

Título: Hacia una enseñanza efectiva de la biología: identificación de dificultades en el aprendizaje de los protistas para el diseño de materiales educativos

I. Resumen

Esta investigación en acción se centró en las dificultades de aprendizaje que enfrentaban estudiantes de séptimo grado al abordar el tema del reino Protista, particularmente en su clasificación y en el uso y manejo del microscopio. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo bajo un diseño de investigación en acción participativa, utilizando un enfoque crítico y cíclico (Wilfred Carr y Stephen Kemmis, 1986), el cual promueve una autorreflexión continua y participación activa, cuestiona y mejora las prácticas, vincula la teoría y la práctica para un aprendizaje significativo. El propósito principal fue diseñar e implementar estrategias educativas innovadoras que facilitaran la comprensión de los protistas, fomentando el interés de los estudiantes, así como fortaleciendo la destreza del uso y manejo del microscopio.

Se diseñaron e implementaron estrategias pedagógicas innovadoras, incluyendo materiales didácticos visuales, actividades lúdicas y prácticas con el microscopio. El propósito principal fue transformar las prácticas educativas para mejorar la comprensión de los estudiantes en torno a la diversidad, clasificación, y funciones ecológicas de los protistas, así como el uso e interpretación de imágenes microscópicas. Entre las técnicas utilizadas se incluyeron observaciones directas, rúbricas de evaluación, análisis de trabajos estudiantiles, entrevistas informales y pruebas diagnósticas (pre y post).

Los resultados revelaron que, tras la implementación de las estrategias, una mayoría significativa de los estudiantes logró superar sus dificultades iniciales. Específicamente, el uso de recursos visuales, el trabajo colaborativo y las experiencias prácticas aumentaron la comprensión de las estructuras celulares y fomentaron el interés por el uso y manejo del microscopio. No se encontró una diferencia significativa entre las puntuaciones antes y después de la intervención educativa.

II. Introducción

La clasificación de los organismos del reino protista, con particular énfasis en las algas, representó un tema de gran complejidad y relevancia en la enseñanza de la biología. Sin embargo, estudios previos han revelado que los estudiantes suelen presentar concepciones alternativas significativas sobre este grupo de organismos (referencia). Estas ideas preconcebidas incluyen, por ejemplo, la creencia de que todas las algas son plantas, que los protistas no son organismos vivos complejos o que no tienen importancia ecológica (Rosada et al., 2022; Yunanda et al., 2019).

Una de las principales dificultades radica en el desconocimiento general sobre el reino protista. Los estudiantes suelen confundir a los protistas con otros grupos de organismos, con plantas o animales, comprensión más profunda y precisa de estos organismos eucariotas unicelulares y multicelulares simples. Además, la complejidad de la clasificación de los protistas, sumada a la constante evolución de los sistemas taxonómicos, contribuye a generar confusión entre los estudiantes.

Otro aspecto que dificultó el aprendizaje sobre los protistas es la falta de experiencia en el uso y manejo del microscopio. Numerosos estudios han demostrado habilidades prácticas fundamentales en la observación científica, como lo destacan Aminu (2020) y Kirmizigul y Kizilay (2020), quienes subrayan la importancia del trabajo experimental para la comprensión de los protistas. Estas limitaciones se ven agravadas por la falta de acceso a equipos de laboratorio adecuados y por la escasez de actividades prácticas que permitan a los estudiantes desarrollar las habilidades necesarias para la observación microscópica.

La importancia de esta investigación radicó en la necesidad de mejorar la enseñanza de la biología a nivel secundario. Al identificar y abordar las concepciones erróneas que los estudiantes tienen sobre el mundo de los protistas, se pudieron diseñar estrategias pedagógicas más efectivas para promover una comprensión más profunda y precisa de estos organismos vivos. Además, al enfocarse en el uso del microscopio, se buscó desarrollar habilidades prácticas fundamentales en la observación científica y en la resolución de problemas. Esta identificación se realizó a través de una pre-prueba

diseñada específicamente para detectar ideas erróneas comunes sobre los protistas, complementada con observaciones de clase y análisis de hojas de trabajo.

Esta investigación no solo beneficio a los estudiantes involucrados, sino que también contribuyo al campo de la educación en ciencias. Creswell y Guetterman (2019) afirmaron que la investigación en acción “es un diseño útil para abordar problemas específicos de la sala de clases y para fortalecer que los individuos mejoren sus situaciones de trabajo” (p. 587). Creswell y Guetterman añadieron que “los educadores pretenden mejorar la práctica de la educación por medio del estudio de un asunto o problema que ellos enfrentan. Los educadores reflexionan acerca de estos problemas, recopilan y analizan datos e implementan cambios a base de los hallazgos (p. 587).

Los resultados obtenidos pudieron servir como base para el desarrollo de nuevos materiales didácticos y para la formación de docentes. Al mejorar la calidad de enseñanza de la biología, se estuvo fomentando una mayor curiosidad científica y un mayor interés por el estudio de la vida en todas sus formas. Asimismo, esta investigación pudo ayudar a identificar áreas para mejorar en los currículos escolares y en la formación inicial de profesores.

III. Preguntas de investigación

A partir de los propósitos se establecieron las siguientes preguntas de investigación. Con estas se propició la recopilación de datos respecto a la acción para tratar de minimizar las dificultades específicas que se identificaron como parte del problema de investigación. Las preguntas son las siguientes:

1. ¿Qué nivel de conocimiento tuvieron los estudiantes del séptimo grado acerca del reino protista y del uso y manejo del microscopio en el curso de Ciencia Biológicas?
2. ¿Cómo el plan se estructuró una acción para utilizar recursos educativos diversos y un enfoque alternativo para el entendimiento de las clasificaciones de los organismos del reino protista enfocado en las algas, y r en el desarrollo de

habilidades prácticas para el uso y manejo del microscopio, en estudiantes de séptimo grado?

3. ¿Cómo cambió el conocimiento sobre el reino protista y el nivel de dominio de las destrezas para manejar el microscopio, de los estudiantes de séptimo grado tras la aplicación del plan de acción diseñado para mejorar la enseñanza de la biología?

IV. Marco Teórico

La enseñanza del reino Protista representó un desafío importante en la educación secundaria debido a la complejidad estructural y taxonómica de estos organismos. Diversos estudios documentaron que los estudiantes presentaban dificultades para comprender la clasificación, morfología y función de los protistas, particularmente de las algas, debido a que estos organismos no se ajustaban fácilmente a las categorías tradicionales de plantas, animales o hongos (Rosada, Susilo & Gofur, 2022; Kirmizigul & Kizilay, 2020). Esta ambigüedad taxonómica, sumada a su invisibilidad a simple vista, contribuyó a la generación de concepciones erróneas que persistieron incluso en niveles avanzados de escolaridad (Yunanda, Susilo & Ghofur, 2019).

