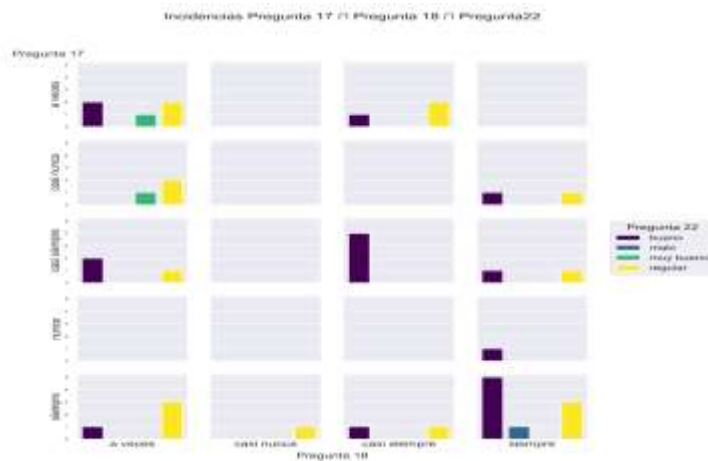
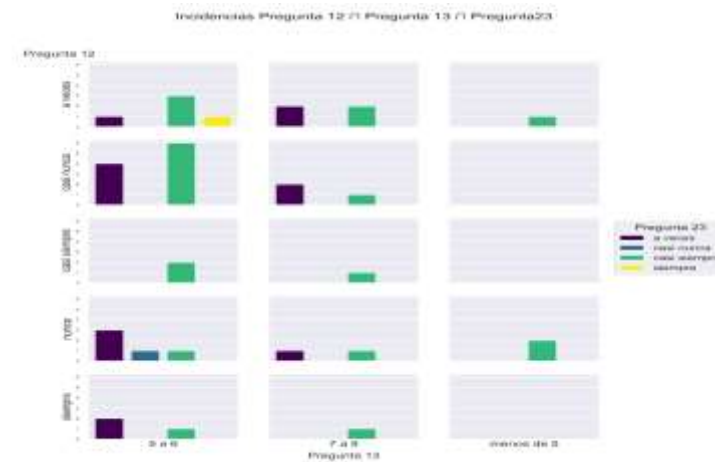
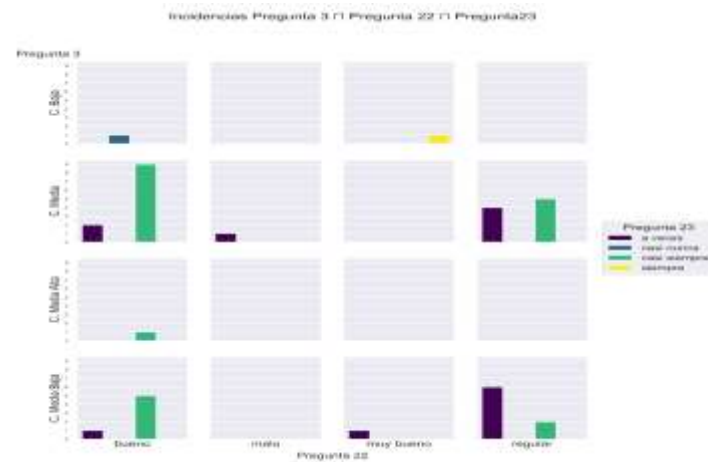
Sin embargo, **notamos que hay una buena percepción ante el sentido de responsabilidad y la motivación para estudiar la materia**



Resultados

2) Encuesta Preliminar

Profundizando en los patrones de respuesta, **se realizaron contingencias** varias para observarlos, **donde encontramos datos muy dispersos.**



Resultados

2) Encuesta Preliminar

En lo que respecta de las preguntas abiertas, **se detectaron por lo menos dos temáticas en cada grupo de respuestas en cada pregunta.**

Temáticas recurrentes en las respuestas de la preguntas abiertas de la Encuesta Preliminar

| ID Temática | # Pregunta | Palabras recurrentes | Descripción de la temática |
|-------------|------------|--|--|
| p08_1 | 8 | <i>pues, entender, resulta, buen, complicada, regular</i> | Entender la química resulta complicado regularmente, pero estoy trabajando (...) |
| p08_2 | 8 | <i>explica, entretenida, clase, gusta, explicaciones, si</i> | Las explicaciones en la clase de Química son entretenidas y me gusta (...) |
| p09_1 | 9 | <i>materiales, periódica, químicos, propiedades, experimentos, aprobarla</i> | La Química abarca el estudio de los materiales y sus propiedades periódicas (...) |
| p09_2 | 9 | <i>aplicaciones, reacciones, aun, elemento, periódica, aprobar</i> | Las aplicaciones de las reacciones químicas con relación a los elementos de la tabla (...) |
| p10_1 | 10 | <i>tema, complica, aveces, materia, rápido, explica</i> | Es cierto que a veces el tema de Química complica el aprendizaje debido a la rapidez (...) |
| p10_2 | 10 | <i>difícil, resulta, Miller, comprender, hace, siento</i> | La materia de Química resulta difícil de comprender, lo cual hace que me sienta frustrado. |
| p11_1 | 11 | <i>siento, creo, bastante, aprendiendo, bueno, sido</i> | Me siento bastante bien aprendiendo química, ha sido un proceso (...) |
| p11_2 | 11 | <i>aunque, mas, normal, entendido, aprendo, aprendizaje</i> | Aunque mi aprendizaje de la materia de Química es normal, me siento más entendido (...) |
| p12_1 | 12 | <i>profesor, considero, maestro, da, ayuda, ejemplos</i> | El maestro de Química consideró importante brindar ayuda a sus estudiantes (...) |
| p12_2 | 12 | <i>si, tema, regular, buenas, buenos, dudas</i> | El maestro de Química explica de manera regular y responde las dudas (...) |

Nota: la descripción de la temática fue generada con ChatGPT dado un *prompt* que describe el context de las respuestas para una descripción congruente con nuestro estudio.

