

Impacto de la educación remota en la percepción y rendimiento en un curso de física.

A. González García^a, J. A. Valencia Cobo^b, J. C. Miranda Crespo^a, and R. Amador Rodríguez^c

^a*Departamento de Física y Geociencias, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.*

^b*Observatorio de Educación, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.*

^c*Departamento de Educación, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.*

Received 16 October 2023; accepted 20 May 2024

El aplazamiento de las clases presenciales en el sistema educativo, por causa de la COVID-19 durante el 2020 y 2021, fomentó cambios urgentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario. Igualmente, el retorno de la vida universitaria a la presencialidad exigió y exige aún, una adecuación en los procesos pedagógicos y didácticos que permita la adaptación de aquellos estudiantes que por primera vez asisten al campus universitario. Teniendo en cuenta lo anterior, en este estudio se busca conocer y analizar la percepción de 139 estudiantes universitarios de Ingeniería y Geología de tercer semestre de una universidad privada de Colombia, en un curso de física calor-ondas en el primer semestre académico del 2022, acerca del efecto de la educación remota en su aprendizaje de la física en tiempo de pandemia y en su desempeño académico al inicio de post-pandemia en la universidad a través de un modelo lineal generalizado (MLG). Los resultados muestran que la percepción sobre la comprensión es mayor entre los estudiantes que provienen de colegios privados. Asimismo, los estudiantes que realizaron su bachillerato en forma presencial durante la pandemia perciben haber comprendido los conceptos estudiados en física y tienen una mejor valoración de su comprensión en la asignatura física calor-ondas. Por otro lado, los estudiantes que prefieren las clases remotas virtuales valoran negativamente su comprensión de los conceptos de física calor-ondas.

Descriptor: Percepción; aprendizaje; ciencia; covid-19; postpandemia; educación universitaria.

The postponement of face-to-face classes due to COVID-19 during 2020-2021, triggered urgent changes in the teaching-learning processes in the university context. Likewise, the return of university life to face-to-face attendance demanded and still demands changes in the pedagogical and didactic processes that contribute to the adaptation of those students who attend on-campus classes for the first time. Considering the above, this study seeks to unveil and analyze the perceptions of undergraduate students about the effect of remote education on the learning of physics during the pandemic and their academic performance at the beginning of the postpandemic period. This study includes 139 third-semester students of Engineering and Geology attending a private University in Colombia, in a heat-wave physics course developed during the first academic semester of 2022. The implementation of a generalized linear model (GLM) revealed that the perception of comprehension is higher among students coming from private schools. Similarly, students who completed high school in person during the pandemic perceive that they understood the concepts studied in physics and have a better valuation of their understanding of the heat-wave physics subject. On the other hand, students who prefer virtual remote classes negatively value their understanding of heat-wave physics concepts.

Keywords: Perception; learning; science; covid-19; post-pandemic; university education.

DOI: <https://doi.org/10.31349/RevMexFis.22.010212>

1. Introducción y estado de la cuestión

En el primer semestre del 2022, la educación comenzó a volver a una normalidad ajustada a las nuevas dinámicas después de casi dos años de pandemia, 2020 y 2021; años durante los cuales la humanidad fue sacudida por el virus del SARS-CoV-2. Tanto estudiantes como profesores comenzaron a “romper la inercia” de la educación remota para adaptarse de nuevo a las clases presenciales. Caso contrario del inicio de la pandemia en el 2020, donde los profesores con escaso o ningún entrenamiento previo [1–4] tuvieron la necesidad de adaptar, en un período corto de tiempo, la metodología y material pedagógico a las clases en la modalidad virtual [5–7]. Igual panorama se vivió para los cursos de física universitarios, incluyendo conferencias tutoriales y cursos de laboratorio, los cuales tuvieron que ser transferidos a la

modalidad virtual, dando lugar a una variedad de actividades simultáneas, asincrónicas y mixtas [8].

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto significativo en la forma en que se imparte la educación, ya que las universidades de todo el mundo tuvieron que cambiar hacia la educación virtual o en línea. Este cambio fue necesario debido a la necesidad de cumplir las medidas de cierre y distanciamiento social, destinadas a controlar la propagación del virus. A pesar de los esfuerzos de los educadores y las instituciones de educación por ofrecer una transición fluida, el cambio a la educación virtual supuso un reto para muchos estudiantes, profesores e instituciones [9]. Los efectos nocivos de la pandemia es probable que persistan y tengan implicaciones negativas para la educación, y sus actores principales: estudiantes, padres, profesores y otros profesionales de la educación [10]. Entre los efectos negativos que se viven en la era post-covid

19, además de una posible pérdida de aprendizaje [11], se encuentran una disminución de la motivación y el compromiso, así como un deterioro del bienestar, y problemas de salud mental [12].

Vivida la situación de pandemia, es importante conocer las percepciones y experiencias de los estudiantes universitarios en relación con la educación virtual y presencial. Esto puede aportar información sobre los retos a los que se enfrentan los estudiantes y ayudar a las instituciones a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde las distintas modalidades de comunicación en las que se puede generar dicho proceso. Por ejemplo, al comprender las dificultades que experimentaron los estudiantes con la educación virtual, las universidades pueden aplicar medidas para apoyar a los estudiantes y garantizar que dispongan de los recursos que necesitan para tener éxito [13].