El problema de las concepciones alternativas fue ampliamente discutido en la literatura educativa. Sihombing y Pranoto (2021) identificaron que uno de los principales factores que perpetuaban el desconocimiento sobre los protistas era la escasez de actividades prácticas significativas y el uso limitado de recursos didácticos adecuados. La enseñanza centrada en contenidos teóricos y apoyada exclusivamente en imágenes de libros de texto no logró propiciar un aprendizaje significativo. En contraste, investigaciones recientes subrayaron la necesidad de utilizar modelos tridimensionales, materiales audiovisuales y trabajo de laboratorio para promover una comprensión integral de estos organismos (Aminu, 2020; Khalifatunnisa & Mubarak, 2023).

Desde la perspectiva pedagógica, la literatura sostuvo que el uso del microscopio como herramienta de identificación fue fundamental para el aprendizaje de contenidos relacionados con microorganismos, como los protistas. Sin embargo, diversos estudios

indicaron que los estudiantes presentaban dificultades técnicas al manipular el microscopio y al interpretar las imágenes observadas (Van Etten et al., 2022). Estas limitaciones no solo afectaron el dominio de habilidades científicas básicas, sino que también obstaculizaron el desarrollo de competencias como la observación sistemática, el análisis y la formulación de inferencias. La planificación de actividades que incluyeron entrenamiento sistemático en el uso del microscopio demostró ser eficaz para mejorar estos aspectos (Simard, 2021).

Finalmente, se documentó que el diseño de experiencias de aprendizaje activo, fundamentadas en el modelo del aprendizaje significativo, permitió abordar y corregir las concepciones erróneas asociadas al reino Protista (Moreira, 2020).

Esto implicó partir del conocimiento previo del estudiante y conectar nuevos contenidos con experiencias concretas. El uso de estrategias como el ciclo de aprendizaje 7E (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar), la elaboración de modelos físicos y la exposición de hallazgos favoreció tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades metacognitivas. Por tanto, la literatura respaldó la implementación de propuestas integradoras que combinaron el enfoque teórico con prácticas experimentales en el aula de biología

V. Método

En esta investigación en acción se utilizaron métodos cuantitativos para guiar la implementación de la acción y la recopilación de datos. La investigación con métodos cuantitativos, según Hernández et al. (2014), “se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recopilación se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica” (p. 5). Estos autores enfatizaron que, si los datos son producto de mediciones, se representan mediante cifras y se analizan con métodos estadísticos.

En efecto, cuando utilizaron estos materiales pudieron obtener resultados favorables en los grupos y que hayan aprendido con las diferentes actividades que pudieron culminar los estudiantes durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

VI. Diseño

Respecto al diseño de investigación en acción cabe destacar que, este tenía un enfoque eficaz para la mejora de la práctica en diversos campos, especialmente en educación (Wilfred Carr y Stephen Kemmis, 1986). Estos afirmaron que este diseño implica que es un ciclo continuo que se repite lo que permite un aprendizaje constante y una mejora gradual. Tuvo un enfoque crítico porque invitó a cuestionar las prácticas existentes y buscar mejores alternativas. Además, los estudiantes tuvieron participación activa porque propuso que todos los involucrados pudieran mejorar y esto aumentó el sentido de pertenencia y compromiso. Se eligió el diseño de investigación en acción porque tiene una conexión teoría y práctica en donde ambos van de manera estrecha, lo que permite un aprendizaje significativo. Este modelo afirma que el conocimiento se construye a través de la acción y la reflexión y que la investigación no debe ser una actividad aislada, sino que debe estar vinculada a la mejora de la práctica.

VII. Participantes

Creswell y Guetterman (2019), Gay et al. (2012) y Hernández et al. (2014) señalan que mediante un muestreo por conveniencia se selecciona la muestra por su disponibilidad y accesibilidad. Es decir, que se contactan sujetos y se seleccionan por su disponibilidad (i.e., todo el que desee participar que cumpla con las características necesarias). Ahora bien, los resultados solo pueden generalizarse a sujetos con las mismas características, no a toda la población. Creswell, Guetterman (2019) y McMillan (2012) afirmaron que, en una selección intencional, se seleccionan casos que tengan o puedan ofrecer la información necesaria para contestar las preguntas de investigación y así, aprender acerca del fenómeno o entenderlo. Por consiguiente, se seleccionaron 62 estudiantes de séptimo grado, matriculados en el curso de ciencias biológicas de la Escuela Secundaria de la UPR para comprender patrones de respuesta mediante análisis estadísticos. Sus edades fluctuaron entre 11 a 13 años, provenientes de diferentes escuelas elementales. Se les proporcionó a los estudiantes una hoja de consentimiento para que los padres lo firmaran y una hoja de asentimiento para los menores. Solo aquellos estudiantes que decidieron participar y que contaron con

ambos documentos firmados participaron de la investigación. Esto se realizó como parte de los requisitos para la protección de los seres humanos en la investigación.

VIII. Plan para acción

El plan de acción fue diseñado para abordar las dificultades principales relacionadas con la comprensión de los protistas en estudiantes de séptimo grado matriculados en el curso de ciencias biológicas. El plan de acción se centró en resolver dos dificultades relacionadas con el aprendizaje de los protistas. La primera fue el desconocimiento de los estudiantes sobre este reino. Muchos estudiantes tuvieron dificultades para diferenciar entre protistas, plantas, y carecieron de una comprensión básica de su diversidad y características. La segunda dificultad radica en el uso y manejo del microscopio. Los estudiantes tuvieron problemas para operar este instrumento correctamente y para interpretar las imágenes que obtienen. Estas dificultades pudieron obstaculizar significativamente la comprensión de conceptos clave en la biología y limitar la capacidad de los estudiantes para realizar observaciones científicas.

La estructura del plan aparece organizada en la Tabla 1. En las columnas se especifican la dificultad, el contexto, los sujetos involucrados, la acción a tomar, los recursos necesarios, la persona responsable, el instrumento de evaluación y los resultados esperados. Cada fila representa una estrategia específica que se utilizó para resolver cada una de las dificultades identificadas. Por ejemplo, para abordar el desconocimiento sobre el reino protista, se planteó una actividad de enseñanza individualizada, un taller externo y una tarea de desempeño. Para mejorar el uso del microscopio, se propuso una enseñanza alternativa con videos y la preparación de laminillas de protistas. Esta estructura permitió visualizar de manera clara y organizada cómo se abordaron los desafíos planteados.