Resultados

2) Encuesta Preliminar

En general, **les cuesta trabajo aprender Química, pero existe motivación por que les interesa aprobar la asignatura.**

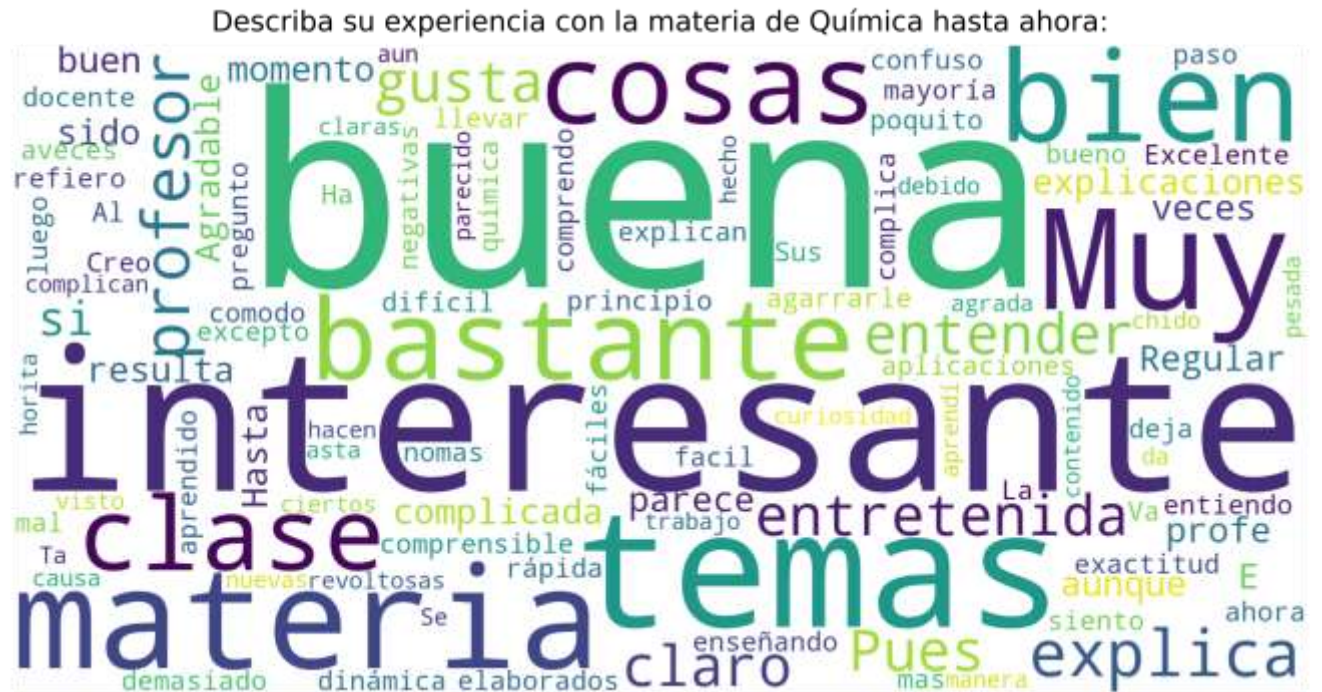
Temáticas recurrentes en las respuestas de la preguntas abiertas de la Encuesta Preliminar

| ID Temática | # Pregunta | Palabras recurrentes | Descripción de la temática |
|-------------|------------|--|--|
| p08_1 | 8 | <i>pues, entender, resulta, buen, complicada, regular</i> | Entender la química resulta complicado regularmente, pero estoy trabajando (...) |
| p08_2 | 8 | <i>explica, entretenida, clase, gusta, explicaciones, si</i> | Las explicaciones en la clase de Química son entretenidas y me gusta (...) |
| p09_1 | 9 | <i>materiales, periódica, químicos, propiedades, experimentos, aprobarla</i> | La Química abarca el estudio de los materiales y sus propiedades periódicas (...) |
| p09_2 | 9 | <i>aplicaciones, reacciones, aun, elemento, periódica, aprobar</i> | Las aplicaciones de las reacciones químicas con relación a los elementos de la tabla (...) |
| p10_1 | 10 | <i>tema, complica, aveces, materia, rápido, explica</i> | Es cierto que a veces el tema de Química complica el aprendizaje debido a la rapidez (...) |
| p10_2 | 10 | <i>difícil, resulta, Miller, comprender, hace, siento</i> | La materia de Química resulta difícil de comprender, lo cual hace que me sienta frustrado. |
| p11_1 | 11 | <i>siento, creo, bastante, aprendiendo, bueno, sido</i> | Me siento bastante bien aprendiendo química, ha sido un proceso (...) |
| p11_2 | 11 | <i>aunque, mas, normal, entendido, aprendo, aprendizaje</i> | Aunque mi aprendizaje de la materia de Química es normal, me siento más entendido (...) |
| p12_1 | 12 | <i>profesor, considero, maestro, da, ayuda, ejemplos</i> | El maestro de Química consideró importante brindar ayuda a sus estudiantes (...) |
| p12_2 | 12 | <i>si, tema, regular, buenas, buenos, dudas</i> | El maestro de Química explica de manera regular y responde las dudas (...) |

Nota: la descripción de la temática fue generada con ChatGPT dado un *prompt* que describe el context de las respuestas para una descripción congruente con nuestro estudio.