La educación se encuentra ahora en un período de transición, de lo virtual a lo presencial. Por lo tanto, es importante conocer no solo la valoración que hacen los estudiantes universitarios de la experiencia vivida en la virtualidad comparada con la presencial, sino conocer la realidad académica en la que ellos se encuentran. Solo así se podrá determinar la ruta a seguir en el proceso enseñanza-aprendizaje durante el período de postpandemia que logre superar las dificultades encontradas. ¿Cuáles son las percepciones que tienen los estudiantes universitarios de la educación virtual comparada con la presencial? ¿En qué realidad académica se encuentran los estudiantes en el período de postpandemia? Investigaciones recientes muestran que los estudiantes universitarios valoran negativamente la enseñanza remota virtual en comparación con una presencial [14]. En un estudio reciente, postpandemia, aplicado a 268 estudiantes de una universidad de Ecuador, en los programas de Ingeniería, Comunicación y Educación, se reporta que los estudiantes aún no están convencidos de que una modalidad virtual sea mejor que una presencial [15]. Sin embargo, señala que hay grupos que valoran positivamente el uso de las TICs, principalmente para recordar información, autoaprendizaje y motivación. Así mismo, agrega, que las técnicas más valoradas por los alumnos son las tradicionales: explicación del profesor y el trabajo individual. En un informe preparado por el Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (UNESCO IESALC) acerca de las repercusiones inmediatas de la pandemia en la enseñanza superior, se resalta que se tiene que evaluar los resultados, aprender mejor qué es lo que funciona y por qué, y utilizar las lecciones aprendidas para reforzar la inclusión, la innovación y la cooperación en la enseñanza superior. Con respecto a los estudiantes, el informe indica que los más afectados han sido los estudiantes de pregrado que están por finalizar la secundaria, ya que aspiran a ingresar a la educación superior en una situación nueva y llena de incertidumbre acerca del impacto inmediato en sus vidas cotidianas, cargas financieras y la continuidad de sus aprendizajes. Entre los aspectos positivos del proceso enseñanza-aprendizaje en la modalidad virtual, encontramos el incremento de la aplicación de las TICs [16] y

el documentar en forma de videos cada una de las clases. En un estudio realizado en la educación superior en ciencias de la salud en el primer y segundo año de la pandemia [17], los estudiantes resaltaron positivamente el uso de metodologías activas y de recursos tecnológicos, aunque concluyeron que su uso exigía más tiempo de trabajo.

En una investigación realizada en México con estudiantes de educación secundaria y superior [18] se determinó una resistencia al uso de la tecnología en su proceso de aprendizaje. Se pensó que no habría oposición ya que en la actualidad se les consideran nativos digitales; afirman los investigadores que muchos le temen activar su cámara para ser vistos y solo lo hacen cuando se les solicita que respondan a una actividad que se les ha encargado. Uno de los hallazgos del estudio es que los estudiantes afirman que el aprendizaje vía remoto es más complejo y además manifestaron que la información que reciben de las clases es altamente densa, dificultando su proceso de aprendizaje. Al hablar de las percepciones de los alumnos, es importante entender cómo puede definirse esta idea. McDonald [19] explica como las percepciones pueden ser la propia realidad y como una persona ve esa experiencia. Continúa explicando como muchos factores como la religión, la geografía, las expectativas culturales, el nivel de educación y los antecedentes personales pueden afectar a la forma en que una persona puede percibir un acontecimiento o una actividad que está teniendo lugar. Esto significa que la mayoría de las personas que tienen experiencias similares pueden tener percepciones diferentes. Qiong [20] define la percepción como la forma en que las personas comprenden e interiorizan los conocimientos, las experiencias o las expectativas. El autor continúa explicando que, en primer lugar, las personas eligen lo que van a percibir del mundo que les rodea. A continuación, deben construir un formato que tenga sentido para ellos, para comprender la información que se está interiorizando. Por último, descifran la información organizada para crear percepciones individuales de una persona, lugar, cosa o experiencia. La percepción puede ser manipulada y diferente según los factores que afecten a los alumnos. Akande [21] va aún más lejos y explica que el conocimiento previo que una persona tiene de la situación también puede influir en la forma en que esa persona percibe la situación que se está produciendo, especialmente en la educación. Las percepciones se definen como procesos mentales complejos mediante los cuales las personas comprenden, interpretan, evalúan y se forman una imagen de los fenómenos sociales. Además, las percepciones se estudian explorando las voces individuales que pueden expresarse, por ejemplo, a través de “narraciones, cuentos, comportamientos y reacciones ante individuos o grupos” [22].

Con base en las definiciones anteriores de percepción y sus características, dadas por los autores [19–22], y el concepto de percepción de los expertos que validaron las preguntas de este estudio: “percepción se considera una impresión cognitiva formada a partir de la realidad, que influencia las acciones y comportamientos de los individuos hacia objetos específicos”, las preguntas realizadas en este estudio se basan

en las percepciones desarrolladas por los estudiantes (que se definen a través de los puntos de vista, formas de entender y sus perspectivas personales) en los procesos educativos experimentados durante la pandemia del COVID-19. En este contexto, las percepciones desfavorables hacia la educación remota en línea podrían resultar en un descenso de su rendimiento académico después de la pandemia, mientras que las percepciones favorables podrían tener el efecto opuesto en el rendimiento académico. Se busca determinar cómo los conceptos previos obtenidos en el contexto de la educación durante la pandemia del COVID-19 afectaron la comprensión y el desempeño en la física de los estudiantes en tiempo de postpandemia, así como sus preferencias por la modalidad de enseñanza y evaluación. La forma en que una persona percibe su comprensión actual puede ser afectada por la comprensión de los conocimientos previos.

En Colombia, en el primer semestre del 2022, inicio de la postpandemia, los estudiantes universitarios que estaban cursando el cuarto semestre, o semestres inferiores, se enfrentaban por primera vez a la vida universitaria, algunos incluso realizaban sus primeras evaluaciones escritas presenciales en la universidad. En este nuevo escenario, los profesores de física de calor-ondas del tercer semestre académico de los programas de Ingeniería y Geología, enfrentaron entre otros, los siguientes problemas: deficientes bases académicas de los estudiantes para abordar la temática actual, dificultades de los estudiantes para tomar notas en clase y organizar su horario de estudio, inseguridad al realizar las evaluaciones escritas presenciales, preocupación y ansiedad en los estudiantes.