VIII. Explicación de la acción

La implantación se organizó en una serie de cinco actividades cuidadosamente diseñadas para cumplir con los objetivos establecidos. Estas sesiones estuvieron

dirigidas a estudiantes de séptimo grado y se llevaron a cabo a lo largo de dos semanas, con una duración de una hora y media por sesión. El objetivo principal de estas actividades era facilitar el aprendizaje y la comprensión de los temas de estudio sobre el reino protista.

Se inició al evaluar con una pre-prueba sobre los protistas, y el uso y manejo del microscopio, para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes. Luego comenzamos con una actividad de inicio que consistió en unas adivinanzas sobre las características generales de los protistas. Después de resolver las adivinanzas, discutimos socialmente la información que nos brindaron las adivinanzas sobre los protistas. Posteriormente, observaron un video sobre las algas, en el cual cada grupo tuvo unas preguntas guías para analizar el video y aprender más sobre estas características, grupos y reproducción de estos organismos. De cada actividad hubo una discusión socializada y completaron una hoja de trabajo para monitorear su aprendizaje.

Los estudiantes usaron el microscopio para observar una colección de protistas, previo a esto trabajaron el uso y manejo correcto del microscopio. Luego, observaron una colección de laminillas que tienen diferentes tipos de protistas. A través del microscopio pudieron ver su morfología y además practicaron el uso y manejo del microscopio que fue repasado al principio de esta actividad. Después de observar la colección de protistas en el microscopio, cada grupo escogió seis protistas y los investigó a fondo en una página de internet que será compartida y escrita en la pizarra. Grupalmente anotaron las características investigadas en una tabla informativa que específico lo siguiente: el nombre del protista, a qué grupo pertenece, si es unicelular, filamentosa o colonial, si presenta motilidad, su color y una característica especial. Esta información que obtuvieron investigando en la página de internet u observando a través del microscopio les ayudaron a desarrollar habilidades de observación, análisis y participación activa.

Subsiguientemente estuvieron repasando la preparación de una laminilla en húmedo y pudieron observar la muestra que se les llevó de un cuerpo de agua cercano

a la escuela y puedan identificar, dibujar y describir lo que observaron a través del microscopio.

Antes de hacer esta actividad recibieron una especialista en el tema de las algas y les ofreció una charla sobre sus usos y las investigaciones que ella está llevando a cabo. Para terminar con las actividades, cada grupo creó un modelo y cartel informativo de un protista seleccionado y lo presentaron a sus compañeros. Para corregir el cartel y su presentación se utilizó una rúbrica analítica que evaluó cada aspecto del trabajo en criterios por separado, proporcionó una retroalimentación, para la mejora del conocimiento del estudiante y estuvo basada en la profundidad del conocimiento sobre los protistas.

Al finalizar se les administró la post-prueba sobre los protistas para evaluar los conocimientos adquiridos durante el proceso.

La implantación del plan de acción permitió el uso estratégico de diversos materiales y recursos para facilitar el aprendizaje. Se utilizaron hojas de trabajo, videos, microscopios, portaobjetos, muestras de algas, guías de identificación, materiales reciclados y tecnología 3D. Cada actividad estuvo diseñada para aprovechar al máximo estos recursos, proporcionando a los estudiantes aprendizaje significativo y variado. La evaluación se realizó a través de diversas herramientas, como rúbricas y escalas de clasificación, asegurando una valoración integral del proceso de aprendizaje. Se evaluó antes y después del proceso.

IX. Análisis de datos

En la primera parte del análisis, se evaluaron las actitudes hacia las ciencias mediante una preprueba y una posprueba a 39 estudiantes. La puntuación más baja fue 66 en ambas pruebas, mientras que la más alta fue 92 en la preprueba y 88 en la posprueba. El promedio de la preprueba fue 77.33 y el de la posprueba fue 76.21, lo que indicó una leve disminución. La desviación estándar fue similar en ambas (alrededor de 5.4), lo que mostró que la mayoría de los estudiantes se mantuvieron cerca del promedio.

Se realizaron pruebas de normalidad para asegurarse de que los datos fueran adecuados para análisis estadísticos más avanzados. Como la muestra fue mayor a 30, se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, y los resultados indicaron que los datos de ambas pruebas (pre y pos) siguieron una distribución normal. Esto permitió aplicar una prueba t para muestras pareadas, la cual es adecuada cuando se comparan resultados del mismo grupo antes y después de una intervención.

Los resultados de la prueba t mostraron que no hubo diferencias significativas entre la preprueba y la posprueba. Aunque el promedio bajó ligeramente, la puntuación t fue 1.087 y el valor de significancia fue .284, mayor que el nivel aceptado de .05. Esto indicó que las actividades realizadas en clase no cambiaron de manera significativa las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias. La correlación entre las pruebas fue positiva pero débil, lo que significa que no hubo una relación fuerte entre las dos mediciones.

En la segunda parte del informe, se analizó la alfabetización sobre la naturaleza de las ciencias en una muestra de 13 estudiantes. En esta prueba, el promedio de la preprueba fue 18.46 y el de la posprueba fue 17.23. La prueba de normalidad utilizada fue Shapiro-Wilk, ya que la muestra fue menor de 30. Debido a que los datos no cumplieron con todos los requisitos para una prueba paramétrica, se usó la prueba de Wilcoxon. Esta prueba también indicó que no hubo diferencias significativas ($Z = -0.913$, $p = .361$) entre los resultados antes y después. Por tanto, se concluyó que las actividades realizadas no produjeron cambios importantes en la alfabetización científica del grupo.

X. Análisis estadísticos de los resultados:

I. INVENTARIO DE ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS (IAC)

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

Descriptive Statistics											
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Std. Deviation	Skewness	Skewness	Kurtosis	Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
PRE	39	66	92	77.33	.867	5.416	29.333	.170	.378	.345	.741
POS	39	66	88	76.21	.859	5.366	28.799	-.043	.378	-.216	.741
Valid N (listwise)	39										

Antes de la intervención, la media fue de 77.33 (DE = 5.416), y después bajó ligeramente a 76.21 (DE = 5.366), lo cual indica que, en promedio, los resultados del Inventario de Actitudes hacia las Ciencias muestran que, las puntuaciones se mantuvieron muy similares antes (media = 77.33, DE = 5.416) y después (media = 76.21, DE = 5.366) de la intervención, lo cual indica estabilidad en las actitudes hacia las ciencias. Además, las medidas de asimetría (0.170 en PRE, -0.043 en POS) y curtosis (0.345 en PRE, -0.216 en POS) están muy próximas a cero, lo que sugiere que ambas distribuciones son aproximadamente normales, sin sesgos marcados ni colas extremas.