Resultados *2) Encuesta Preliminar*

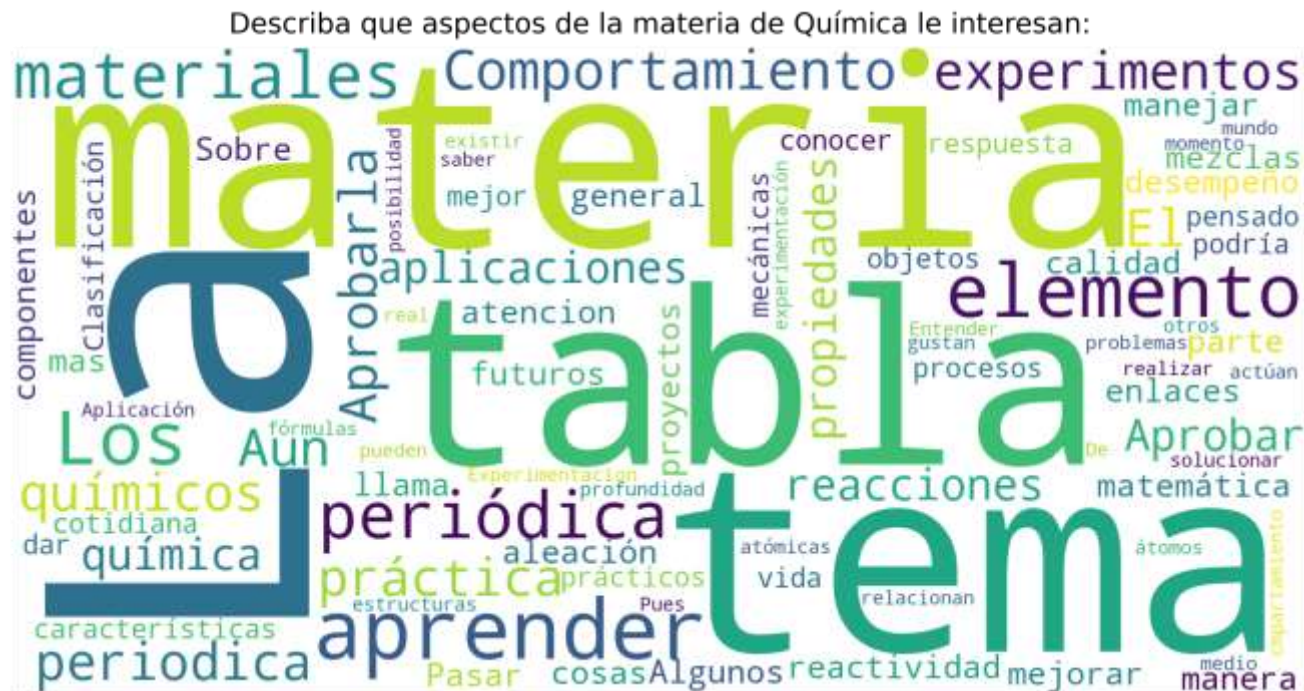
Si revisamos las nubes de palabras de cada pregunta, **otras palabras recurrentes de naturaleza neutral son mostradas.**