Conscientes de esta problemática, los docentes de física decidieron realizar un estudio para conocer las percepciones de los estudiantes acerca de los efectos académicos que tuvo en ellos la transición de la educación virtual a la presencial. Paralelamente al estudio, los docentes adaptaron las metodologías de enseñanza durante el primer semestre postpandemia, incorporando la tecnología y las técnicas aprendidas durante la pandemia, tanto para el proceso enseñanza-

aprendizaje como para la evaluación, de tal forma que facilitara la transición de los estudiantes de la virtualidad a la presencialidad. Además, para facilitar la comprensión de los conceptos a estudiar en los estudiantes de calor-ondas de Uninorte, se les entregaba, previamente a cada clase presencial, los vídeos de las clases grabadas. Así mismo, durante el curso se realizaron dos evaluaciones parciales y una final. Cada evaluación parcial fue realizada tanto de forma virtual (con un valor del 40 % para el primer parcial y 30 % para el segundo) como de forma presencial (60 % para el I examen parcial y 70 % para el II examen parcial). El examen final solo se realizó de forma presencial. Igualmente, todos los laboratorios se realizaron de forma presencial. Esto permitió que durante el proceso enseñanza-aprendizaje, los estudiantes pudieran revisar los conceptos antes, durante y después de la clase, permitiendo una mayor comprensión de estos. El proceso realizado para nivelar a los estudiantes, y los resultados obtenidos, será objeto de un nuevo caso de estudio.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es el de determinar la percepción de los estudiantes universitarios de Ingeniería y Geología de tercer semestre, en un curso de física calor-ondas, acerca de la realidad académica en la que se encuentran en el período de postpandemia. Identificar y caracterizar las percepciones permitirá conocer la realidad de nuestros estudiantes, y en consecuencia, planear y ejecutar las estrategias metodológicas necesarias para su formación integral.

La población de este estudio estuvo conformada por 139 estudiantes, 77 hombres (H) (55.4 %) y 62 mujeres (M) (44.6 %), cuyas edades oscilaban desde los 17 a los 21 años. Cerca del 80 % de ellos tenía 18 o menos años, y mayoritariamente provenían de zonas urbanas (U) (77.7 %), y en menor proporción de zonas rurales (R) (22.3 %). El 69 % de los estudiantes provenían de colegios privados (Priv), mientras que el 31 % de colegios públicos (Pub). Estos estudiantes cursaban la asignatura de Física Calor-Ondas en el primer semestre

TABLA I. Relación de encuestados por género, edad y zona de estudio. Donde: n: número de estudiantes; <18: menores de 18 años, >18: mayores de 18 años; U: zona urbana; R: zona rural; Pub: colegio público; Priv: colegio privado.

Programa	Mujeres								Hombres								
	n	Edad			Zona		Colegio			n	Edad			Zona		Colegio	
		<18	18	>18	U	R	Pub	Priv	<18		18	>18	U	R	Pub	Priv	
Ing. Civil	18	1	15	2	14	4	4	14	18	2	12	4	12	6	7	11	
Ing. Eléctrica	2	0	0	2	2	0	0	2	3	0	0	3	3	0	0	3	
Ing. Industrial	29	6	20	3	24	5	6	23	16	4	11	1	13	3	6	10	
Ing. Sistemas	6	1	4	1	5	1	2	4	20	3	12	5	13	7	10	10	
Ing. Electrónica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	
Ing. Mecánica	5	1	3	1	4	1	3	2	18	2	11	5	15	3	4	14	
Geología	2	0	2	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0	
Total	62	9	44	9	51	11	15	47	77	11	47	19	57	20	28	49	

TABLA II. Descripción de la variable dependiente y , que resume la percepción de cada estudiante sobre su comprensión en la asignatura Física de Calor, y el grupo de variables independientes $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$, y x_7 , que recogen la valoración de los estudiantes sobre su comprensión de los conceptos de la física durante la pandemia.

Dimensión	Nombre	Definición
Dependiente: Percepción sobre el desempeño.	y	Percepción sobre la comprensión de los temas de la asignatura.
	x_1	Realizó el último grado del bachillerato completamente en forma remota virtual
	x_2	Durante la pandemia del covid-19 usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados presencialmente en el colegio
Covariantes: Experiencia antes y después de las clases virtuales (remotas) de Física Calor	x_3	Durante la pandemia del covid-19 usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados en la universidad
	x_4	Considera que el haber estudiado de forma remota-virtual afectó de forma negativa su comprensión de los conceptos de la Física desarrollados durante la pandemia covid-19
	x_5	Los promedios de notas obtenidas por usted en los exámenes virtuales en Física Calor Ondas son mejores que las obtenidas en forma escrita en la presencialidad
	x_6	Prefiere las clases remotas virtuales a las presenciales
	x_7	Prefiere los exámenes remotos virtuales a los escritos presenciales
Factores: Características Sociodemográficas	Sexo	Sexo del estudiante (hombre-mujer)
	Edad	Edad de los estudiantes
	Colegio	Sector del colegio de egreso (público-privado)
	Ciudad	Zona de residencia (Urbano-Rural)

de 2022 de los 6 programas de ingeniería y un grupo mucho menor de estudiantes del programa de Geología (2.2 %), ver Tabla I. Los estudiantes habían cursado en el segundo semestre del año anterior (2021) la asignatura de Física Mecánica de manera totalmente virtual, y en el momento de realizar la encuesta estaban finalizando el primer semestre postpandemia de forma presencial (primer semestre 2022).

2. Material y métodos

2.1. Procedimiento e instrumentos

Para recoger la información, se aplicó a los estudiantes una encuesta vía web, a partir de la construcción de un formato digital. Para determinar la validez del formulario se recurrió a la técnica de validación por expertos, definida como una metodología que pone a juicio de los científicos del campo la coherencia interna y externa del instrumento [23]. Obtenidas las recomendaciones generadas por los expertos, se implementó el formulario. Previamente, los estudiantes recibieron una invitación por correo explicándoles los objetivos de este estudio. En este formulario se proponen 15 preguntas, de las cuales 11 de ellas indagaban sobre sus percepciones tanto hacia la asignatura de física mecánica cursada durante la pandemia que se desarrolló totalmente de forma virtual, co-

mo hacia su desempeño en la física calor-ondas desarrollada de forma presencial. El formulario está constituido por afirmaciones que indagaron:

- Características sociodemográficas de los participantes.
- La percepción del estudiante acerca de su propio desempeño en la asignatura.
- Experiencia antes y después de las clases no presenciales de Física de Calor.