Tabla 2. Pruebas de normalidad

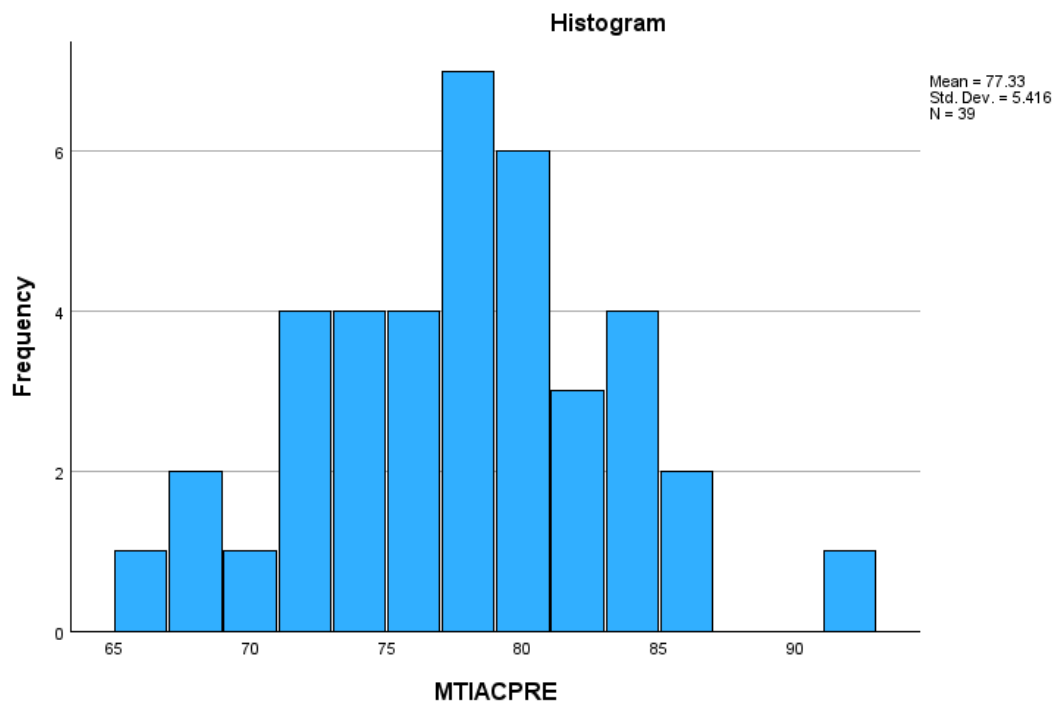
Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PRE	.087	39	.200*	.984	39	.857
POS	.087	39	.200*	.979	39	.661

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

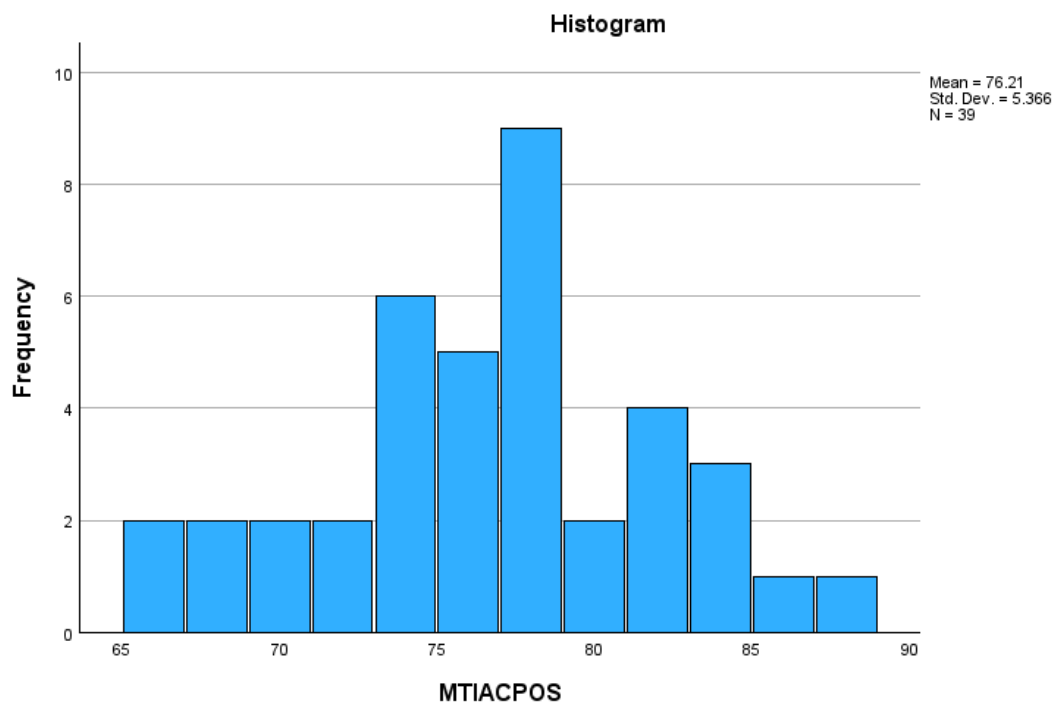
La Tabla 2 muestra los resultados de las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para las mediciones PRE y POS, ambas con una muestra de 39 participantes. En todos los casos, los valores de significancia son mayores a .05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Ambos test coinciden en que la distribución de las actitudes hacia las ciencias se considera suficientemente normal

Gráfico 1. Histograma para la preprueba (eje de x son las puntuaciones y el eje de y es la frecuencia de esas puntuaciones)



El histograma muestra la distribución de puntuaciones de una prueba aplicada a 39 participantes. La mayoría de las puntuaciones se concentran entre 75 y 80 puntos, lo que indica una tendencia central alrededor de esa franja. La media es de 77.33 y la desviación estándar de 5.416, lo que sugiere una dispersión moderada en los resultados.

Gráfico 2. Histograma para la posprueba (eje de x son las puntuaciones y el eje de y es la frecuencia de esas puntuaciones)



El histograma muestra la distribución de las puntuaciones obtenidas en la posprueba por 39 participantes. La mayoría de los puntajes se agrupan entre 75 y 80, lo que indica una concentración similar a la de la prueba anterior. La media fue de 76.21 con una desviación estándar de 5.386, lo que refleja una ligera disminución en el promedio respecto a la prueba inicial.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la prueba t

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PRE	77.33	39	5.416	.867
	POS	76.21	39	5.366	.859

La tabla muestra las estadísticas descriptivas de la prueba t para muestras relacionadas entre la preprueba y la posprueba. El promedio de las puntuaciones disminuyó ligeramente de 77.33 en la preprueba a 76.21 en la posprueba. Las desviaciones estándar son similares en ambas mediciones, lo que indica una variabilidad constante en los resultados entre ambas pruebas.