Resultados

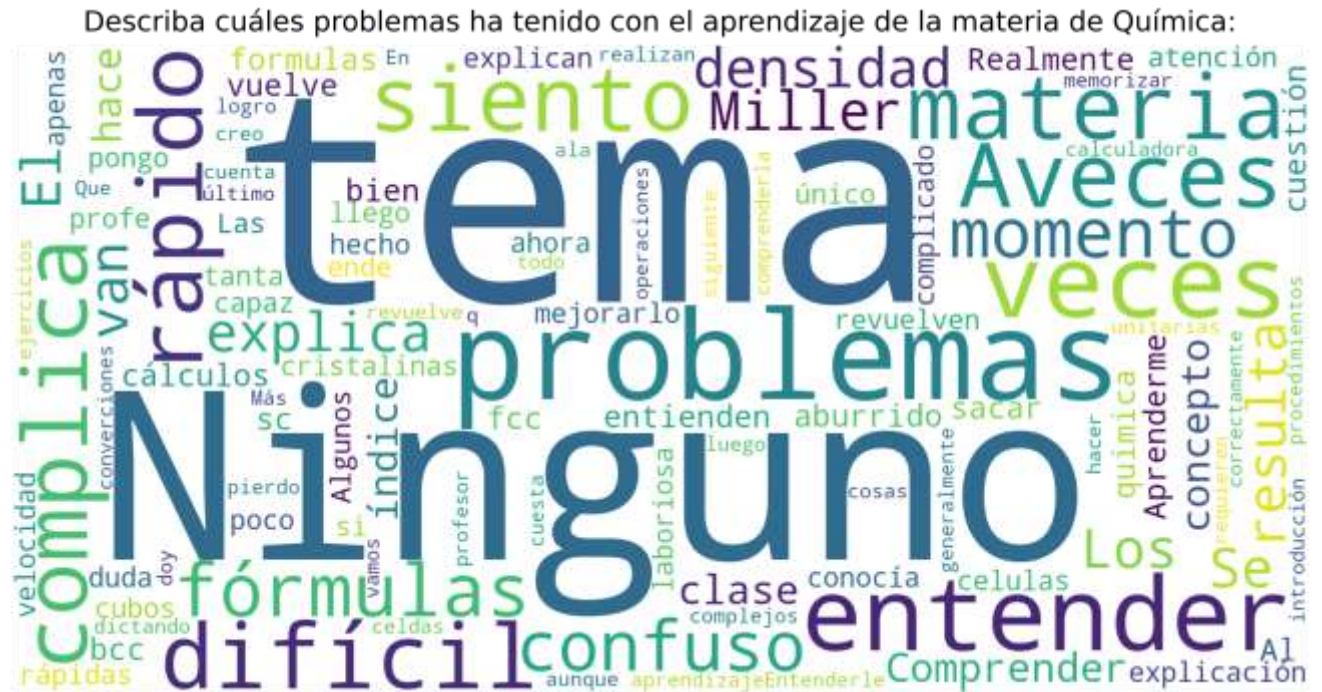
2) Encuesta Preliminar

Si revisamos las nubes de palabras de cada pregunta, **otras palabras recurrentes de naturaleza neutral son mostradas.**



Resultados *2) Encuesta Preliminar*

Si revisamos las nubes de palabras de cada pregunta, **otras palabras recurrentes de naturaleza neutral son mostradas.**



Resultados *2) Encuesta Preliminar*

Si revisamos las nubes de palabras de cada pregunta, **otras palabras recurrentes de naturaleza neutral son mostradas.**



Resultados *2) Encuesta Preliminar*

Si revisamos las nubes de palabras de cada pregunta, **otras palabras recurrentes de naturaleza neutral son mostradas.**



Resultados

3) Pre-test y Post-test

En general, el Grupo de Control (gc) y el Grupo Experimental (ge) obtuvieron puntajes similares.

Estadísticos descriptivos de las calificaciones del Pre-test y Post-test del Grupo de Control y Grupo Experimental

| Grupo | Prueba | # Participantes | Media | Desviación estándar | Valor mínimo | Valor máximo |
|-------|-----------|-----------------|-------|---------------------|--------------|--------------|
| gc | Pre-test | 20 | 11.50 | 11.82 | 0 | 40 |
| | Post-test | 20 | 47.50 | 36.36 | 0 | 100 |
| ge | Pre-test | 19 | 11.05 | 9.94 | 0 | 30 |
| | Post-test | 19 | 41.05 | 27.62 | 0 | 90 |

Nota: Ambos grupos tuvieron un aumento en la gran mayoría de los estadísticos habiéndose aplicado el Post-test. Las calificaciones más bajas son de 0 tanto en el Pre-test como en el Post-test.

Resultados 3) Pre-test y Post-test

A pesar de haberse detectado una mejoría estadística, **los criterios de aprobación para el ITT determinaron que los porcentajes de aprobación siguen siendo bajos**

Resultados de las pruebas estadísticas recomendadas para la evaluación de la mejoría en el Grupo de Control y el Grupo Experimental

| Grupo | Prueba estadística aplicada | Valor p | $p < \alpha$ | Hipótesis aceptada |
|--------------|-----------------------------|-----------|--------------|--------------------|
| Control | T Pareada | 0.00001 | Verdadero | H_1 |
| Experimental | Signo de Wilcoxon | 0.00015 | Verdadero | H_1 |

Nota: en ambos grupos se observa una mejoría. $\alpha = 0.05$. H_0 : no existe evidencia suficiente para afirmar mejoría con el tratamiento. H_1 : si existe evidencia suficiente para afirmar mejoría con el tratamiento.

Porcentajes de aprobación después de la aplicación del Post-test en el Grupo de Control y Grupo Experimental

| Grupo | # sujetos que forman el grupo | # sujetos aprobados | Porcentaje de aprobación dentro del grupo | Porcentaje de aprobación dentro del total de participantes |
|--------------|-------------------------------|---------------------|---|--|
| Control | 20 | 7 | 35% (7/20) | 17.95% (7/39) |
| Experimental | 19 | 6 | 31.58% (6/19) | 15.39% (6/39) |

Nota: los porcentajes de aprobación dentro del grupo resultan más favorables que al calcularse en relación con el total de participantes del estudio.

Resultados

3) Pre-test y Post-test

Con lo anterior, podemos inferir que **tanto el tratamiento original como el tratamiento propuesto son insuficientes** para la asignatura de Química en IMEC

Porcentajes de aprobación después de la aplicación del Post-test en el Grupo de Control y Grupo Experimental

| Grupo | # sujetos que forman el grupo | # sujetos aprobados | Porcentaje de aprobación dentro del grupo | Porcentaje de aprobación dentro del total de participantes |
|--------------|-------------------------------|---------------------|---|--|
| Control | 20 | 7 | 35% (7/20) | 17.95% (7/39) |
| Experimental | 19 | 6 | 31.58% (6/19) | 15.39 (6/39) |