En la encuesta también se solicitó información del estudiante acerca de su edad, género, programa de ingeniería al que pertenece, tipo de escuela donde realizó su bachillerato y si estaba ubicado en una zona urbana o rural. Esta información fue organizada posteriormente en la Tabla I para hacer el tratamiento estadístico de los datos.

Para validar las respuestas de los estudiantes, se introdujo en el cuestionario una pregunta filtro, la cual examinaba la adecuada lectura de las preguntas por parte de los alumnos. Los encuestados que respondieron de manera adecuada esta pregunta fueron 139 estudiantes.

El análisis se realizó en 2 etapas. En la primera etapa se calcularon los coeficientes de correlación Rho de Spearman entre el puntaje de la variable dependiente (y), que resume la percepción de cada estudiante sobre su comprensión en la

asignatura Física de Calor y un grupo de variables independientes (x_i) recogen la valoración de los estudiantes sobre su comprensión de los conceptos de la física durante la pandemia, como se muestra en las Tablas II y IV. Además, se examinó la correlación con características sociodemográficas de los estudiantes, como su género, edad, sector del colegio de egreso (público privado) y zona de residencia (Urbano-Rural), ver Tablas II, III y IV. En este paso las variables fueron dicotomizadas o recodificadas de acuerdo con su escala de medición. En la segunda etapa se desarrolló un análisis inferencial a través de la técnica de Modelo Lineal General [24]. Este modelo se diferencia de los enfoques clásicos como la ANOVA o la MANOVA, los cuales son típicamente inválidos cuando las matrices de dispersión son heterogéneas, especialmente cuando los datos se desvían de la normalidad (Estadística no paramétrica) [25]. Mas específicamente se utilizó un modelo lineal generalizado (MLG) [26] que son una extensión de los modelos lineales que permiten utilizar distribuciones no normales de los errores y varianzas no constantes:

$$g(E(Y|X)) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p,$$

donde los β son los coeficientes asociados a cada una de las variables predictoras en la ecuación del modelo. Estas betas representan la contribución relativa de cada variable predictor al valor predicho de la variable dependiente. Para establecer si un coeficiente β es estadísticamente significativo, se contrasta la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a cero versus la hipótesis alternativa de que el coeficiente es diferente de cero. Así, la hipótesis nula establece que la variable predictor X_k no tiene efecto sobre la variable dependiente y (es decir, su coeficiente es cero), mientras que la hipótesis alternativa sugiere que sí tiene un efecto significativo. Para evaluar la significancia estadística se utiliza el estadístico t de Student y el valor p asociado a este.

3. Resultados

3.1. Características sociodemográficas Género y edad

En la Tabla III se muestra la distribución de los estudiantes según su género, edad, zona de estudio y tipo de colegio donde estudió su bachillerato, y su percepción sobre el resultado de aprendizaje. Se logra evidenciar que, en cuanto, al género, el 44.2 % (38.7 %) de los hombres (mujeres) logró percibir un alto aprendizaje. En características como la edad, se tiene que el 60 % (10 %) personas menores a 18 años lograron percibir un alto (bajo) aprendizaje; en cambio, las personas mayores a 18 años en gran medida mencionaron haber percibido un bajo nivel de aprendizaje (42.9 %).

3.2. Correlaciones no paramétricas entre las variables del modelo

La Tabla IV muestra los resultados obtenidos acerca de la percepción de cada estudiante sobre su comprensión en la asignatura Física Calor-Ondas (variable dependiente y), con relación al grupo de variables independientes (Tabla II). Se encontró que los resultados de mayor significancia en forma positiva fueron las correspondiente a las variables:

- x_2 : Durante la pandemia del covid-19, usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados presencialmente en el colegio (0.236).
- x_3 : Durante la pandemia del covid-19, usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados en la universidad (0.237). En cuanto que el resultado con una mayor significancia negativa fue el correspondiente a la variable.

TABLA III. Caracterización de la Población: Se muestra la distribución de los estudiantes según su género, edad, zona de estudio y tipo de colegio donde estudió su bachillerato, y su percepción sobre el resultado de aprendizaje.

Características	Categoría	Percepción sobre el Resultado de Aprendizaje (y)		
		Bajo (≤ 0.54)	Medio (0.55 – 0.69)	Alto (≥ 0.70)
Género	Masculino	23.3 %	32.5 %	44.2 %
	Femenino	25.8 %	35.5 %	38.7 %
Edad	Menor de 18 años	10.0 %	30.0 %	60.0 %
	18 años	22.0 %	38.4 %	39.6 %
	Mayor que 18 años	42.9 %	21.4 %	35.7 %
Zona de Residencia	Urbano	25.0 %	34.3 %	40.7 %
	Rural	22.6 %	32.3 %	45.2 %
Colegio	Público	25.0 %	40.6 %	34.4 %
	Privado	23.3 %	18.6 %	58.1 %
Total		24.5 %	33.8 %	41.7 %

TABLA IV. Correlaciones no paramétricas entre las variables del modelo y características sociodemográficas de los estudiantes, como su género (G), edad (E), programa (P), ciudad (C) y colegio (Co).

	G	E	P	C	Co	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
G	–											
E	-0.091	–										
P	-0.214*	-0.001	–									
C	-0.098	-0.228**	-0.017	–								
Co	-0.131	-0.121	0.068	0.314**	–							
x_1	0.155	-0.374**	-0.147	0.043	0.074	–						
x_2	0.089	-0.056	0.053	-0.135	-0.193*	0.195*	–					
x_3	-0.048	-0.113	0.124	-0.120	-0.042	0.180*	0.624**	–				
x_4	0.046	0.136	0.002	-0.067	-0.094	0.119	0.271**	0.389**	–			
x_5	0.108	-0.089	0.019	0.030	0.041	0.175*	-0.073	-0.030	-0.061	–		
x_6	0.013	0.091	-0.048	0.118	0.029	-0.037	0.105	0.121	0.233**	0.265**	–	
x_7	0.080	-0.042	-0.103	0.055	-0.003	0.057	-0.107	-0.127	-0.044	0.518**	0.310**	–
y	-0.066	-0.182*	0.164	0.042	0.186*	0.019	0.236**	0.237**	-0.042	-0.073	-0.189*	-0.086

x_6 : Prefiere las clases remotas virtuales a las presenciales (-0.189).

En la Sec. 4: Discusión y conclusiones, se resaltarán las conexiones entre nuestros resultados estadísticos con las correlaciones no paramétricas significativas (Variables x_2 , x_3 y x_6). Ver Tablas II y IV y las conclusiones de nuestro estudio acerca de la percepción de cada estudiante sobre su comprensión en la asignatura Física Calor-Ondas (variable dependiente y), con relación al mismo grupo de variables independientes.

3.3. Correlaciones no paramétricas por tipo de colegio

La percepción sobre la comprensión es significativamente mayor entre los estudiantes de colegios privados. La media de los privados en la afirmación: Realizó el último grado del bachillerato completamente en forma remota virtual es menor que los públicos (3.99 y 4.28, ver x_1 en Tabla V), es decir, se encuentran menos de acuerdo con haber cursado el último año de colegio completamente en modalidad virtual. En este contexto, una correlación positiva sugiere que existe una relación significativa entre el hecho de haber estudiado la asignatura de física de forma presencial en el bachillerato y la comprensión de los conceptos físicos en la universidad. La proporción de la variación en la percepción sobre la comprensión de los conceptos de la asignatura que es explicada por el modelo alcanza el 14 %, como se evidencia en la Tabla VI. En esta tabla no se incluyó la información sobre la variable x_3 , ya que esta fue omitida durante la estimación. Al implementar el método de selección por pasos hacia adelante se contrasta la entrada, la cual se basa en la significancia del estadístico de puntuación, y contrasta la eliminación basándose en la probabilidad del estadístico de la razón de verosimilitud, de tal forma que, en el modelo final ajustado solo se incluyen

las variables que muestran evidencia de efectos significativos ($p < 0.005$, $op < 0.001$).

4. Discusión y conclusiones

El análisis de los resultados del estudio lineal generalizado aplicado a los estudiantes universitarios acerca de su percepción en la comprensión de los conceptos en la asignatura de física calor-ondas al inicio de postpandemia, con respecto a las características sociodemográficas (género, programa y zona de residencia) (Tabla IV), indica que no existe una correlación entre la percepción de la comprensión de los conceptos físicos de calor-ondas y estos factores. Sin embargo, no sucede igual con la correlación entre la percepción de los estudiantes en la comprensión de la física calor-ondas y variables como el estudio de la física de forma presencial durante la pandemia en el colegio (x_2), la comprensión de los concep-

TABLA V. Promedios por tipo de colegio. M: media; DT: desviación típica; Mdn: mediana.

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Público							
M	3.99	2.87	3.11	2.33	3.44	2.09	3.49
DT	1.46	1.14	1.01	1.22	1.34	1.27	1.36
Mdn	5.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	4.00
Privado							
M	4.28	2.40	3.00	2.09	3.58	2.07	3.51
DT	1.22	1.18	1.05	1.15	1.16	1.06	1.26
Mdn	5.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00

TABLA VI. Resultados del Modelo de Regresión. β son los coeficientes asociados a cada una de las variables predictoras en la ecuación del modelo. Prueba ómnibus $\chi^2 = 24.518$, $p < 0.001$. Criterio de información Akaike (AIC) = 653.06. $R^2 = 0.1413$.

Parámetro	β	Error Estándar	95 % de intervalo de confianza de Wald		Chi-Cuadrado de Wald	Contraste de Hipótesis gl	Sig.
			Inferior	Superior			
(Intersección)	14.98	0.7423	13.525	16.435	407.240	1	0.000
Colegio							
[Privado]	-1.307	0.4935	-2.274	-0.340	7.012	1	0.008
[Público]	0 ^a						
x_2	0.650	0.1856	0.286	1.014	12.258	1	0.000
x_6	-0.428	0.1606	-0.743	-0.113	7.095	1	0.008
(Escala)	5.869	0.7040	4.639	7.425			

tos previos físicos estudiados en la universidad durante la pandemia (x_3), y la preferencia ya sea a la modalidad virtual o presencial (x_6). A continuación, se resaltan las conexiones entre nuestros resultados estadísticos con correlaciones no paramétricas significativas (variables x_2 , x_3 y x_6 , ver Tablas II y IV) y las conclusiones de nuestro estudio acerca de la percepción de cada estudiante sobre su comprensión en la asignatura Física Calor-Ondas (variable dependiente y), con relación al mismo grupo de variables independientes.

x_2 : Durante la pandemia del COVID-19, ¿siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados presencialmente en el colegio?:

Resultado estadístico (correlación no paramétrica 0.236). En cuanto a las variables durante la pandemia del covid-19 usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados presencialmente en el colegio (variable x_2) y percepción sobre la comprensión de los temas de la asignatura (variable y), el valor de la correlación no paramétrica fue de 0.236.

Conclusión y discusión: El hecho de que aquellos estudiantes que asistieron físicamente al colegio durante el 2020 y percibieron que habían comprendido los conceptos estudiados en física, mostraran una mejor valoración de su nivel de comprensión en la asignatura de física calor-ondas en la universidad, sugiere una correlación positiva entre la presencialidad en el entorno escolar durante la pandemia y la percepción de comprensión en física. Es posible que el contacto directo con los docentes y las interacciones en el aula hayan creado una disposición positiva hacia el estudio de los conceptos de la física, facilitado posteriormente el aprendizaje y la asimilación de los conceptos relacionados con calor y ondas en la universidad. Asimismo, la presencia física en el colegio puede brindar ventajas como una mayor interacción con los docentes, la posibilidad de plantear preguntas de manera inmediata y recibir una retroalimentación en tiempo real. Estos factores podrían haber contribuido a que los estudiantes se sintieran más seguros en su comprensión de los conceptos de física y, en particular, a la temática de calor-ondas. Además, es importante considerar que el entorno escolar proporciona recursos y herramientas específicas para la enseñanza de la

física, como laboratorios y equipos especializados. Estos recursos pueden facilitar una comprensión más profunda de los conceptos relacionados con la temática de calor-ondas, lo que a su vez se refleja en una mejor valoración de la comprensión por parte de los estudiantes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados pueden depender de varios factores, como la calidad de la enseñanza presencial, el nivel de compromiso y participación de los estudiantes, y las características individuales de cada estudiante.

Un acuerdo entre los expertos en educación es que el aprendizaje presencial antes de la pandemia era más efectivo que el aprendizaje a distancia, afirmación que la sustentan dado que los resultados de aprendizaje de los estudiantes son, en promedio, más débiles que los que se construyen a partir de la instrucción presencial [27]. Investigadores de Brown y Harvard observaron una alta disminución en los progresos de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, comparando los resultados de aprendizaje con una población similar que no vivió su proceso de aprendizaje desde la virtualidad por incidencia de la pandemia a causa del COVID-19 [28]. Una de las dificultades de la educación virtual es que limita a los estudiantes a establecer relaciones y situaciones de aprendizaje compartido o cooperativo convencionales con sus pares académicos, interacciones que enriquecen la experiencia de aprendizaje [29]. A pesar de los retos que ha traído consigo, la presencialidad remota también ha demostrado algunas ventajas. Por ejemplo, ha permitido flexibilidad en cuanto a horarios y ubicación geográfica, brindando la oportunidad de acceder a la educación a aquellos estudiantes que, por diversas circunstancias, no podrían hacerlo de manera presencial. No se puede generalizar ampliamente que todos los estudiantes que estuvieron en el colegio durante la pandemia experimentaron una mejor valoración de su comprensión en la física de calor, ya que cada contexto educativo es único.

x_3 : Durante la pandemia del COVID-19, ¿siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados en la universidad?:

Resultado estadístico: (correlación 0.237). Con relación al valor de correlación no paramétrica entre la comprensión de los conceptos de calor-ondas estudiados en la universidad

(y), y la variable x_3 : “Durante la pandemia del covid-19 usted siente que comprendió los conceptos estudiados en Física desarrollados en la universidad”, el resultado es de 0.237.

Conclusión y discusión: De este valor de correlación se infiere que, para aquellos estudiantes que durante la pandemia cursaron física en la universidad y percibieron haber comprendido los conceptos estudiados en ella, tuvieron una mejor valoración de su comprensión en la asignatura de Física Calor-Ondas. Entre las causas que podrían explicar esta correlación positiva podemos citar:

Adaptación a la modalidad de aprendizaje remoto: Durante la pandemia del COVID-19, muchos estudiantes tuvieron que adaptarse a la modalidad de aprendizaje remoto para seguir sus clases universitarias. Aquellos que se adaptaron eficazmente a esta modalidad podrían haber experimentado una comprensión más profunda de los conceptos físicos estudiados en la universidad, lo que se reflejaría en la percepción de su comprensión de la física en general.

Mayor autoaprendizaje y recursos disponibles: Durante la pandemia, los estudiantes tuvieron acceso a una variedad de recursos en línea y tecnologías de aprendizaje virtual que podrían haber facilitado su autoaprendizaje y comprensión de los conceptos físicos. Aquellos que aprovecharon estos recursos podrían haber experimentado una mejora en su comprensión de la física, lo que influiría en su percepción de comprensión en la asignatura de Física Calor-Ondas.

Mayor motivación y compromiso con el aprendizaje durante la pandemia: Al enfrentarse a desafíos adicionales durante la pandemia, como la adaptación a nuevas modalidades de enseñanza y el estrés asociado con la situación global, algunos estudiantes podrían haber desarrollado una mayor motivación y compromiso con su aprendizaje. Esta mayor motivación podría haber llevado a una mayor atención en las clases universitarias de física y por ende, a una mejor comprensión de los conceptos, lo que se reflejaría en su percepción de comprensión en la asignatura de Física Calor-Ondas.

Desarrollo de habilidades de estudio y autonomía: La necesidad de gestionar de manera autónoma el tiempo de estudio y las tareas durante la pandemia pudo haber contribuido al desarrollo de habilidades de estudio y autonomía en algunos estudiantes. Aquellos que adquirieron estas habilidades podrían haber tenido una mejor comprensión de los conceptos físicos, lo que se reflejaría en su percepción de comprensión en la asignatura de Física Calor-Ondas.

x_6 : ¿Prefiere las clases remotas virtuales a las presenciales?

Resultado estadístico: (correlación no paramétrica - 0.189). En cuanto a la correlación no paramétrica entre la comprensión de los conceptos de calor-ondas estudiados en la universidad (y), y la variable x_6 : “Prefiere las clases remotas virtuales a las presenciales”, el valor es de -0.189.

Conclusión y discusión: Un valor de correlación no paramétrica de -0.189 indica una correlación negativa entre las variables “Percepción sobre la comprensión de los temas de la asignatura de Física” y “Prefiere las clases remotas virtuales a las presenciales”. En este contexto, una correlación negativa sugiere que a medida que la preferencia por las clases

remotas virtuales aumenta, la percepción sobre la comprensión de los temas de la asignatura de Física tiende a disminuir. Esto podría interpretarse como que los estudiantes que prefieren las clases presenciales tienen una percepción ligeramente más positiva sobre su comprensión de los temas de la asignatura después de la pandemia en comparación con aquellos que prefieren las clases virtuales.

Este fenómeno puede tener diversas explicaciones. En primer lugar, las clases remotas virtuales pueden presentar desafíos adicionales en comparación con las clases presenciales. La falta de interacción directa con el docente y con otros estudiantes puede limitar las oportunidades de hacer preguntas, participar en discusiones y recibir retroalimentación inmediata. Esto puede dificultar la comprensión profunda de los conceptos de física del calor. Además, las clases remotas virtuales pueden requerir una mayor autodisciplina y autonomía por parte de los estudiantes. La falta de una estructura física y la comodidad del hogar pueden generar distracciones y dificultar el enfoque y la concentración necesarios para comprender conceptos complejos. Esto podría influir en la percepción negativa de la comprensión en la asignatura de física del calor. Asimismo, la tecnología utilizada para las clases remotas virtuales puede presentar limitaciones en términos de calidad de audio, video o conexión a internet. Estos problemas técnicos pueden afectar negativamente la experiencia de aprendizaje y la comprensión de los conceptos. Es importante destacar que estas observaciones se basan en tendencias generales y pueden variar según las circunstancias individuales de cada estudiante.

Algunos estudiantes pueden adaptarse y tener éxito en las clases remotas virtuales, mientras que otros pueden enfrentar dificultades. Es fundamental considerar que el entorno de aprendizaje preferido puede ser diferente para cada individuo, y lo que funciona para algunos puede no funcionar para otros. Al respecto, Pérez-López *et al.* [14], después de realizar un estudio a estudiantes universitarios en tiempo de pandemia, señalan que la valoración negativa que hacen los estudiantes universitarios de la enseñanza a distancia se explica por la relación inversa percibida entre dedicación al estudio y rendimiento académico, y por falta de adaptación de los docentes a las circunstancias personales y académicas de los estudiantes. Por lo tanto, concluyen que la universidad debe transitar hacia modelos más colaborativos y centrados en el estudiante. Un estudio reciente [30] muestra los resultados de la adaptabilidad en la transición post-covid-19 de los estudiantes universitarios en un curso de física. Aunque se encuentra un alto nivel general de adaptación de la mayoría de los estudiantes, los autores resaltan que algunos de ellos mostraron problemas al adaptarse a la nueva normalidad debido a posibles deficiencias de aprendizaje durante ese tiempo, influenciado por el cambio en el estilo de aprendizaje y/o sus rasgos de personalidad. El conocer la realidad académica y emocional de los estudiantes en tiempo post-covid-19, permitirá a las instituciones y docentes diseñar estrategias que permitan su adaptación a la presencialidad. Según la UNESCO, volver a las clases presenciales en la universidad debe

verse como una oportunidad para reflexionar y, en la medida de lo posible, reestructurar los procesos de enseñanza y aprendizaje, aprendiendo las lecciones que el uso intensivo de la tecnología haya podido conllevar, prestando especial atención a la equidad y la inclusión. Un estudio comparativo post-COVID-19 realizado en Latinoamérica [31], basado en las perspectivas docentes, concluye que cada región debe realizar una agenda crítica, basada en la comunicación y educación, que sea fruto de sus propias prácticas y experiencias vividas en tiempo de pandemia, con el objetivo de suplir las necesidades de educación en tiempo de postpandemia.

5. Conclusión

La percepción de los estudiantes sobre la comprensión de los conceptos físicos universitarios en la época postpandemia varía según sus experiencias previas en el bachillerato y en la universidad. Aunque los estudiantes de diferentes carreras de ingeniería perciben su aprendizaje de manera distinta [32], su desempeño en la asignatura está influenciado por factores como la modalidad de enseñanza previa (presencial o virtual) y el tipo de colegio donde cursaron el bachillerato (privado o público). El estudio muestra que los estudiantes que recibieron clases presenciales de física durante la pandemia en el colegio perciben una mayor comprensión de los conceptos físicos en la universidad al inicio de la postpandemia, en comparación con aquellos que tuvieron clases virtuales. Es

decir, los resultados del estudio muestran que aquellos estudiantes que estudiaron la asignatura de física presencialmente durante la pandemia en el colegio, perciben una mayor comprensión de los conceptos físicos estudiados en la universidad al inicio de la postpandemia, en comparación con aquellos que la estudiaron de forma virtual remota. Igualmente, se encuentra que la percepción sobre la comprensión de los conceptos físicos universitarios es mayor entre los estudiantes que provienen de colegios privados. A partir del análisis de la información obtenida en este estudio, se ha iniciado un proyecto para nivelar académicamente a los estudiantes que presentan problemas en la comprensión de la asignatura. La conexión entre la exposición presencial en el bachillerato y el éxito académico en la universidad plantea interrogantes sobre la efectividad de los métodos de enseñanza a distancia en comparación con la enseñanza cara a cara. Podría explorarse más a fondo cómo la interacción directa con profesores y compañeros durante las clases presenciales contribuye a una mejor comprensión y aplicación de los principios físicos en niveles educativos más avanzados. Asimismo, este hallazgo podría tener implicaciones prácticas en la planificación y ejecución de programas educativos. Las instituciones educativas podrían considerar la integración de enfoques presenciales en la enseñanza de asignaturas científicas, reconociendo el valor añadido que proporciona la participación activa y la colaboración en la formación de una base sólida en física.