Tabla 4. Correlaciones de las muestras pareadas

Paired Samples Correlations					
			Correlation	Significance	
				One-Sided p	Two-Sided p
		N			
Pair 1	PRE & POS	39	.277	.044	.087

La Tabla 4 muestra la correlación entre las puntuaciones PRE y POS del IAC en una muestra de 39 participantes. La correlación obtenida fue baja ($r = .277$), indicando una relación débil entre ambas mediciones. La significancia bilateral ($p = .087$) sugiere que esta correlación no es estadísticamente significativa al nivel convencional de .05.

Tabla 5. Estadística inferencial de la prueba t

Paired Samples Test										
		Paired Differences							Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	PRE - POS	1.128	6.481	1.038	-.973	3.229	1.087	38	.142	.284

La Tabla 5 presenta los resultados de la prueba t para muestras relacionadas entre las puntuaciones PRE y POS del IAC. La diferencia media fue de 1.128 puntos, pero esta no resultó estadísticamente significativa ($p = .284$). Esto indica que no hubo un cambio significativo en las actitudes hacia las ciencias después de la intervención.

II. PRUEBA DE ALFABETIZACIÓN DE LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS (PANC)

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

Descriptive Statistics											
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PRE	13	9	24	18.46	1.457	5.254	27.603	-.826	.616	-.451	1.191
POS	13	10	25	17.23	1.516	5.464	29.859	.040	.616	-1.717	1.191
Valid N (listwise)	13										

Los resultados de la prueba PANC, aplicada antes y después de la intervención a 13 estudiantes, muestran una leve disminución en el conocimiento sobre la naturaleza de las ciencias. El promedio bajó de 18.46 a 17.23. Aunque las

puntuaciones variaron, se mantuvieron dentro de un rango similar. Además, los datos no siguen una distribución perfecta, ya que muestran cierta desviación.

Tabla 2. Pruebas de normalidad

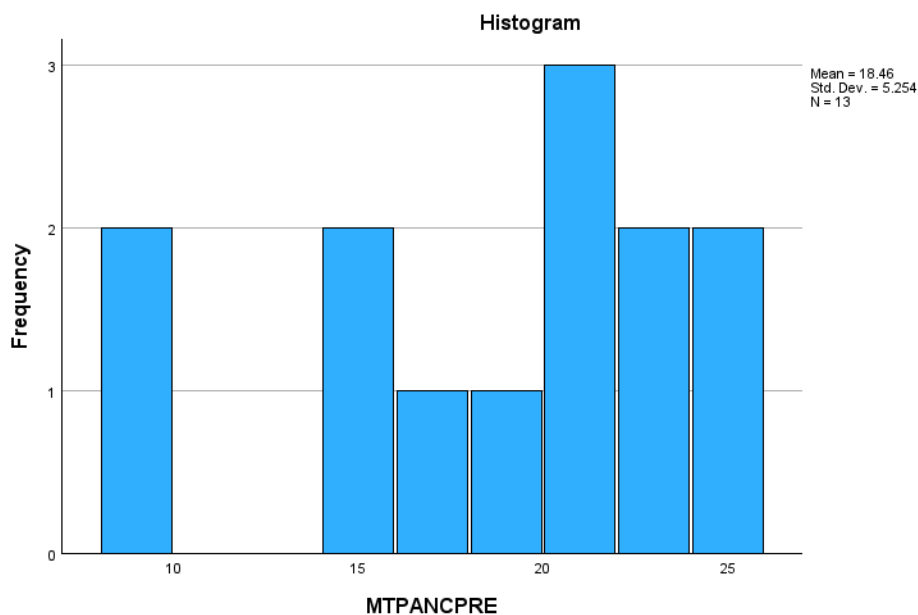
Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PRE	.224	13	.074	.870	13	.053
POS	.184	13	.200*	.904	13	.154

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

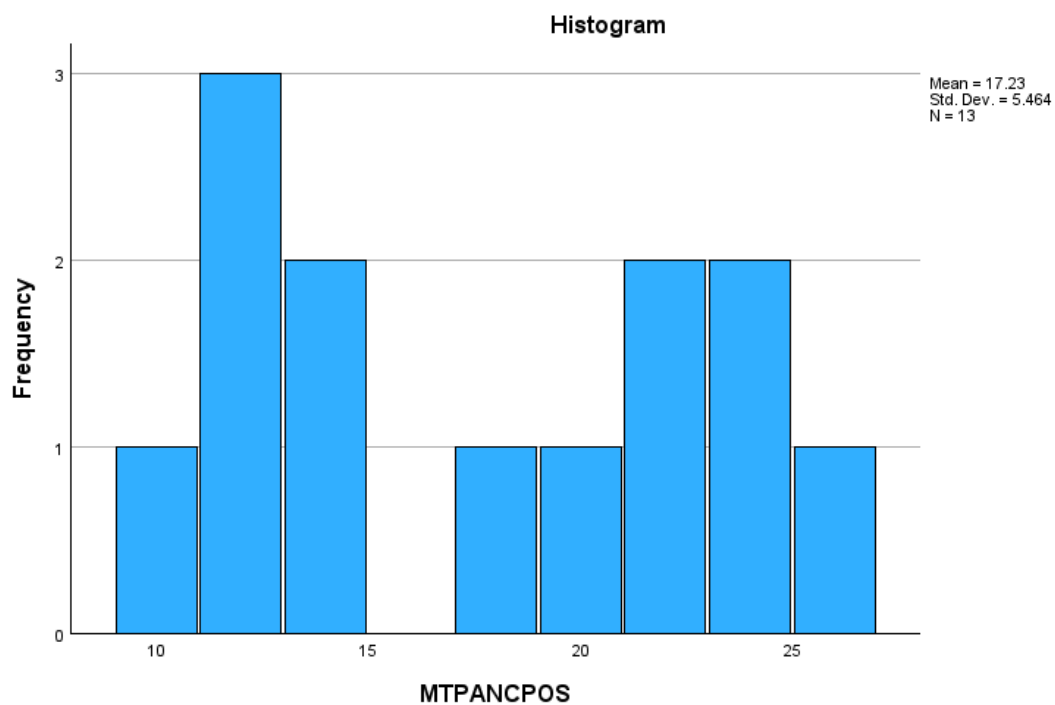
La tabla muestra que los resultados de la prueba PANC antes y después de la intervención siguen una distribución normal. Esto se debe a que los valores de significancia fueron mayores a .05. Por lo tanto, se pueden usar análisis estadísticos como la prueba t para comparar los resultados.