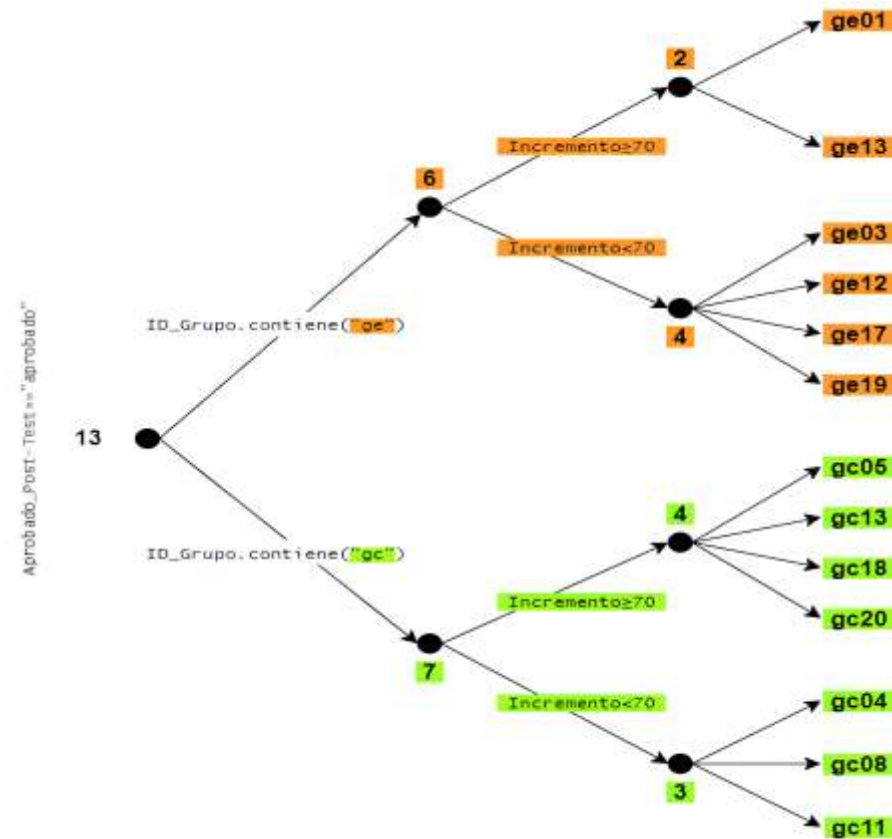
Nota: los porcentajes de aprobación dentro del grupo resultan más favorables que al calcularse en relación con el total de participantes del estudio.

Resultados

4) Análisis Integrador

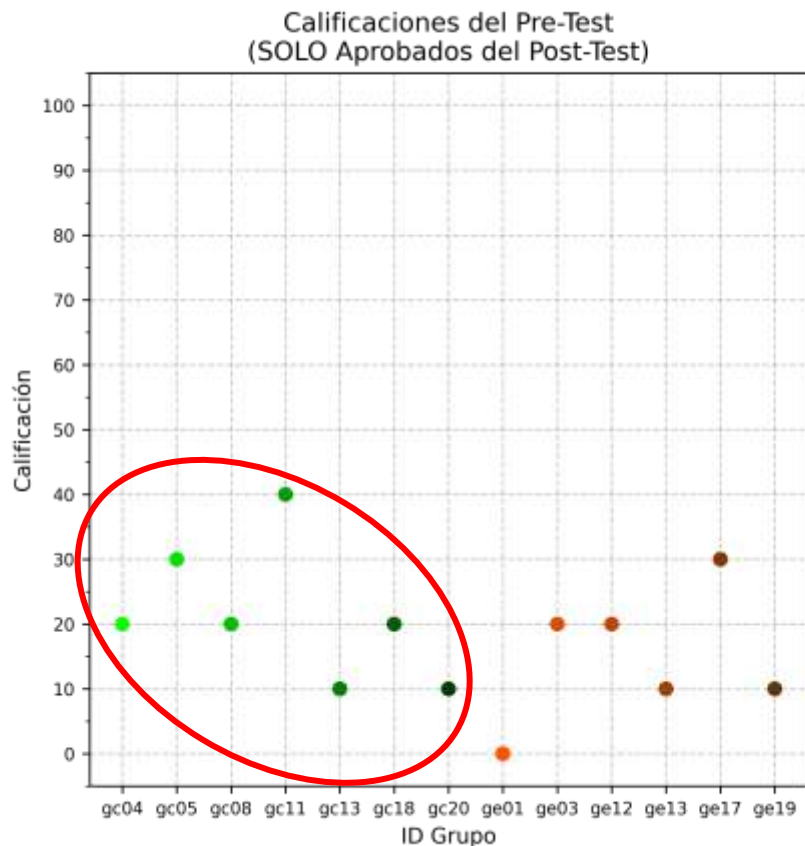
Árbol de decisión de los aprobados del Post-Test

Debido al bajo porcentaje de aprobación, **se analizaron a los sujetos que aprobaron el Post-Test para observar si sus datos recabados los caracteriza de los reprobados**