1. J.D. Ametepe and N. Khan, Teaching physics during COVID-19 pandemic: implementation and report of teaching strategies to support student learning. *Phys. Educ.* **56** (2021) 065030. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac266f>
2. S. Guo, Synchronous versus asynchronous online teaching of physics during the COVID-19 pandemic. *Phys. Educ.* **55** (2020) 065007. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aba1c5>
3. M. Misbah *et al.*, The effectiveness of introduction to nuclear physics e-module as a teaching material during covid-19 pandemic. *J. Phys.: Conf. Ser.* **1760** (2021) 012052. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012052>
4. L.J. Rodríguez-Muñiz *et al.*, Secondary mathematics teachers' perception of their readiness for emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic: A case study. *Educ. Sci.* **11** (2021) 228. <https://doi.org/10.3390/educsci11050228>
5. M.Z. Ewiss, Case study: reflection of COVID-19 on teaching physics for undergraduate students. *Educ. Rev.* **4** (2020) 211-218. <https://doi.org/10.26855/er.2020.12.001>
6. J. König *et al.*, Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *Eur. J. Teach. Educ.* **43** (2020) 608-622. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650>
7. R. Valeeva and A. Kalimullin, Adapting or changing: The covid-19 pandemic and teacher education in Russia. *Educ. Sci.* **11** (2021) 408. <https://doi.org/10.3390/educsci11080408>
8. P. Klein *et al.*, Studying physics during the COVID-19 pandemic: Student assessments of learning achievement, perceived effectiveness of online recitations, and online laboratories. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **17** (2021) 010117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010117>
9. A. Bashir *et al.*, Post-COVID-19 Adaptations; the Shifts Towards Online Learning, Hybrid Course Delivery and the Implications for Biosciences Courses in the Higher Education Setting. *Front. Educ.* **6** (2021). <https://doi.org/10.3389/educ.2021.711619>
10. R.B. King *et al.*, Learning and teaching during Covid-19 and beyond: educational psychology perspectives. *Educ. Psychol.* **42** (2022) 1199-1203. <https://doi.org/10.1080/01443410.2022.2159684>
11. K. Megan *et al.*, J. Projecting the Potential Impact of COVID-19 School Closures on Academic Achievement. *Educ. Res.* **49** (2020) 549-565. <https://doi.org/10.3102/0013189X20965918>
12. A. Kumar and K. Rajasekharan, COVID 19 and its mental health consequences. *J. Ment. Health.* **30** (2021) 1-2. <https://doi.org/10.1080/09638237.2020.1757052>

13. M. Curelaru *et al.*, Students' perceptions of online learning during COVID-19 pandemic: A qualitative approach. *Sustainability*. **14** (2022) 8138. <https://doi.org/10.3390/su14138138>
14. E. Pérez López *et al.*, Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *RIED. Rev. Iberoam. Edu. Dis.* **24** (2021) 331, <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>
15. J.C. Torres-Díaz *et al.*, Effects of COVID-19 on the perception of virtual education in university students in Ecuador; technical and methodological principles at the Universidad Técnica Particular de Loja. *Sustainability*. **14** (2022) 3204. <https://doi.org/10.3390/su14063204>
16. S. Giannini, COVID-19 y educación superior: de los efectos inmediatos al día después. *RELEC*. **11** (2020) 1-57. <https://bit.ly/3N38jso>
17. M. Sáiz-Manzanas *et al.*, Student satisfaction with online teaching in times of COVID-19. [Satisfacción de los estudiantes con la docencia online en tiempos de COVID-19]. *Comunicar*. **30** (2022) 35-45. <https://doi.org/10.3916/c70-2022-03>
18. S.M. Contreras Sierra *et al.*, Enseñanza Remota de la Química en Educación Secundaria-Universitaria. *Educ. Quím.* **31** (2020) 73. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.77099>
19. S.M. McDonald, Perception: A concept analysis. *Int. J. Nurs. Terminol. Classif.*. na/na (2011). <https://doi.org/10.1111/j.1744-618X.2011.01198.x>
20. O.U. Qiong, A brief introduction to perception. *Stud. Liter. Lang.* **15** (2017) 18-28. <https://doi.org/10.3968/10055>
21. S.O. Akande, Knowledge, perception, and attitudes of library personnel towards preservation of information resources in Nigerian Federal University Libraries. *Libr. Philos. Pract.* **303** (2009) 1-8. <https://doi.org/10.4135/9781412963909.n314>
22. P.L. Munhall, Perception, *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods, Vol 2. (SAGE Publications, Inc, Melbourne, 2008)*. pags. 606-607. <https://bit.ly/3N6Tyoj>
23. C.S. Ding and S.L. Hershberger, Assessing Content Validity and Content Equivalence Using Structural Equation Modeling. *Structural Equation Modeling. Struct. Equ. Model.* **9** (2002) 283-297. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_7
24. J.A. Nelder and R.W. Wedderburn, Generalized linear models. *J. R. Statist. Soc. A*. **135** (1972) 370-384. <https://doi.org/10.2307/2344614>
25. G. Vallejo and L.M. Lozano, Modelos de análisis para los diseños multivariados de medidas repetidas. *Psicothema*. **18** (2006) 293-299. <https://bit.ly/3J6336k>
26. P. McCullagh and J.A. Nelder, *Generalized Linear Models, 2nd Edition (Chapman and Hall, London, 1989)*, pags. 21-41. <https://bit.ly/3Pv8IH9>
27. J. Rogero-García, La ficción de educar a distancia. *RASE*. **13** (2020) 174. <https://doi.org/10.7203/rase.13.2.17126>
28. D. Goldstein, Research shows students falling months behind during virus disruptions. *The New York Times*. 5 (2020). <https://nyti.ms/441PUD6>
29. R. Durán *et al.*, Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. *Aula Abierta*. **43** (2015) 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.01.001>
30. F. Delgado, Post-COVID-19 Transition in University Physics Courses: A Case of Study in a Mexican University. *Educ. Sci.* **12** (2022) 627. <https://doi.org/10.3390/educsci12090627>
31. J.C. Mateus *et al.*, Perspectivas docentes para una agenda crítica en educación mediática post COVID-19. Estudio comparativo en Latinoamérica. *Comunicar*. **30** (2022) 9-19. <https://doi.org/10.3916/c70-2022-01>
32. T. Rada Crespo *et al.*, Percepción del aprendizaje de la física en diferentes programas de ingeniería. *Rev. Mex. Fis. E* **19** (2022) 020202 <https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.19.020202>