Gráfico 1. Histograma para la preprueba (eje de x son las puntuaciones y el eje de y es la frecuencia de esas puntuaciones)



El histograma muestra la distribución de las puntuaciones de una prueba previa aplicada a 13 participantes. La mayoría de las puntuaciones se agrupan entre los valores de 20 y 25, con una media de 18.46 y una desviación estándar de 5.254, lo que indica una dispersión moderada. Aunque hay cierta variabilidad, los datos tienden a concentrarse hacia el centro, sin una asimetría evidente.

Gráfico 2. Histograma para la posprueba (eje de x son las puntuaciones y el eje de y es la frecuencia de esas puntuaciones)



El histograma de la posprueba muestra una distribución más dispersa de las puntuaciones, con mayor concentración entre los valores bajos (10-13) y también algunos valores altos, lo que indica mayor variabilidad. La media es de 17.23, ligeramente menor que la de la preprueba, y la desviación estándar es de 5.464, lo que sugiere una dispersión similar. En conjunto, estos datos indican que no hubo una mejora general evidente tras la intervención, y algunos participantes obtuvieron puntuaciones más bajas.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la prueba no paramétrica de muestras pareadas y rangos señalados de Wilcoxon

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
POS - PRE	Negative Ranks	8 ^a	7.31	58.50
	Positive Ranks	5 ^b	6.50	32.50
	Ties	0 ^c		
	Total	13		

a. POS < PRE

b. POS > PRE

c. POS = PRE

La prueba de Wilcoxon indica que 8 participantes obtuvieron puntuaciones más bajas en la posprueba que en la preprueba, mientras que solo 5 mejoraron. No hubo empates entre las puntuaciones pre y post. En general, esto sugiere que, para la mayoría, el rendimiento disminuyó tras la intervención.

Tabla 4. Estadística inferencial de la prueba Wilcoxon

Test Statistics ^a	
	POS - PRE
Z	-.913 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.361

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

La Tabla 4 muestra que la prueba de Wilcoxon no encontró una diferencia significativa entre las puntuaciones antes y después de la intervención ($p = 0.361$). Esto significa que la intervención no tuvo un efecto claro en el conocimiento sobre la naturaleza de las ciencias. Como el valor de p es mayor que 0.05, no se observan cambios estadísticamente importantes tras el tratamiento. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la alfabetización de la naturaleza de las ciencias entre las puntuaciones previas y posteriores al tratamiento.

XI. Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en el Inventario de Actitudes hacia las Ciencias (IAC) indican que las actitudes de los participantes se mantuvieron estables antes y después de la intervención. Las medias de la preprueba (77.33) y posprueba (76.21) son muy similares, y tanto el análisis descriptivo como la prueba t para muestras relacionadas revelaron que esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p = .284$). Además, la baja correlación entre ambas mediciones ($r = .277$, $p = .087$) sugiere que la intervención no tuvo un impacto claro en las actitudes hacia las ciencias.

Las pruebas de normalidad confirman que los datos siguen una distribución aproximadamente normal, lo que valida el uso de análisis paramétricos. Estos resultados indican que las actitudes previas de los estudiantes eran ya relativamente positivas y que, tras la intervención, no se produjo un cambio sustancial en su percepción sobre las ciencias.

Por otro lado, en la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias (PANC), los resultados muestran una ligera disminución en el promedio de puntuaciones tras la intervención (de 18.46 a 17.23). Aunque los datos también cumplen con los supuestos de normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para analizar posibles diferencias, la cual tampoco mostró resultados estadísticamente significativos ($p = .361$). La mayoría de los estudiantes (8 de 13) obtuvieron puntuaciones menores en la posprueba, lo que sugiere que la intervención no mejoró su comprensión sobre la naturaleza de las ciencias. En conjunto, los

resultados apuntan a que la intervención aplicada no generó un impacto estadísticamente relevante ni en las actitudes hacia las ciencias ni en el nivel de alfabetización científica de los participantes.

Se puede concluir que las actividades realizadas en clase como parte de la investigación en acción no lograron un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes sobre este tema. Esta falta de efecto podría deberse a diversos factores, como la necesidad de reforzar ciertos conceptos a través de actividades más prácticas o interactivas, o bien a limitaciones en el tiempo o en los recursos disponibles para el desarrollo de las actividades, que resaltan la importancia de métodos didácticos activos para mejorar la comprensión en ciencias.

XII. Conclusión

Tras la implementación del plan de acción, los estudiantes de séptimo grado lograron una comprensión más clara y diferenciada del reino Protista, especialmente en lo relacionado con las algas. La integración de recursos visuales, actividades prácticas con el microscopio, permitió que los conceptos abstractos se concretaran en experiencias tangibles. Esto se evidenció en un aumento considerable en las puntuaciones obtenidas, lo que reflejó un aprendizaje adecuado

Asimismo, se observó un desarrollo notable en las habilidades técnicas asociadas al uso y manejo del microscopio. Los estudiantes adquirieron competencias prácticas al preparar sus propias muestras, observar protistas vivos y registrar sus observaciones en esquemas y tablas informativas. Esta experiencia les proporcionó herramientas esenciales para el trabajo científico escolar, y favoreció el fortalecimiento del pensamiento crítico y de las capacidades de análisis y observación detallada.

Finalmente, el proyecto promovió una mayor motivación e interés por la biología, al involucrar a los estudiantes en un proceso activo de exploración y construcción del conocimiento. La elaboración de las diferentes actividades y la interacción con especialistas les permitió asumir un rol protagónico en su aprendizaje. Estos resultados no solo consolidaron los conocimientos específicos sobre los protistas, sino que

también fortalecieron habilidades transversales como la comunicación científica, el trabajo colaborativo y la autonomía en el aprendizaje aun manteniéndose igual su interés antes y después de la acción.

XIII. Implicaciones prácticas

La investigación en acción reveló que, aunque las actividades implementadas fueron variadas, dinámicas y enfocadas en el aprendizaje activo, no generaron cambios significativos en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias ni en su alfabetización científica. Esto implica que, aunque las metodologías participativas pueden fomentar la motivación y el interés momentáneo, no siempre se traducen en mejoras medibles a corto plazo en dimensiones más profundas del aprendizaje como las actitudes o la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Por ello, es necesario considerar la inclusión de estrategias a largo plazo y un seguimiento sistemático que permita reforzar estos aspectos con mayor efectividad.