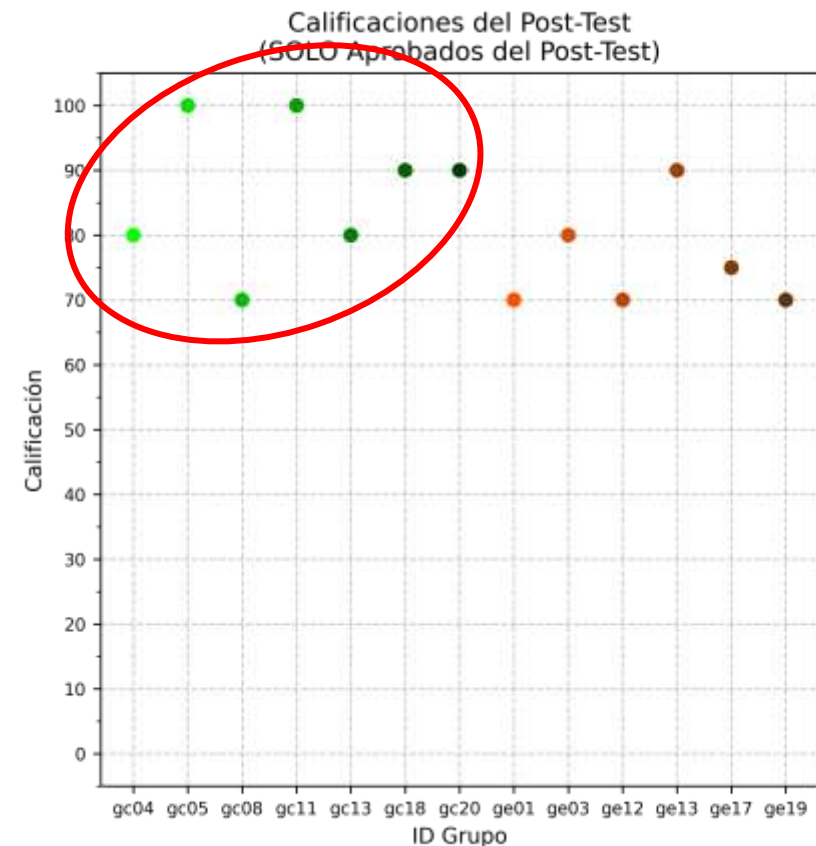


Resultados

4) Análisis Integrador



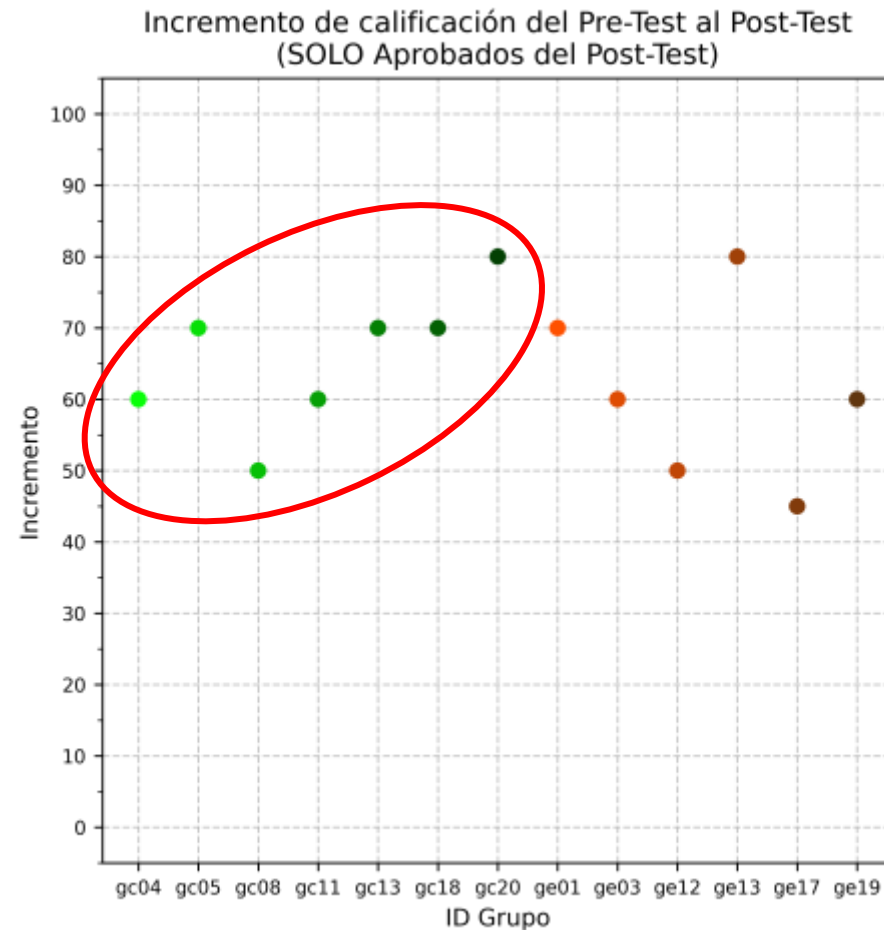
En general, el Grupo de Control (gc) obtuvo un mejor rendimiento en el Pre-test y Post-test contrastado ante el Grupo Experimental (ge)



Resultados

4) *Análisis Integrador*

Si revisamos el incremento, **quienes obtuvieron un mejor rendimiento de aprobación fueron aquellos del Grupo de Control (gc)**