Además, la implementación destaca la importancia de integrar recursos y experiencias significativas como el uso del microscopio, la observación directa de muestras naturales y la interacción con especialistas como herramientas pedagógicas valiosas. Estas estrategias, aunque no reflejaron mejoras estadísticas significativas, aportan al desarrollo de habilidades científicas como la observación, la clasificación y la comunicación. Por lo tanto, se sugiere continuar usando estos recursos, pero integrándolos dentro de un marco más amplio y sostenido que refuerce explícitamente los conceptos de la naturaleza de la ciencia y las actitudes científicas.

Definitivamente, los resultados apuntan a la necesidad de rediseñar ciertos aspectos del plan de acción, en particular, la forma en que se abordan las actitudes y la alfabetización científica. Incorporar actividades reflexivas más profundas, debates científicos guiados, proyectos interdisciplinarios y evaluaciones formativas más frecuentes podría fortalecer el impacto educativo. También, es fundamental capacitar a los docentes en estrategias que fomenten explícitamente la comprensión de la ciencia

como un proceso dinámico, así como en la evaluación de estas competencias, para lograr un cambio más significativo y duradero en los estudiantes.

XIV. Aplicaciones potenciales de los hallazgos

Los hallazgos de esta investigación en acción pueden orientar el diseño de futuras experiencias educativas centradas en el aprendizaje activo de las ciencias. Aunque no se observaron cambios significativos en las actitudes ni en la alfabetización científica, la implementación práctica demostró que los estudiantes participaron activamente y desarrollaron habilidades científicas como la observación, la investigación guiada y el trabajo colaborativo. Estos resultados sugieren que incorporar actividades prácticas, como el uso del microscopio y la elaboración de laminillas, puede ser una vía efectiva para fomentar competencias científicas básicas, aun cuando no siempre generen cambios inmediatos en indicadores más abstractos como la actitud o la comprensión cognitiva.

Otra aplicación relevante de los hallazgos es la necesidad de fortalecer la dimensión reflexiva dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades implementadas se centraron en lo procedimental y conceptual, pero para impactar de forma más profunda en la alfabetización científica, se podría integrar el análisis crítico del conocimiento científico, su construcción social y su aplicación en la vida diaria. Esto podría lograrse mediante estrategias como discusiones estructuradas, estudios de caso y actividades de metacognición, que permitan a los estudiantes relacionar los contenidos con sus experiencias, intereses y valores, promoviendo así un pensamiento científico más integral.

En definitiva, esta investigación ofrece una base útil para el desarrollo de planes de mejora institucionales y programas de formación docente. Los resultados apuntan a la importancia de capacitar a los docentes en la implementación de metodologías activas que no solo motiven a los estudiantes, sino que también promuevan aprendizajes duraderos y significativos. Asimismo, los instrumentos de evaluación aplicados pueden servir como modelos para futuras investigaciones o intervenciones

pedagógicas, permitiendo a los educadores medir el impacto de sus prácticas y ajustar sus estrategias según las necesidades y respuestas de los estudiantes.

XV. Recomendaciones para futura investigaciones

A partir de los hallazgos y las limitaciones observadas, se recomienda ampliar el tiempo de implementación de las actividades, permitiendo que los estudiantes internalicen con mayor profundidad los contenidos y reflexionen sobre su significado. Sería beneficioso incorporar estrategias explícitas que fomenten la alfabetización científica, como discusiones guiadas sobre cómo se construye el conocimiento científico y cuál es su relevancia social. Además, se sugiere incluir evaluaciones cualitativas complementarias, como entrevistas o diarios reflexivos, que capturen mejor los cambios en la percepción de los estudiantes sobre la ciencia. En último lugar, se recomienda replicar este tipo de intervención en otros contextos escolares y con mayor cantidad de estudiantes, para obtener una visión más amplia sobre su efectividad y posibilidades de mejora.

XVI. Limitaciones

Una de las principales limitaciones de esta investigación en acción fue el corto tiempo de implementación, ya que las actividades se desarrollaron en un período de solo dos semanas. Este tiempo puede haber sido insuficiente para provocar cambios significativos en actitudes o en la alfabetización científica, que suelen requerir intervenciones más prolongadas y sostenidas. Además, la muestra utilizada en la segunda parte del análisis (13 estudiantes) fue reducida, lo que limita la generalización de los resultados en relación con la alfabetización científica. También se identificó que, si bien las actividades fueron ricas en recursos y experiencias, se enfocaron más en aspectos procedimentales y conceptuales, sin profundizar suficientemente en la reflexión crítica sobre la ciencia y su naturaleza, lo que podría haber influido en los resultados obtenidos.

XVII. Referencias:

1. Aminu, B. D. (2020). A qualitative review of the impact of audio-visual materials on the performance of senior high students in the teaching and learning of the topic Protista (Ase/0022/15). Supervisor: Dr. Moses Abdullai Abukari.
2. Elnissa, A., & Jayanti, U. N. A. D. (2021). Misconceptions analysis of biology textbooks for first grade of senior high school of the 2013 curriculum on protist lesson. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 7(2), 45–53.
<https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/nukleus/article/view/3890>
3. Khalifatunnisa, L., & Mubarak, I. (2023). The application of the 7E learning cycle model based on multiple representations on understanding the concept of classification and communication skills in protist learning material. *Journal of Biology Education*.
4. Kirmizigul, S. K., & Kizilay, E. (2020). Investigation of the pre-service science teachers' perceptions of protists. *Pedagogical Research*, 5(4), em0081. <https://doi.org/10.29333/pr/9132>
5. Kumandaş, B., Ateskan, A., & Lane, J. (2019). Misconceptions in biology: A meta-synthesis study of research, 2000–2014. *Journal of Biological Education*, 53(4), 350–364. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1490798>
6. Moreira, M. A. (2020). Aprendizaje significativo: La visión clásica, otras visiones e interés. *Proyecciones*, (14), 010. <https://doi.org/10.24215/26185474e010>
7. Panadero, E., & Jonsson, A. (2020). A critical review of the arguments against the use of rubrics. *Educational Research Review*, 30, 100329. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100329>
8. Paxinou, E., Zafeiropoulos, V., Sypsas, A., Kiourt, C., & Kalles, D. (2017). Assessing the impact of virtualizing physical labs. *arXiv preprint arXiv:1711.11502*. <https://arxiv.org/abs/1711.11502>
9. Rosada, N. A., Susilo, H., & Gofur, A. (2022). Misconceptions on biodiversity and protists using three-tier multiple-choice diagnostic tests. *Journal Bioedukatika*, 10(2), 59–67. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v10i2.22102>