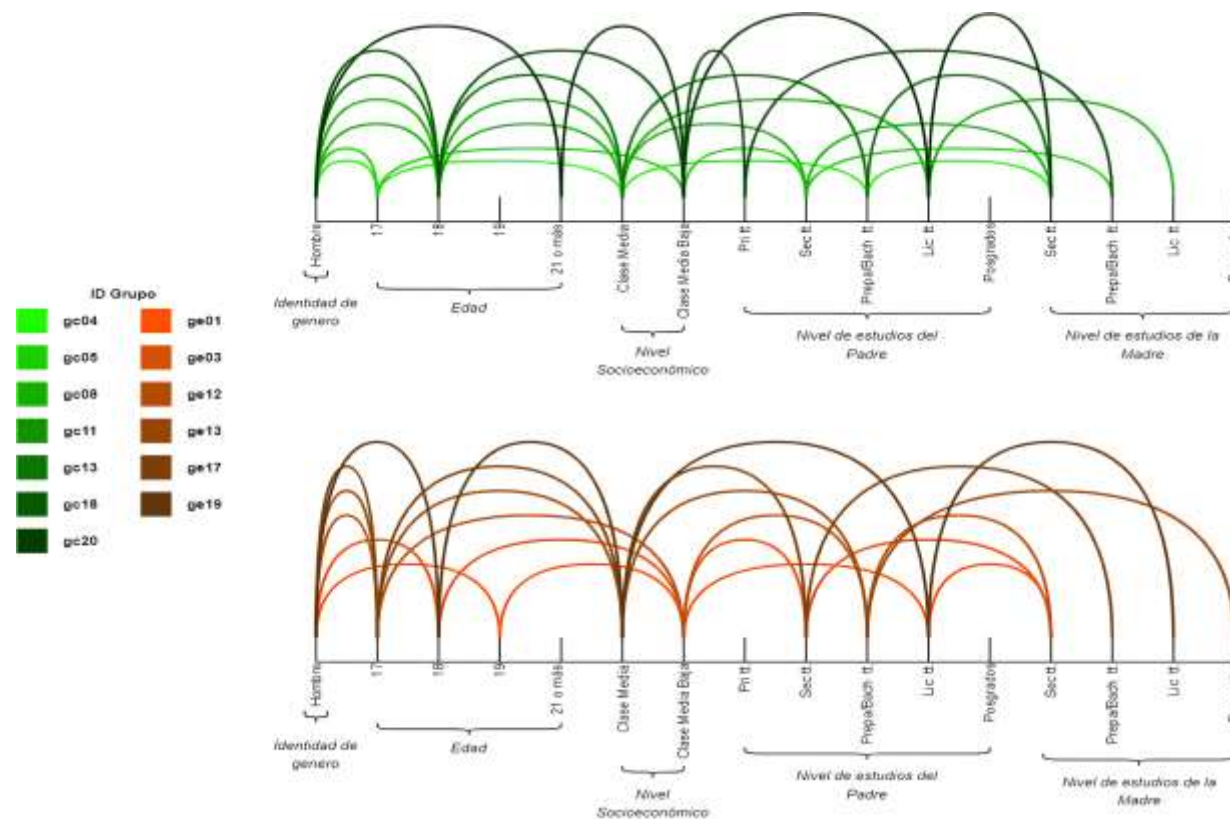


Resultados

4) Análisis Integrador

Indagando en sus respuestas de la *Encuesta Preliminar*, es de notoriedad que **todos los aprobados son Hombres, tienen alrededor de 17 a 18 años y su nivel socioeconómico es similar a la clase media**

Diagrama de arcos para las respuestas de las preguntas 2, 3, 5, 6 y 7 de la Encuesta Preliminar respecto a los datos demográficos de los sujetos que aprobaron el Post-Test

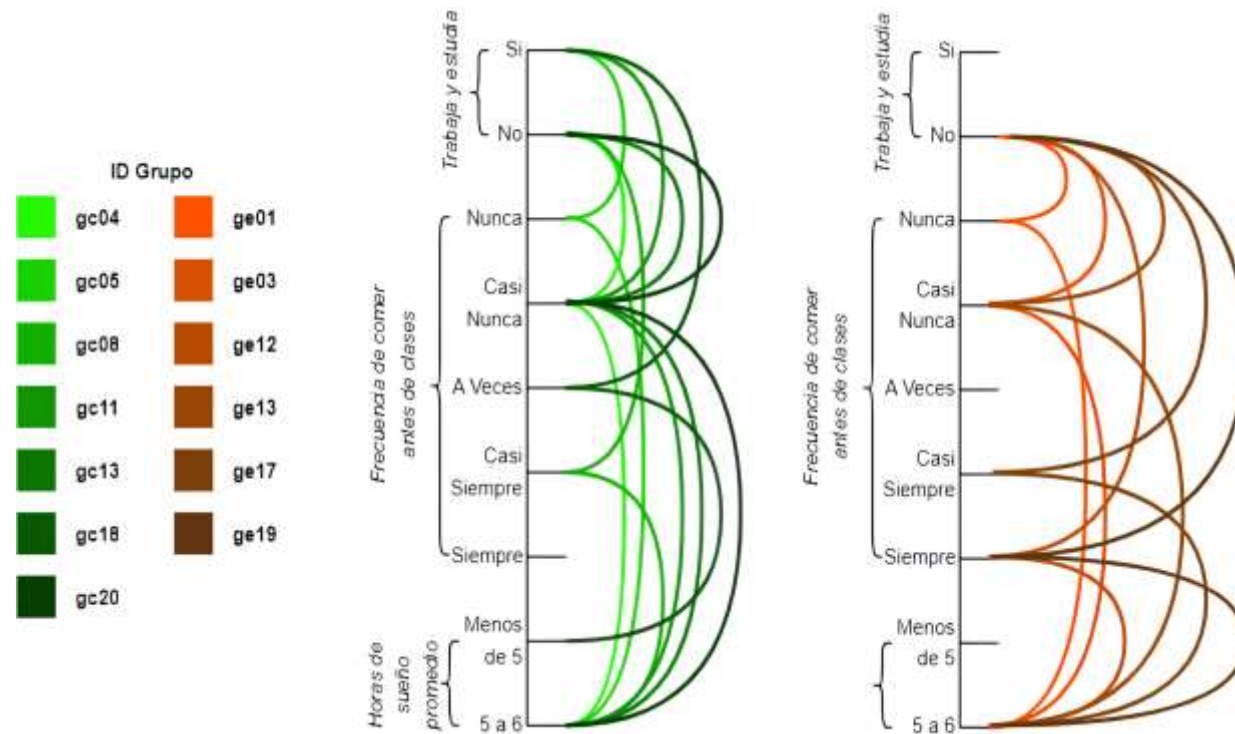


Resultados

4) *Análisis Integrador*

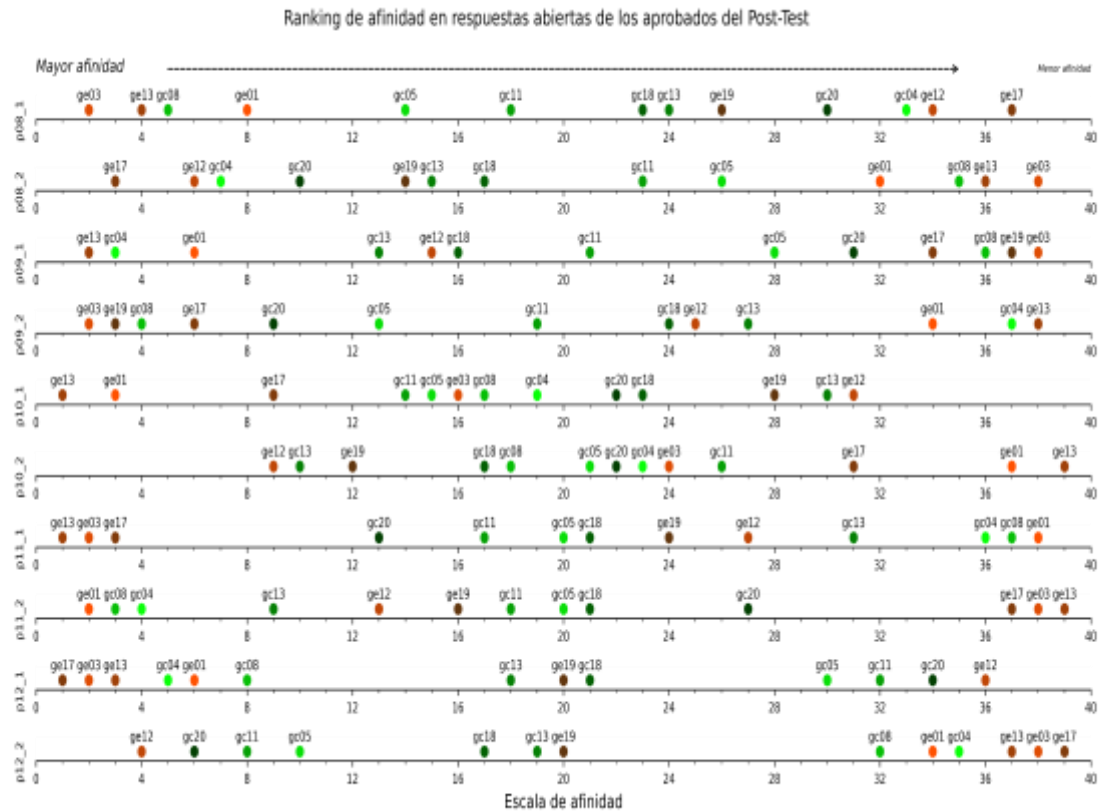
Diagrama de arcos para las respuestas de las preguntas 4, 13 y 14 de la Encuesta Preliminar respecto al bienestar de los sujetos que aprobaron el Post-Test

(...) , y la gran mayoría no trabaja, casi nunca comen y duermen alrededor de 5 a 6 horas diarias que nos indica que son respuestas similares al resto



Resultados *4) Análisis Integrador*

(...) y las redacciones del Grupo Experimental (ge) son mas afines a las temáticas detectadas, indicando una mayor sinceridad.



Conclusiones

- ❑ Las herramientas como **ChatGPT**, **Kahoot** y **Chemistry** logran un impacto insuficiente en el rendimiento de Química para IMEC.
- ❑ Intentar distinguir significativamente al **Grupo de Control** y al **Grupo Experimental** es complejo, indicando la presencia de variables confusas en nuestro estudio.
- ❑ Se necesitan estudios posteriores para validar nuestros resultados.

Referencias

- Al Ghawail, E. A., & Ben Yahia, S. (2022, 19 octubre). Using the E-Learning Gamification Tool Kahoot! to Learn Chemistry Principles in the Classroom. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.325>
- Arroba Arroba, M. F., y Acurio Maldonado, S. A. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. Revista Científica UISRAEL, 8(3), 73–93. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.456>
- Barriga Gutiérrez, P. A., y Andrade, J. M. (2012). Herramientas digitales para la construcción de conocimiento. Sistemas & Telemática, 10(22), 115-124.
- Luna Treviño, M. (2015). Estudio diagnóstico: factores dependientes del alumno que influyen en la reprobación en el área de matemáticas en el primer semestre de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL. Repositorio Académico Digital UANL. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/5381>
- Montenegro Rueda, M., Fernández Cerero, J., Fernández Batanero, J. M., & López Meneses, E. (2023, 29 julio). Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review. MDPI. <https://doi.org/10.3390/computers12080153>
- Murciano Calles, J. (2022, 22 octubre). Use of Kahoot for Assessment in Chemistry Education: A Comparative Study. ACS Publications. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00348>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Health and Medicine Division, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, Board on Children, Youth, and Families, & Committee on the Neurobiological and Socio-behavioral Science of Adolescent Development and Its Applications. (2019, 16 mayo). Adolescent Development (E. Backes & R. Bonnie, Eds.). National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545476/>

Referencias

Ramos, J. (2021). Herramientas digitales para la educación.

<https://books.google.com.mx/books?id=GmgjEAAAQBAJ>](<https://books.google.com.mx/books?id=GmgjEAAAQBAJ&authuser=1>

Shönberger, M. (2023). ChatGPT in higher education: the good, the bad, and the University. Congresos de la Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/HEAD23.2023.16174>

Sollod, R. (2009). Teorías de la personalidad. Debajo la máscara (8 ed. pp.284-298). McGraw-Hill Interamericana.