10. Raharjo, D., Ramli, M., & Rinanto, Y. (2018). Misconception protist in high school biology textbooks. En *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia* (Vol. 3, pp. 85–90)
11. Sihombing, M., Gira, S., & Pranoto, H. (2021). Analysis of students' learning difficulties in Protist material. *Journal Pelita Pendidikan*, 9(3). <https://doi.org/10.24114/jpp.v9i3.24436>
12. Simard, C. (2021). Microorganism education: Misconceptions and obstacles. *Journal of Biological Education*, 57(2), 308–316. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909636>
13. Tekkaya, C., Capa, Y., & Yilmaz, O. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
14. Van Etten, J., Keddis, R., Lisa, J., & Rauschenbach, I. (2022). The diverse world of protists—An ideal community with which to introduce microscopy in the microbiology teaching laboratory. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 23(1), e00142-21. <https://doi.org/10.1128/jmbe.00142-21>
15. Yunanda, I., Susilo, H., & Ghofur, A. (2019). The analysis of students' misconception in protists using three-tier diagnostic test. *Journal of Biology Education*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.15294/jbe.v8i1.27834>

XVIII. Anejos



HOJA DE TRABAJO #1

Nombre _____ Sec. # _____ Fecha _____

Título: Explorando las algas

Instrucciones: Completa la siguiente hoja de trabajo. Sigue el procedimiento para poder completarla.

Procedimiento:

1. Observa el siguiente video.
2. Para poder tener acceso al video debe entrar en tu computadora a la página: www.youtube.com
3. Colocar en la barra el siguiente enlace
<https://www.youtube.com/watch?v=VHoNVuh24hc> para poder observar el video.
4. Contesta las preguntas guías después de observar el video.
 - a. ¿Cómo se clasifican las algas?
 - b. ¿Cómo se le conoce al alga parda?
 - c. ¿A qué temperatura se encuentran las algas pardas?
 - d. ¿En dónde se encuentra las algas verdes?
 - e. ¿Qué recursos puede ofrecer las algas verdes?
 - f. ¿Dónde podemos encontrar las algas rojas?
 - g. ¿Cuánto porcentaje de algas rojas se encuentran en agua dulce?
 - h. ¿Cuáles son los usos de las algas rojas y pardas?
 - i. ¿En qué se parecen las algas marinas a las plantas terrestres? ¿En qué se diferencian?
 - j. ¿Qué parte del alga aporta los nutrientes? ¿Qué tiene de parecido en las plantas?
 - k. ¿Qué estructura es similar a una hoja de una planta?
 - l. ¿Cuál podría ser un ejemplo de ~~microalgas~~ microalgas?



INICIO (Hoja #1)

Las adivinanzas para recortar y repartir por los grupos de trabajo.

Verde soy, aunque de otros
colores también y en el mar
me encuentro, alimento de
peces, sin pies me muevo.
¿Quién soy?

En sushi me encuentras, en
cosméticos también, del mar
vengo. ¿Quién soy?

Puedo hacer un bosque
submarino, libero oxígeno y
doy refugio a organismos,
¿Me conoces?

Vivo en el agua soy muy
pequeño, a veces tengo
cola, otras un caparazón.
Puedo ser autótrofo o
heterótrofo y formar parte del
plancton. ¿Quién soy?

Vivo en aguas estancadas,
con forma de gota. Tengo un
solo núcleo y me muevo con
flagelo. ¿Quién soy?

Soy un camaleón del mundo
microscópico, cambio de
forma y color según mi
entorno. ¿Quién soy?

Pertenecemos al dominio eukarya. Somos simples y nos podemos reproducir de manera sexual y asexual.
¿Quién soy?

En agua dulce o salada vivo puedo ser microscópico y otras visible con cilios, flagelos o pseudo-pies me puedo mover. ¿Quién soy?

Nombre: _____ Sec. _____ Fecha: _____



Título: El mundo maravilloso los protistas (hoja de trabajo #2)

Instrucciones: En la tabla de contenido escribirás todo lo que observes a simple vista y con el microscopio de cada protista.

Protista	Movimiento	Alimento	Reproduce	Característica especial
Amoeba				
Algas				
Paramecia				
Dinoflagelada				
Euglena				
Moho mucilaginoso				



HOJA DE TRABAJO # 3

Nombre _____ Sec. # _____ Fecha _____

Título: Mi laminilla de algas

I. ¿Cómo preparar una laminilla?

Instrucciones: En tus propias palabras enumera y explica los pasos para preparar una laminilla.

1.



6.

3.

5.



4.

2.

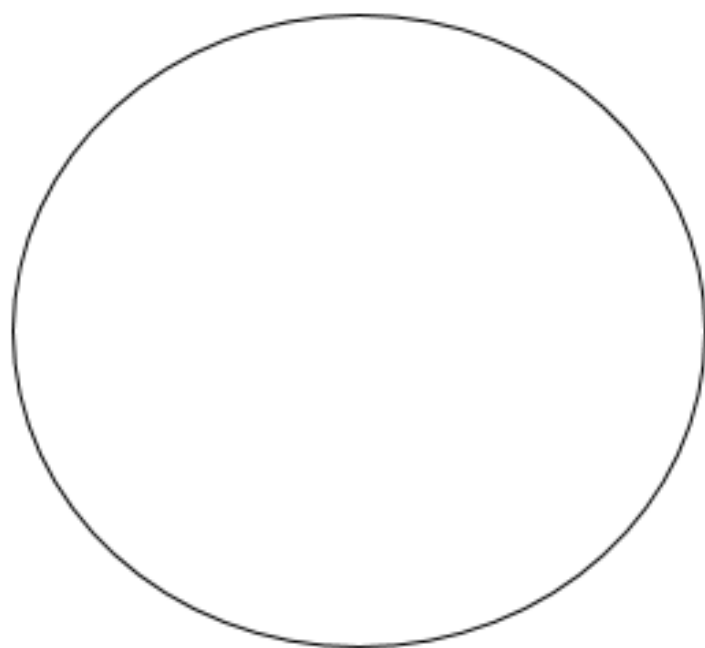


HOJA DE TRABAJO # 3

Nombre _____ Sec. # _____ Fecha _____

Título: Mi laminilla de protistas | A través del microscopio.

Instrucciones: Observa la laminilla preparada por el microscopio.



Espécimen: _____

Aumento: _____

Descripción:
