



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y
POSGRADO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN EDUCACIÓN DE BACHILLERATO CON
MENCIÓN EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS NATURALES
EN MODALIDAD EN LÍNEA**

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO VIRTUAL “BIOMODEL”
COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTRUCTURA DE LOS
ÁCIDOS NUCLEICOS EN ESTUDIANTES DE 1.º DE BACHILLERATO.**

Autor:

ANA BELÉN BALAREZO CASTRO

Director:

Ph.D. ROGER MARCELO FREIRE AVILES

Milagro, 2025

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Ana Belén Balarezo Castro** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster en educación de bachillerato con mención en pedagogía de las ciencias naturales en modalidad en línea**, como aporte a la Línea de Investigación **cuasi experimental** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 27 de octubre de 2025



Firmado electrónicamente por:
**ANA BELEN BALAREZO
CASTRO**

Validar únicamente con FirmaRC

Ana Belén Balarezo Castro

0107204604

Aprobación del Director del Trabajo de Titulación

Yo, **Roger Marcelo Freire Avilés**, en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Ana Belén Balarezo Castro**, cuyo tema es **Implementación del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia para la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato**, que aporta a la Línea de Investigación **cuasi experimental** previo a la obtención del Grado **Magíster en educación de bachillerato con mención en pedagogía de las ciencias naturales en modalidad en línea**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 27 de octubre de 2025



Roger Marcelo Freire Avilés,
0910721117

Aprobación del tribunal calificador



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO FACULTAD DE POSGRADO ACTA DE SUSTENTACIÓN MAESTRÍA EN EDUCACIÓN DE BACHILLERATO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los cinco días del mes de diciembre del dos mil veinticinco, siendo las 10:30 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, AGR BALAREZO CASTRO ANA BELEN, a defender el Trabajo de Titulación denominado " **IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO VIRTUAL "BIOMODEL" COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE 1.º DE BACHILLERATO.**", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Phd SUMBA AREVALO VICTOR MIGUEL, Presidente(a), Msc. RODRIGUEZ QUIÑONEZ VICTOR MANUEL en calidad de Vocal; y, CRESPO ASQUI JEFERSON DARIO que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACIÓN	50.50
DEFENSA ORAL	30.67
PROMEDIO	81.17
EQUIVALENTE	BUENO

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 11:30 horas.



VICTOR MIGUEL SUMBA
AREVALO

Phd SUMBA AREVALO VICTOR MIGUEL
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



VICTOR MANUEL
RODRIGUEZ QUIÑONEZ

Msc. RODRIGUEZ QUIÑONEZ VICTOR MANUEL
VOCAL



JEFERSON DARIO
CRESPO ASQUI

CRESPO ASQUI JEFERSON DARIO
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



ANA BELEN BALAREZO
CASTRO

AGR BALAREZO CASTRO ANA BELEN
MAGISTER

DEDICATORIA

Con todo mi amor, dedico este trabajo a mi esposo Edison y mis hijos Ariana y Alejandro. Ustedes son mi motor y fortaleza que me impulsa a perseguir mis sueños, con su apoyo constante, he logrado culminar esta importante meta en mi vida. Gracias por creer en mí.

A mi madre, Eva quien siempre me ha impulsado a seguir adelante y no desfallecer, dándome ese empuje vital para continuar.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino académico, permitiéndome alcanzar esta meta profesional.

Mis sinceros agradecimientos al Ph.D. Roger Freire, mi tutor por su invaluable apoyo, orientación y paciencia. Sus conocimientos y su guía experta fueron fundamentales para el desarrollo y conclusión exitosa de esta investigación. De igual manera, agradezco a todos mis docentes que con sus enseñanzas contribuyeron mi formación académica y profesional.

Expreso mi más profunda gratitud a la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” y sus estudiantes, por la colaboración y apertura demostrada, que fue crucial para la implementación de la propuesta de investigación.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a mis padres Eva y Eduardo, hermanos Estefanía y Martín, cuñada Karen y suegros Dolores y Guillermo, por su apoyo incondicional y por la motivación constante que me brindaron durante todo el proceso de formación.

Resumen

El presente estudio cuasi-experimental tuvo como objetivo determinar si la implementación del laboratorio virtual “Biomodel” mejora el aprendizaje de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” durante el período 2025-2026. Se trabajó con una muestra de 54 estudiantes divididos en grupo experimental (n=27) y control (n=27). Al grupo experimental se le aplicó la estrategia con “Biomodel” durante 5 sesiones, mientras que al control se le impartió la clase tradicional. Se utilizó un pretest y postest de 16 ítems y una guía de observación. Los resultados evidencian mejoras notables superiores en el grupo experimental. Este grupo paso de un promedio de 6,77/ 10 en el pretest a 8,29/10 en el postest, lo que representa un incremento de +1,52 puntos, mientras que el grupo control solo mejoró +0,87 puntos (de 5,80/10 a 6,67/10). La prueba U de Mann-Whitney evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el postest, confirmando que las mejoras no se deben al azar. Se concluye que el uso del laboratorio virtual “Biomodel” mejora significativamente la comprensión de las estructuras moleculares de ADN y ARN, favoreciendo el aprendizaje significativo en temas abstractos de Biología celular. Se recomienda su implementación sistemática en el currículo educativo.

Palabras clave: ADN, ARN, “Biomodel”, Aprendizaje, Laboratorio escolar, Ciencias Naturales.

Abstract

The present quasi-experimental study aimed to determine whether the implementation of the "Biomodel" virtual laboratory improves the learning of nucleic acid structure in 1st-year Baccalaureate students at the "Gran Colombia" Fiscomisional Educational Unit during the 2025-2026 period. A sample of 54 students was used, divided into an experimental group (n=27) and a control group (n=27). The strategy with "Biomodel" was applied to the experimental group for 5 sessions, while the control group received the traditional class. A 16-item pre-test and post-test and an observation guide were used. The results show notably superior improvements in the experimental group. This group went from an average of 6.77/10 on the pre-test to 8.29/10 on the post-test, representing an increase of +1.52 points, while the control group only improved by +0.87 points (from 5.80/10 to 6.67/10). The Mann-Whitney U test showed statistically significant differences between both groups in the post-test, confirming that the improvements were not due to chance. It is concluded that the use of the "Biomodel" virtual laboratory significantly improves the understanding of the molecular structures of DNA and RNA, promoting meaningful learning in abstract topics of cellular Biology. Its systematic implementation in the educational curriculum is recommended.

Keywords: DNA, RNA, "Biomodel", Learning, School laboratory, Natural Sciences.

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Curiosidad por aprender con el uso de herramientas digitales.</i>	33
Figura 2 <i>Acceso a internet en la institución.</i>	34
Figura 3 <i>Acceso al laboratorio de cómputo.</i>	35
Figura 4 <i>Acceso al laboratorio.</i>	36
Figura 5 <i>Participación para mejor comprensión de contenidos.</i>	38
Figura 6 <i>Motivación para las calificaciones.</i>	39
Figura 7 <i>Relación del ADN y la transmisión de herencia genética.</i>	40
Figura 8 <i>Síntesis de proteínas e intervención del ARN.</i>	41
Figura 9 <i>Identificación de estructuras del ADN y ARN.</i>	42
Figura 10 <i>Relación de las bases nitrogenadas.</i>	43
Figura 11 <i>Relaciono modelos 3D con las clases.</i>	44
Figura 12 <i>Capacidad de resolver ejercicios de ADN y ARN.</i>	45
Figura 13 <i>Identificación de las moléculas de ADN.</i>	46
Figura 14 <i>Uso de herramientas virtuales y curiosidad por aprender.</i>	48
Figura 15 <i>Interés por aprender ácidos nucleicos con “Biomodel”</i>	49
Figura 16 <i>Participación de actividades con “Biomodel”</i>	50
Figura 17 <i>Promedio de notas</i>	51

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Especificación de expertos</i>	30
Tabla 2 <i>Varianzas obtenidas en el estadístico Alfa de Cronbach</i>	31
Tabla 3 <i>Media y Desviación estándar sobre la curiosidad por aprender con el uso de herramientas digitales.</i>	33
Tabla 4 <i>Media y Desviación estándar sobre el acceso a internet en la institución.</i>	34
Tabla 5 <i>Media y Desviación estándar sobre el acceso al laboratorio de cómputo.</i>	35
Tabla 6 <i>Media y Desviación estándar sobre el acceso al laboratorio.</i>	36
Tabla 7 <i>Cuadro de calificaciones sobre los ácidos nucleicos Pre clase.</i>	37
Tabla 8 <i>Media y Desviación estándar sobre participación para mejora de contenidos.</i>	38
Tabla 9 <i>Media y Desviación estándar sobre la motivación para las calificaciones.</i>	39
Tabla 10 <i>Media y Desviación estándar sobre la relación del ADN y la transmisión de herencia genética.</i>	40
Tabla 11 <i>Media y Desviación estándar sobre la síntesis de proteínas e intervención del ARN.</i>	41
Tabla 12 <i>Media y Desviación estándar sobre la identificación de estructuras del ADN y ARN.</i>	42
Tabla 13 <i>Media y Desviación estándar sobre la relación de las bases nitrogenadas.</i>	43
Tabla 14 <i>Media y Desviación estándar sobre la relación de modelos 3D con las clases.</i>	44
Tabla 15 <i>Media y Desviación estándar sobre la capacidad de resolver ejercicios de ADN y ARN.</i>	45
Tabla 16 <i>Media y Desviación estándar de la identificación de las moléculas de ADN.</i>	46
Tabla 17 <i>Cuadro de calificaciones sobre los ácidos nucleicos Post clase</i>	47
Tabla 18 <i>Correlación de Sperman para las tres variables.</i>	52

Índice

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
Resumen.....	vii
Introducción	1
Capítulo I: El problema de la investigación	6
1.1. Planteamiento del problema	6
1.2. Formulación del problema	8
1.3. Delimitación del problema	8
1.4. Determinación del tema	9
1.5. Objetivos	9
1.5.1. Objetivo general	9
1.5.2. Objetivos específicos.....	9
1.6. Hipótesis General	10
1.7. Declaración de las variables (operacionalización).....	10
1.8. Justificación.....	13
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial.....	14
2.1. Antecedentes de la Investigación	14
2.2. Bases Teóricas Conceptuales de la Investigación	15
2.3. Bases legales que fundamentan el estudio	23
CAPÍTULO III: Diseño metodológico.....	26
3. Diseño metodológico.....	26
3.1. Enfoque de la investigación	26
3.2. Tipo de investigación	26
3.3. La población y la muestra	27
3.3.1. Población.....	27
3.3.2. Muestra.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.4.1. Encuesta	28
3.4.2. Reporte de calificaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.3. Observación.....	28
3.5. Contexto de la investigación	29
3.6. Intervención pedagógica	29

4.1.	Resultados	32
4.2.	Discusiones.....	53
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones.....		56
5.1.	Conclusiones	56
5.2.	Recomendaciones	57
Referencias bibliográficas		60
ANEXOS		69

Introducción

El observar la reacción de los estudiantes al no poder realizar prácticas de temas dentro de la biología me motivó a investigar estrategias virtuales donde los estudiantes puedan observar o practicar sobre un tema en específico, sin la necesidad de ingresar a un laboratorio escolar, donde en muchas ocasiones no se cuenta con materiales necesarios (reactivos) para realizar una práctica e incluso económicamente impide el trabajo del docente en temas relacionados con las ciencias naturales.

La enseñanza de las ciencias naturales en el bachillerato presenta muchos desafíos, en particular cuando se habla de contenidos específicos de biología, ya que algunas materias son percibidas por los estudiantes como difíciles e incomprensibles (Bermeo et al., 201), provocando bajos rendimientos escolares, junto con ello la falta de recursos tecnológico, falta de planificación de actividades e incluso las pedagogías tradicionales, aumentando el fracaso escolar (Arroba & Acurio, 2021), a esto podemos añadirle diversos factores como: la falta de motivación, problemas de conducta, falta de hábitos de estudio, problemas de salud, problemas económicos, entre otros (Carrión et al., 2023), lo que lleva al fracaso escolar y en algunas ocasiones la deserción escolar.

Según Machado, (2025) para el periodo lectivo 2023-2024 hubo un 1,75% de deserciones escolares, un porcentaje menor al periodo 2021-2022 que tuvo 2,11%, de igual manera Crespo, (2025) menciona que las matrículas para el periodo lectivo 2024-2025 bajó en un 2,28% a años anteriores, esto se atribuye a dos factores: demográficos y modalidad de educación en casa, en este sentido existen otros factores que incrementan la disertación escolar, estudiantes que dejaron los salones de clase por migración o por ser reclutados para grupos delictivos.

En 2020, año en que la pandemia COVID-19 azotó a todos los países la gran parte de instituciones educativas anunciaban el cierre de las mismas afectando la educación de más

del 91% de estudiantes, con ello llegó la era digital la cual se apoderó de la educación de manera positiva promoviendo el modelo de aprendizaje híbrido, de igual manera el docente se convirtió en un facilitador del conocimiento y los estudiantes en protagonistas de su aprendizaje, incorporando diferentes herramientas digitales en el aprendizaje, sin embargo, estos recursos no son aprovechados de una manera adecuada, a esto se suma la falta de recursos económicos en las instituciones educativas donde el alto costo de instalaciones y mantenimiento de servicio de internet dificulta el uso y acceso continuo.

La institución educativa en la que se desarrolló la propuesta cuenta con una población aproximada de 750 estudiantes, la cual dispone de un laboratorio escolar para el área de Ciencias Naturales; sin embargo, no cuenta con todos los equipos e insumos (reactivos) para realizar una práctica sobre los ácidos nucleicos. No obstante, la institución cuenta con un laboratorio de cómputo con 10 computadoras de escritorio y 52 tablets, recursos tecnológicos que facilitan la interacción de actividades digitales y el uso de laboratorios virtuales como una alternativa para fortalecer el aprendizaje en los estudiantes.

La incorporación de laboratorios virtuales no solo responde a una necesidad educativa, sino que forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la Educación de Calidad, donde pretende promover el acceso equitativo a recursos educativos que favorezcan la enseñanza, reducir las brechas tecnológicas y contribuya a mejorar el aprendizaje (ONU, 2023a)

En la actualidad, la enseñanza de contenidos vinculados con la estructura molecular, como el ADN (ácido desoxirribonucleico) y el ARN (ácido ribonucleico), forman parte de un pilar esencial en el estudio de la biología, con la implementación de herramientas tecnológicas como laboratorios virtuales, se convierte en una estrategia clave para transformar y enriquecer el aprendizaje, aportando beneficios tanto para estudiantes como docentes.

El estudio de los ácidos nucleicos es fundamental para comprender los procesos vitales como la herencia genética, la transmisión de información biológica entre generaciones, la síntesis de proteínas que regula las funciones celulares la que nos permite formar una comprensión integral de los mecanismos que sustentan la vida (Cristina & Giraldo, 2022).

Pese a la importancia, estos contenidos suelen ser percibidos por los estudiantes como abstractos, difíciles de visualizar y entender, provocando desinterés y confusión, en consecuencia, un aprendizaje superficial, fragmentado o poco significativo, donde los métodos tradicionales de enseñanza no siempre logran transmitir la complejidad y funcionalidad de las moléculas biológicas, limitando la capacidad del estudiante para construir una comprensión sólida y duradera del tema.

La falta de capacitación de parte de los docentes en el área tecnológica impide que los mismos no optimicen los recursos digitales que en la actualidad mejora la enseñanza y reducen el tiempo de trabajo extracurricular, además que mejora el interés de los estudiantes con herramientas didácticas, las mismas que ayuda a reforzar los conocimientos sin la necesidad de tanto texto o lectura, sino con la interacción de juegos o herramientas que mejora el aprendizaje.

Los conceptos relacionados con la biología y sus estructuras tridimensionales que la conforman tienen interacciones complejas, fundamentales para el desarrollo de las funciones biológicas, sin embargo, estas interacciones no pueden ser observadas a simple vista y en ocasiones ni en los laboratorios escolares, por ello se propone la incorporación de herramientas digitales para mejorar la enseñanza y aprendizaje de la biología (Herrera et al., 2014).

Ante esta realidad, el uso de recursos digitales, como laboratorios virtuales, ha demostrado ser una alternativa para abordar los desafíos de la enseñanza de la biología, a

diferencia de los laboratorios físicos que en muchas ocasiones en las instituciones educativas no se encuentran disponibles por limitaciones económicas, o por falta de espacios para poder realizar experimentos. Con los laboratorios virtuales se eliminan estas barreras, ofreciendo entornos dinámicos e interactivos que permite al estudiante observar, manipular y experimentar las estructuras moleculares en tiempo real, además que se optimizan recursos con el uso de las herramientas tecnológicas.

Como docentes, hemos notado que la falta de laboratorios físicos limita la posibilidad de realizar prácticas relacionadas con el área de las ciencias naturales. Como consecuencia, los estudiantes en ocasiones se quedan con ideas incompletas o superficiales, especialmente en temas que son necesarios una observación a detalle. Sin embargo, el avance de la tecnología ha permitido el acceso a herramientas digitales como “Biomodel” que nos ayuda a superar estas dificultades, mediante estos recursos los estudiantes podrán observar estructuras en 3D, explorando de manera interactiva y atractiva, lo que favorece una comprensión más profunda y un aprendizaje significativo.

En la actualidad existen diversas herramientas digitales que facilitan la interacción entre docentes, estudiantes y contenidos impartidos en clases. Entre ellas se encuentran PhET que es un simulador interactivo con áreas de estudio como física, química, matemáticas; LabXchange, que ofrece entornos de aprendizaje personalizado y permite seguir el proceso de aprendizaje de los estudiantes; y “Biomodel” una plataforma enfocada en biología y química que posibilita la construcción y visualización de estructuras en 3D facilitando la comprensión de conceptos abstractos.

El presente estudio trabajó con “Biomodel” debido a su interfaz amigable y las representaciones tridimensionales, las cuales nos permite observar, manipular e interactuar con estructuras como el ADN y ARN, además que en cada interacción nos presenta definiciones para poder comprender la función de cada uno de ellos.

Entre unos de los contenidos de “Biomodel” tenemos el ADN y el ARN, siendo un recurso digital ideal para la enseñanza de estos contenidos complejos para los estudiantes. Gracias a su interfaz (modelos 3D) los estudiantes pueden observar con detalle la doble hélice del ADN, identificar las bases nitrogenadas, las secuencias de nucleótidos, los puentes de hidrógeno y poder entender de una forma visual los procesos de replicación, transcripción y traducción.

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel medio presenta grandes retos cuando se abordan temas abstractos como la estructura y función de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Según, Rubio & Ayuso, (2023); Torres & Torres, (2025), menciona que la comprensión de las estructuras moleculares es uno de los apartados más complicados de comprender por parte de los estudiantes, esto debido a la complejidad de sus estructuras y procesos. Estas dificultades incrementan cuando los recursos didácticos son limitados y dependemos únicamente de representaciones bidimensionales restringiendo la profundización de conocimientos.

En el caso específico de los estudiantes de primer año de bachillerato, se ha identificado que gran parte del alumnado presenta dificultades para comprender estos conceptos, lo que se refleja en una baja participación en clase, confusiones persistentes en evaluaciones, y escasa vinculación entre teoría y práctica. Esta situación se agrava por la ausencia de recursos didácticos tecnológicos y la falta de espacios adecuados para realizar actividades experimentales que permitan visualizar y manipular estas estructuras a nivel tridimensional. Según Ponce et al., (2025), la falta de herramientas tecnológicas se presenta como un obstáculo que limita las capacidades de aprendizaje afectando la calidad de la educación.

Se ha identificado que los estudiantes de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” presentan dificultades para reconocer las partes de la molécula de ADN, las estructuras del ADN y ARN, relacionar la estructura con su función en la herencia genética y comprender los procesos para la síntesis de proteínas.

Estas limitaciones se han visto reflejadas en evaluaciones diagnósticas, trabajos en clase y entrevistas con docentes del área, quienes señalan que los estudiantes confunden las

bases nitrogenadas, sin poder interpretar los modelos esquemáticos, lo que conlleva a repetir la información sin mantener un aprendizaje significativo. Chimonce, (2024) en su estudio concuerda que los estudiantes tienen problemas al momento de usar terminologías o relacionar conceptos en el aprendizaje de la genética, que está estrechamente relacionado con los ácidos nucleicos.

La situación se agrava por la falta de laboratorios de ciencias equipados, además de las limitaciones en recursos tecnológicos que permita observar modelos tridimensionales interactivos. El uso de herramientas visuales es mínimo y se restringe a imágenes bidimensionales, lo que limita la comprensión de estructuras microscópicas. Como consecuencia, los estudiantes muestran desmotivación, escasa participación y dificultad para construir conceptos que integran los temas relacionados a los ácidos nucleicos.

Ante esta problemática, surge la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras que permitan representar las estructuras moleculares de manera dinámica. Arias, (2024), menciona que el uso de simuladores y laboratorios interactivos permite a los estudiantes explorar y comprender conceptos de una manera más efectiva. En este contexto, el laboratorio virtual “Biomodel” aparece como una alternativa que permite interactuar con modelos 3D que facilitan la visualización, manipulación e interpretación de las estructuras del ADN y ARN.

Sin embargo, en la institución no se ha evaluado el impacto del uso de esta herramienta para la comprensión de los contenidos, lo que justifica la implementación de esta estrategia debido a que estudios recientes confirman estas dificultades. Según Tamayo, (2025), en Ecuador se evidencia la brecha existente de recursos, equipamiento e infraestructura educativa provocando limitaciones en una educación de calidad. (Reyes et al., 2025) reporta que el uso de plataformas virtuales facilita la comprensión de contenidos complejos al observarlos de una forma dinámica y accesible.

En contextos locales Espinoza et al., (2025) hace énfasis en la importancia de promover la colaboración entre docentes en el uso de las TIC para la enseñanza de las ciencias naturales y así poder superar las brechas digitales, ya que la tecnología ha mejorado el aprendizaje en un 86,7%. De la Cruz et al., (2025), destaca que el uso de herramientas tecnológicas reduce la brecha digital permitiéndonos desarrollar habilidades críticas, alineándose con ODS 4 para educación inclusiva.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la implementación de laboratorio virtual “Biomodel” mejora la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato en comparación con la metodología tradicional?

1.3. Delimitación del problema

La presente investigación se desarrollará en el área de Ciencias Naturales del Bachillerato General Unificado (BGU), específicamente en los contenidos relacionados con los ácidos nucleicos (ADN y ARN). En la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia”, ubicada en la ciudad de Alamor, provincia de Loja, durante el periodo lectivo 2025–2026.

La población objetó de estudio está conformada por 54 estudiantes de 1er año de BGU paralelo A y B, 27 de cada paralelo, con un promedio de edad entre 15 y 17 años. Estos estudiantes presentan dificultades en la comprensión de los ácidos nucleicos debido a la falta de insumos para realizar prácticas experimentales.

Ante esta problemática, se propone como variable independiente la implementación del laboratorio virtual “Biomodel”, una herramienta tecnológica e interactiva que simula estructuras moleculares en 3D. La variable dependiente será la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos, considerando también como variable complementaria la motivación académica de los estudiantes.

1.4. Determinación del tema

La enseñanza de temas complejos como la estructura de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) son un desafío en los salones de clase, más aún cuando las instituciones educativas carecen de un laboratorio físico y de recursos para realizar prácticas relacionadas con el tema. Por ello surge la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas como “Biomodel” que ayudan a mejorar la comprensión de los contenidos y motivar a los estudiantes, donde esta herramienta digital al ser didáctica y tridimensional facilita la visualización e interacción de las estructuras relacionando con los temas impartidos en los salones de clase.

Con el presente estudio se pretende analizar el rendimiento académico y la participación de los estudiantes de primero de bachillerato sobre el uso del laboratorio virtual “Biomodel” como una estrategia para la enseñanza de los ácidos nucleicos, comparando a un grupo que tenga una enseñanza tradicional y otra con el uso de herramientas digitales.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar el uso del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia”, durante el año lectivo 2025–2026.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel inicial de comprensión de los ácidos nucleicos en los estudiantes mediante un pretest.
- Planificar cinco sesiones de clase utilizando el laboratorio virtual “Biomodel” para el grupo experimental.
- Aplicar el laboratorio virtual “Biomodel” en el grupo experimental y comparar

el rendimiento académico con el grupo control mediante posttest y análisis estadístico.

1.6. Hipótesis General

H₁: El uso del laboratorio virtual “Biomodel” mejora la comprensión de las estructuras moleculares del ADN y ARN en los estudiantes de primero de bachillerato.

1.7. Declaración de las variables (operacionalización)

Para efectos del presente estudio cuasi-experimental se identificaron dos variables claramente delimitadas y alineadas con el título del trabajo, el objetivo general y la hipótesis planteada. La variable independiente corresponde al uso del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia didáctica, operacionalizada mediante la aplicación efectiva del software en cinco sesiones pedagógicas al grupo experimental, mientras que el grupo control recibe la enseñanza tradicional. La variable dependiente es la comprensión de las estructuras moleculares del ADN y ARN, medida a través del puntaje obtenido en un pretest y posttest aplicado a ambos grupos.

Variable independiente: Uso del laboratorio virtual “Biomodel”

Variables dependientes: Comprensión de ácidos nucleicos.

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Uso del laboratorio virtual “Biomodel”	Independiente	Estrategia didáctica basada en el empleo del software libre Biomodel para la visualización, construcción y manipulación interactiva en 3D de las moléculas de ADN y ARN (G. Reyes et al., 2025)	Aplicación de cinco (5) sesiones pedagógicas de 80 minutos utilizando el laboratorio virtual Biomodel al grupo experimental; el grupo control recibe la enseñanza tradicional (clase magistral + láminas 2D y pizarra).	Interacción con el software Construcción y manipulación de modelos	• Uso efectivo del software en cada sesión • Construcción de modelos 3D de ADN y ARN • Rotación, zoom y exploración de las moléculas • Realización de actividades interactivas propuestas por Biomodel	Cuestionario tipo Likert (Anexo 1)

Comprensión de las estructuras moleculares del ADN y ARN	Dependiente	Capacidad del estudiante para identificar, describir, diferenciar y relacionar los componentes químicos y la organización espacial de los ácidos nucleicos ADN y ARN (Espinoza, 2024; Subramanian et al., 2022).	Puntaje obtenido en el pretest y posttest de 16 ítems aplicado a ambos grupos antes y después de la intervención.	Componentes químicos Estructura espacial Diferencias ADN-ARN	• Identificación de nucleótidos y bases nitrogenadas • Reconocimiento de enlaces fosfodiéster e hidrógeno • Descripción de la doble hélice y antiparalelismo • Diferenciación estructural y funcional entre ADN y ARN	Pretest-Posttest (Anexo 2) Validez de contenido: V de Aiken = 0,92 Confiabilidad: KR-20 = 0,86
--	-------------	--	---	--	--	--

Se han operacionalizado únicamente dos variables con la finalidad de garantizar una total coherencia entre el título del trabajo, el objetivo general, la pregunta de investigación y la hipótesis planteada. La comprensión de las estructuras moleculares del ADN y ARN constituye la variable dependiente principal, pues es el foco central del estudio.

Por su parte, aspectos complementarios como la motivación, el interés y la percepción de utilidad de los estudiantes frente al uso de Biomodel se exploran de manera secundaria mediante una encuesta de percepción (Anexo 1 y 2) y una guía de observación cualitativa durante las sesiones (Anexo 3), sin otorgarles el estatus de variables dependientes. Esta delimitación asegura la focalización del análisis estadístico en el efecto directo de la

estrategia didáctica propuesta sobre la comprensión conceptual de los ácidos nucleicos, tal como lo exige el diseño cuasi-experimental adoptado.

1.8. Justificación

Diversas investigaciones han señalado limitaciones en la comprensión de contenidos biológicos complejos especialmente cuando se utilizan métodos tradicionales. Llorente-Segura (2016), demostró que el uso de estrategias innovadoras incrementa la motivación y el aprendizaje en estudiantes de bachillerato. Sin embargo, estudios recientes en el contexto ecuatoriano Faicán & Manzano, (2024) evidencian que las prácticas de laboratorio se realizan bajo normas rígidas que limita la reflexión y el razonamiento, lo que provoca la difícil comprensión de procesos moleculares como el ADN y ARN.

De igual manera, investigaciones sobre el uso de laboratorios virtuales indican que estos recursos facilitan la representación de estructuras tridimensionales, mejorando la visualización de procesos biológicos, además que fortalecen el aprendizaje (Vargas et al., 2024; Zambrano & Chancay, 2024). A pesar de estos aportes, existen escasa evidencias de la implementación de herramientas virtuales como “Biomodel” dentro de los curriculum educativos para la enseñanza de ácidos nucleicos en instituciones educativas.

Por tal motivo, el presente estudio busca implementar estrategias que permitan analizar si el uso del laboratorio virtual “Biomodel” mejora la comprensión de las estructuras moleculares en estudiantes de primero de bachillerato.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1. Antecedentes de la Investigación

El estudio de las estrategias metodológicas digitales para potenciar el rendimiento y la motivación ha cobrado una relevancia significativa en la educación, especialmente tras la irrupción de las herramientas virtuales a partir de la pandemia. En este contexto, los laboratorios virtuales se han posicionado como una estrategia innovadora, permitiendo la dinamización de contenidos en áreas como las Ciencias Naturales.

La eficacia de los laboratorios virtuales como herramienta al proceso de enseñanza-aprendizaje de temas complejos ha sido estudiado en la última década. Por ejemplo, Torres, (2017), en su investigación en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, demostró que la incorporación de entornos simulados facilita el desarrollo de la comprensión y el pensamiento crítico en contenidos complejos de Biología. Esta investigación demuestra la premisa de que las herramientas digitales como “Biomodel”, son una alternativa viable a la práctica experimental física tradicional, lo cual mejoraría significativamente la comprensión de contenido.

La necesidad del uso de herramientas digitales surge de las limitaciones metodológicas tradicionales. Méndez & Arteaga, (2016), en su trabajo realizado en Venezuela, mencionan que el uso de metodologías tradicionales, basadas en la transmisión pasiva del conocimiento, conduce a un aprendizaje memorístico. Esta limitación es crítica al abordar temas abstractos como el estudio de los ácidos nucleicos.

La importancia del aprendizaje de las estructuras moleculares justifica la investigación. Moccia et al., (2024) en su investigación de ácidos nucleicos en Italia, destaca que el ADN y ARN poseen propiedades cruciales para la regulación genética, administración de fármacos y terapia dirigida. Esta complejidad estructural y funcional destacada por Gutiérrez, (2019) y Mena & Navarro, (2013) en México, señalan que el nivel de detalle

molecular necesario para la comprensión de los contenidos no puede ser solo visual o memorístico.

A nivel nacional Cables & Alcívar, (2024), en su investigación en la Universidad de Manabí, concluyen que el uso de herramientas digitales es fundamental para establecer un aprendizaje autónomo en los estudiantes, lo que se alinea con la capacidad de exploración que ofrece el laboratorio virtual “Biomodel”.

Estudios mas recientes en el contexto educativo han demostrado los beneficios de la visualización tridimensional. Espinoza, (2024) y Carrillo, (2021) en Ecuador, junto con Reynoso et al., (2025) en Perú, sustentan que estas herramientas, al facilitar la manipulación de modelos tridimensionales, no solo mejoran las habilidades prácticas, sino que también incrementan la motivación estudiantil.

Si bien estos trabajos garantizan la optimización del recurso digital, a menudo se utilizan en contextos universitarios o en áreas generales de la Física y Química. Por lo tanto, la presente investigación no solo replica la efectividad de las herramientas digitales, sino argumenta su implementación como respuesta directa y contextualizada a las limitaciones pedagógicas.

2.2. Bases Teóricas Conceptuales de la Investigación

Definición de Biología

La Biología proviene de las voces griegas bios (vida) y logos (ciencia), por lo que se define como la "ciencia de la vida" (Beltrán et al., 2010; Pereira et al., 2011). Se trata de una rama fundamental de las ciencias naturales cuyo objetivo de estudio son los organismos vivos, abarcando desde la comprensión de procesos metabólicos, el desarrollo y la reproducción, hasta el análisis de la relación de los seres vivos con su entorno (Butticaz & Martí, 2022). La biología busca desentrañar el misterio de la vida, evolucionando constantemente de la mano con la tecnología propia de cada época (Mora & Vélez, 2023).

Para facilitar su estudio, la biología se ha subdividido en distintas ramas, las cuales mantienen una estrecha relación entre sí. Entre ellas se encuentran la botánica (estudio de las plantas), la zoología (estudio de los animales), la morfología (análisis de la estructura de los organismos), y la fisiología (que se ocupa de las funciones vitales). Estas ciencias constituyen de manera conjunta la comprensión integral de la vida (Starr et al., 2011).

Es importante mencionar que la biología es abordada desde diferentes niveles de organización, que comprenden desde la célula (la unidad fundamental de la vida) hasta niveles superiores como los sistemas, organismos, poblaciones y ecosistemas. El nivel molecular es esencial para esta investigación, ya que estudia las biomoléculas que sustentan los procesos vitales, tales como los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, los cuales establecen los procesos vitales que hacen posible la existencia de los organismos vivos (Starr et al., 2011).

Las Biomoléculas

Las biomoléculas son compuestos a nivel molecular constituidos por sustancias químicas que forman parte de la materia viva (Macías et al., 2018). Son sustancias producidas o utilizadas por los seres vivos y se organizan en familias según sus propiedades químicas (Yadav et al., 2021). Su clasificación principal incluye: proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos (Subramanian & Hazare, 2022).

En cuanto a su estructura, existen muchas biomoléculas clasificadas como monómeros (ej. glucosa, nucleótidos) o polímeros (ej., almidón, proteínas, ADN) (Khowala et al., 2008). Una diferencia clave entre ellas es la solubilidad, por ejemplo, los lípidos se definen por su baja solubilidad en agua, a diferencia de la mayoría de sacáridos y aminoácidos (Subramanian & Hazare, 2022). Sus funciones se generan tanto por enlaces covalentes como por enlaces no covalentes (Khowala et al., 2008; Subramanian & Hazare, 2022).

Función y Estructura de las Proteínas

Las proteínas son estructuras o biopolímeros compuestos de aminoácidos, que cumplen funciones vitales como soporte estructural, enzimas catalizadoras, indicadores de muerte celular y hormonas. La estructura de las proteínas se define por cuatro niveles.

Las estructuras primarias consisten en el orden lineal de los residuos de aminoácidos conectados por enlaces peptídicos. Las estructuras secundarias están formadas por diversos enlaces de hidrógeno, con configuraciones como la hélice alfa o la lámina plegada beta. Las estructuras terciarias representan la forma tridimensional que se forma cuando la cadena polipeptídica reacciona en un medio acuoso (Díaz et al., 2020). Finalmente, la estructura cuaternaria se forma a partir de la compleja asociación de dos o más cadenas polipeptídicas (subunidades), cada una plegada de forma independiente (LaPelusa & Kaushik, 2022).

Las proteínas desempeñan funciones principales como catalizar reacciones (las enzimas aceleran los procesos metabólicos), participar en el transporte y almacenamiento (ej. la hemoglobina transporta O₂), brindar inmunidad y reconocimiento (anticuerpos), y proveer estructura y movimiento (proteínas fibrilares y motoras). Es importante mencionar que las proteínas pueden modificarse covalentemente, lo que regula su actividad y localización celular (Ahluwalia, 2024).

Estructura y Función de los Lípidos

Los lípidos son biomoléculas formadas principalmente por carbono e hidrógeno, y en porcentajes más bajos de oxígeno, pudiendo contener azufre, fósforo y nitrógeno. Se trata de un grupo de sustancias heterogéneas que se caracterizan por ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos (Macías et al., 2018). Dentro de este grupo encontramos los triglicéridos (grasas), el glicerol, los ácidos grasos y los esteroides (Carbajal Azcona, 2013).

Las funciones de los lípidos son variadas: actúan como componentes básicos al contener cadenas hidrocarbonadas que forman estructuras como las membranas.

Específicamente, los fosfolípidos forman bicapas que delimitan compartimentos y permiten gradientes químicos. También sirven como almacenamiento de energía (los triglicéridos en el tejido adiposo) y cumplen una función crucial en la señalización, ya que los lípidos y sus derivados regulan las rutas celulares. Su oxidación y modificación se asocian a procesos patológicos, siendo un área importante de estudio en salud y enfermedad (Prabutzki et al., 2025; Thompson, 2025)

Estructura y Función de los Carbohidratos

Los carbohidratos son biomoléculas compuestas por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, cuya función principal es ser una fuente de energía para las células, y también siendo sintetizados por las plantas mediante la fotosíntesis (Shailja & Singh, 2024). No solo son una fuente importante para la producción de energía, sino que son estructuras fundamentales de numerosas rutas metabólicas (McKee, 2014).

Los carbohidratos se clasifican en una familia variada que incluye monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Sus funciones biológicas son amplias: sirven como fuente y almacenamiento de energía (glucosa como sustrato y polisacáridos como reservas), brindan soporte estructural (celulosa en paredes vegetales) y actúan en el reconocimiento y comunicación (glicanos en glicoproteínas que median señales entre células). Químicamente, los carbohidratos pueden ser modificados covalentemente y participar en la glicobiología y la formación de glicoconjugados (Carbajal Azcona, 2013).

Función y Estructura de los Ácidos Nucleicos

Los nucleótidos, las unidades monoméricas de los ácidos nucleicos, son moléculas orgánicas compuestas de azúcar (pentosa), enlazada a una base que contiene nitrógeno y uno o más grupos fosfato (Starr et al., 2011). Funcionan como portadores de energía, auxiliares enzimáticos y mensajeros químicos.

A partir de los nucleótidos se forman los ácidos nucleicos (ADN y ARN), que son polímeros lineales y biomoléculas esenciales, ya que almacenan y transmiten la información genética, además de participar en la expresión génica y en funciones reguladoras y catalíticas (Subramanian & Hazare, 2022). Su estructura química se basa en la unión de la base nitrogenada, el azúcar y el grupo fosfato, lo que forma un esqueleto repetitivo que sustenta la complementariedad de bases y la estructura de doble hélice en el ADN.

Su estructura y funciones son: la unidad monomérica es el nucleótido (base nitrogenada, azúcar -desoxirribosa en ADN, ribosa en ARN- y fosfato) (Dhara & Nayak, 2022), el ADN es una doble hélice antiparalela que codifica la información heredable y cuya replicación y reparación aseguran la estabilidad genética. El ARN tiene clases diversas (mRNA, tRNA, rRNA) con funciones en traducción, regulación y actividad catalítica. Las interacciones y plegamientos de los ácidos nucleicos exhiben estructuras secundarias y terciarias que condicionan su función y reconocimiento molecular (Dewey & Compton, 2018).

Los ácidos nucleicos tienen gran importancia en la biología, ya que el ADN dirige la síntesis de ARN mensajero y, por consiguiente, de proteínas funcionales. Además, el conocimiento de los ácidos nucleicos sustenta técnicas diagnósticas y de ingeniería genética relevantes para la biotecnología y medicina (Angulo et al., 2012).

Prácticas de Laboratorio

El uso de laboratorios ha incrementado en las instituciones educativas, impulsado por propuestas del Ministerio de Educación del Ecuador, integradas en los textos oficiales (Ministerio de Educación, 2017). Estas políticas destacan que la enseñanza de la Biología debe basarse en la experimentación, la observación, la interpretación y el análisis de resultados. Estas experiencias permiten a los estudiantes desarrollar destrezas de manera

progresiva y constante, siempre y cuando se cuente con los espacios y metodologías adecuados.

Las prácticas de laboratorio no solo fortalecen el desarrollo cognitivo, sino que convierten al estudiante en un protagonista activo en su aprendizaje, al enfrentarse a situaciones en prácticas que le permiten desarrollar habilidades cognitivas (Ministerio de Educación de El Salvador, 2014).

No obstante, en el contexto ecuatoriano, el estudio de Faicán & Manzano, (2024) evidencia que muchas prácticas de laboratorio se desarrollan siguiendo guías rígidas y estructuradas, conllevando un aprendizaje pasivo. Esta limitación restringe la capacidad del estudiante para reflexionar, cuestionar o crear durante un experimento, reduciendo su potencial de expresión. Por su parte, la investigación de Llorente, (2016) en España confirma que las prácticas experimentales son un recurso efectivo para mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato. Sin embargo, este beneficio solo se logra cuando las prácticas no se limitan a seguir "recetas", sino que estimulan la formulación de criterio y la autonomía por parte de los estudiantes.

Motivación Escolar

Actualmente, se puede observar en las instituciones educativas una falta de interés en el área de ciencias, lo que contribuye al fracaso escolar en estas materias (Méndez Gutiérrez et al., 2023). La desmotivación está estrechamente relacionada con la pérdida de interés y la disminución de energía para alcanzar una meta o culminar una tarea, lo cual impacta negativamente en el desempeño académico y en la calidad del proceso de (De León-García et al., 2025; Martínez et al., 2023). Este fenómeno se observa con mayor frecuencia en el nivel de bachillerato, donde los estudiantes pueden presentar conductas que afectan su propio aprendizaje y la convivencia.

El fracaso escolar se puede explicar en tres dimensiones: el nivel individual, el nivel escolar y el entorno familiar (Padilla, 2023). En esta línea, Castro et al., (2021) mencionan que la desmotivación está estrechamente relacionada con factores académicos y psicosociales. No obstante, estos autores señalan que existen estrategias efectivas para reducir los niveles de desmotivación, entre ellas: mejorar la calidad de las tutorías, responder a las expectativas de los estudiantes y promover la motivación entre compañeros.

La motivación es esencial para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que se relaciona directamente con la disposición del alumno y el interés por aprender (Barrera et al., 2015). Es un proceso que guía la conducta humana hacia una meta u objetivo, permitiendo que el estudiante se sienta a gusto en el proceso.

En el ámbito educativo, impulsa al estudiante a mantener una gran relación con su aprendizaje. Para poder motivar a un estudiante es importante comprender sus capacidades e intereses, lo que a su vez ayuda a mejorar el rendimiento y las habilidades de aprendizaje (Mendoza et al., 2024). De igual manera, la motivación asiste en la formación integral de los estudiantes e impulsa el deseo de aprender, siendo necesario para su mantenimiento la orientación y los métodos adecuados del docente (Luna, 2022).

Herramientas Digitales y Laboratorios Virtuales

Las herramientas digitales son aplicaciones tecnológicas que facilitan el aprendizaje (Romo et al., 2023). Su uso en la educación ha permitido promover una enseñanza de calidad (Juárez & Honores, 2025), además de generar un enriquecimiento y transformación que apoya al docente para mejorar y facilitar la calidad de la enseñanza (Anagnostopoulou et al., 2021).

La integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación ha traído muchos beneficios, incluyendo la motivación, mayor iniciativa y creatividad por parte de docentes y estudiantes. Estas tecnologías han generado un entorno de

apoyo para satisfacer las necesidades educativas, siendo inclusivas y equitativas, y permitiendo reducir las brechas de la enseñanza tradicional (Concha et al., 2023). Para un adecuado uso y ampliación de las TIC, es necesario que los docentes se mantengan en constantes capacitaciones (Martínez Molina, 2018; Panesi et al., 2020).

Los laboratorios virtuales son una innovación tecnológica que se enmarca en estas herramientas, facilitando la interacción, observación y el aprendizaje de conceptos complejos. Además, estas plataformas fortalecen la toma de decisiones y la resolución de problemas en contextos educativo (Mejía, 2023; G. Reyes et al., 2025).

Biomodel

"Biomodel" es una plataforma web que ofrece diversos recursos interactivos relacionados con temas de bioquímica y biología molecular. Su finalidad es facilitar un aprendizaje más ágil y eficaz, complementando los procesos de enseñanza-aprendizaje y superando las limitaciones propias del uso excesivo de materiales impresos (Biomodel, n.d.). Como laboratorio interactivo, permite observar estructuras en tres dimensiones con movimiento, facilitando los procesos biológicos que resultan complejos de observar o replicar en los salones de clase. Gracias a este simulador, el aprendizaje de contenidos complejos se vuelve más dinámico, accesible y enriquecedor, favoreciendo la comprensión de conceptos relacionados con la química y la biología (González & Baratas, 2016).

En este contexto, la teoría del aprendizaje significativo se convierte en el sustento pedagógico fundamental para la presente investigación, ya que el uso de laboratorios virtuales como "Biomodel" busca promover las condiciones necesarias y la comprensión conceptual que conduce a un aprendizaje significativo. Al ofrecer a los estudiantes la posibilidad de relacionar nuevos contenidos sobre el ADN y el ARN con sus conocimientos previos de manera visual, interactiva y dinámica, se superan las limitaciones de los laboratorios convencionales.

La integración de herramientas digitales no solo fomenta la comprensión de conceptos abstractos y tridimensionales, sino también, la motivación, la autonomía y la construcción activa del conocimiento, lo que responde a las demandas de una educación moderna. Si bien la medición del logro total del aprendizaje significativo requiere un seguimiento longitudinal (post-intervención), esta investigación se enfoca en medir la mejora inmediata en la comprensión conceptual y la motivación, elementos esenciales para su desarrollo.

2.3. Bases legales que fundamentan el estudio

La presente investigación está sustentada en el marco legal ecuatoriano, específicamente en la constitución de la República del Ecuador (2008), menciona que:

Art. 27.- “La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, [...], estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar” (pág. 17)

Así mismo menciona que:

Art. 343.- “El sistema nacional de educación tendrá como finalidad el desarrollo de capacidades y potencialidades individuales y colectivas de la población, que posibiliten el aprendizaje, y la generación y utilización de conocimientos, técnicas, saberes, artes y cultura” (pág. 168) (Constitución del Ecuador, 2021).

El Plan Nacional de Desarrollo para el nuevo Ecuador en el objetivo 2 del eje social menciona: “Impulsar las capacidades de la ciudadanía con educación equitativa e inclusiva de calidad y promoviendo espacios de intercambio cultural” pág. 30 (Secretaría Nacional de Planificación, 2024).

La ley orgánica de educación intercultural que regula el sistema nacional de educación del Ecuador promueve la educación intercultural y contempla diversas áreas del conocimiento, enfocándose en la educación innovadora, menciona algunos artículos y literales:

Art. 1.- “Objeto” que menciona “Normar el Sistema Nacional de Educación con una visión intercultural y plurinacional acorde con la diversidad geográfica, cultural y lingüística del país y con total respeto a los derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades”

Art. 6.- Principios del Sistema Nacional de Educación.

Literal f: relacionado a la flexibilidad menciona que “La educación tendrá una flexibilidad que le permita adecuarse a las diversidades y realidades locales y globales, preservando la identidad nacional y la diversidad cultural, para asumirlas e integrarlas en el concierto educativo nacional, tanto en sus conceptos como en sus contenidos, base científica - tecnológica y modelos de gestión.”

Art. 7.- Principios de la gestión educativa

Literal c. nos habla sobre el “Desarrollo de procesos” dice que “Los niveles educativos deben adecuarse a ciclos de vida de las personas, a su desarrollo cognitivo, afectivo y psicomotriz, capacidades, ámbito cultural y lingüístico, sus necesidades y las del país, atendiendo de manera particular la igualdad real de grupos poblacionales históricamente excluidos o cuyas desventajas se mantienen vigentes”

Literal d. relacionados al “Interaprendizaje y multiaprendizaje” menciona que “Se considera al interaprendizaje y multiaprendizaje como instrumentos para potenciar las capacidades humanas por medio del arte, la cultura, el deporte, la sostenibilidad ambiental, el acceso a la información y sus tecnologías, la comunicación y el conocimiento, para alcanzar niveles de desarrollo personal y colectivo”

Literal g. “Investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos. - Se establece a la investigación, construcción y desarrollo permanente de conocimientos como garantía del fomento de la creatividad y de la producción de conocimientos, promoción de la investigación y la experimentación para la innovación educativa y la formación científica”

Según el reglamento a la ley orgánica de educación intercultural (RLOEI) en su tercer

párrafo de Innovación educativa menciona que:

Artículo 94 “Una innovación educativa plantea la implementación de cambios significativos en los procesos educativos. Esto incorpora cambios en aspectos de la didáctica, la pedagogía, la tecno-pedagogía, la gestión educativa y la gestión escolar” pág. 222 (Aprendeva, 2025).

A nivel internacional, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) impulsados por la UNESCO en su objetivo 4 sobre la educación de calidad menciona: “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos”, entre una de sus metas se propone que:

META 4.1 “De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa y de calidad y producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos” (ONU, 2023b).

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

3. Diseño metodológico

3.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación adoptó un enfoque metodológico cuantitativo con diseño cuasi-experimental, en el cual se analizaron datos numéricos obtenidos del pretest y posttest aplicado a los estudiantes. Se emplearon encuestas con escala Likert para recoger información sobre sus percepciones respecto al uso del laboratorio virtual como estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva (promedios, desviación estándar, frecuencias y porcentajes) utilizando Microsoft Excel. Posteriormente, se realizó un análisis inferencial con el apoyo del software SPSS, empleando la prueba de U de Mann-Whitney para comparar los puntos entre grupos y la correlación de Spearman para explorar relaciones entre variables. Esto nos permitió contrastar la hipótesis planteada y evaluar los efectos de la intervención.

De acuerdo con Hernández et al., (2014) el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección y análisis de datos medibles con el fin de probar hipótesis y establecer patrones o relaciones. En este sentido, la presente investigación buscó medir la comprensión de las estructuras moleculares del ADN y ARN y analizar la experiencia de los estudiantes con el uso de herramientas digitales en la enseñanza de biología.

3.2 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo cuasi experimental, donde se trabajó con dos paralelos de primero de bachillerato conformados previamente. Según Hernández et al., (2014) en un diseño cuasi experimental los sujetos de estudio no son asignados al azar, sino que los grupos

ya existentes, lo que permite analizar los efectos del estudio en un contexto educativo real. Por lo tanto, la aplicación de laboratorios virtuales se desarrolló en un grupo experimental, mientras que el otro como grupo de control, con la finalidad de comprobar los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.3 La población y la muestra

3.3.1 Población

La investigación se llevó a cabo en la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” ubicada en la ciudad de Alamor – Puyango perteneciente a la provincia de Loja, en el año lectivo 2025-2026. La población estuvo enfocada en el nivel de Bachillerato General Unificado (BGU) con 54 estudiantes de primer año BGU de la asignatura de biología, realizando encuestas iniciales para identificar el nivel de conocimiento sobre los ácidos nucleicos. Bernal, (2010) define a la población como la totalidad de sujetos o elementos de estudio que tiene características similares y construyen el objetivo de estudio.

3.3.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por 54 estudiantes de primer año de BGU, distribuidos 27 en cada paralelo A y B. El paralelo B siendo el grupo experimental recibió la sesión expositiva sobre los ácidos nucleicos con el apoyo de la herramienta digital “Biomodel” y el paralelo A se estableció como grupo control, al que se impartió únicamente la clase expositiva tradicional. Según Hernández et al., (2014), la muestra se entiende como el subgrupo de la población de la cual se recolectan los datos, la misma que es representativa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos es una estrategia para obtener información relevante de la investigación. Los instrumentos son herramientas específicas que se emplean para aplicar dichas técnicas. En esta investigación, se aplicaron las siguientes técnicas:

3.4.1 Encuesta

El instrumento de la encuesta utilizada para medir la percepción y motivación de los estudiantes hacia la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza de la biología fue un cuestionario estructurado con 16 items en la escala de Likert, para verificar el nivel de comprensión y motivación luego del uso de laboratorios virtuales y poder contrarrestar los resultados obtenidos entre el grupo control y el experimental.

Según (Casas et al., 2002) la encuesta es una técnica cuantitativa que permite recolectar, organizar y analizar la información de una manera eficiente con el tipo de preguntas que emplea y la función que cumple dentro de un estudio. Utilizando como instrumento un cuestionario que nos permitió medir la comprensión de las estructuras del ADN y ARN, la motivación y la percepción del uso de “Biomodel”.

3.4.2 Revisión Documental

El análisis de los resultados finales de las notas, se empleó la técnica de revisión documental, esta técnica según (Hernández et al., (2014). permite obtener datos de fuentes secundarias. El instrumento utilizado fue el registro de calificaciones, donde se examinaron las notas de los estudiantes en la asignatura de Biología con los insumos (cinco sesiones) relacionados a los ácidos nucleicos (pre y post intervención), identificando el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de la propuesta. Los registros fueron tratados de manera confidencial y utilizados con fines investigativos, permitiéndonos comparar cualitativamente el grupo experimental y el control.

3.4.3. Observación

Para identificar el nivel de conocimiento evidenciado por los estudiantes durante las actividades en clase, se aplicó una lista de cotejos como instrumento de observación, permitiendo registrar los indicadores de comprensión, participación e interacción (ver Anexo

3). La observación es una técnica de investigación con parámetros establecidos que permite organizar y sistematizar los resultados de una investigación. Consiste en el registro detallado de conductas o situaciones de un momento dado. Este procedimiento puede tener diferentes enfoques descriptivos cuando detallamos lo observado, explicativo cuando interpretamos la causa de los fenómenos o analizado todos los detalles, sucesos, eventos e interacciones (Hernández et al., 2014).

3.5 Contexto de la investigación

La Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” dispone de un laboratorio físico para prácticas en el área de ciencias naturales y laboratorio de cómputo con 10 computadoras y 52 tabletas en funcionamiento y con acceso a internet las cuales fueron utilizadas por los estudiantes de primero paralelo B, grupo experimental para la implementación del laboratorio virtual “Biomodel”.

3.6 Intervención pedagógica

La intervención pedagógica consistió en la aplicación de cinco (5) sesiones de 80 minutos, cada una con el laboratorio virtual “Biomodel” al grupo experimental, mientras en el grupo control se mantuvo la enseñanza tradicional. El diseño detallado de las sesiones, objetivos específico, actividades y recursos se presenta como Anexo 4: Plan detallado de la intervención pedagógica.

3.7 Validez y confiabilidad

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos fue necesaria la participación de tres expertos con título de cuarto nivel en educación, descritos en la Tabla 1.

Tabla 1*Especificación de expertos*

Tabla de perfil de expertos	Nivel académico	Área de experiencia profesional	Lugar de trabajo actual	Años de experiencia	Grado de conocimiento del tema	Nivel de experiencia en el área
Edisson Vladimir Tigre Tigre	Máster Universitario en Didáctica de las Matemáticas en Educación Secundaria y Bachillerato	Docente en C.C.N. N	U.E.F “Gran Colombia”	5	10	10
Vicente Heriberto Cabrera Jaramillo	Máster en Educación Básica	Docente en C.C.N. N	U.E.F “Gran Colombia”	24	10	10
Dolores Diaquelina Tigre Pañi	Máster Universitario en Métodos de Enseñanza Personalizada	Docente en C.C.N. N	U.E. “Chiquintad”	18	9	10

Para asegurar la validez de contenido del pretest, posttest y guía de observación, se utilizó la técnica de Juicio de Expertos como podemos observar en la Tabla 1. Dichos expertos realizaron una revisión minuciosa de los instrumentos, junto con la matriz de operacionalización de variables para relacionar los ítems e interrogantes con las dimensiones consideradas por cada variable, realizando las observaciones pertinentes y aprobando los instrumentos de recolección de datos diseñados, lo cual permitió continuar con el proceso de recolección de datos en las unidades de análisis consideradas dentro del estudio. La validación de los instrumentos nos asegura la confiabilidad y calidad para la recolección de datos de una investigación de campo (Cuevas & Moreno, 2022).

El instrumento final conta de 16 ítems (escala de Likert, muy frecuentemente, frecuentemente, ocasionalmente, raramente y nunca), con un tiempo máximo de respuesta de

30 minutos. Se aplicó como pretest (diagnóstico inicial) y posttest (evaluación final) a ambos grupos (experimental y control). Ver Anexo 1 y 2.

Además, la encuesta dirigida a los estudiantes correspondiente al posttest fue sometida al coeficiente estadístico Alfa de Cronbach con la finalidad de determinar si los ítems de dicho instrumento poseen un rango de confiabilidad aceptable; dentro de la aplicación de este coeficiente estadístico se obtuvo una puntuación de 0.90, lo cual determina un rango de excelente confiabilidad del instrumento; de tal manera que se garantiza la pertinencia de su aplicación y la obtención de resultados representativos dentro del proceso investigativo.

Tabla 2

Varianzas obtenidas en el estadístico Alfa de Cronbach

	Pretest	Posttest
N de elementos	16	
Varianza de elemento	0,28	0,52
Varianza total	30,55	163,31
Alfa de Cronbach	0,86	0,982

La confiabilidad del instrumento de evaluación (pre y posttest) se determinó mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach. Obteniendo un coeficiente de Alfa = 0,86 en el pretest y 0,982 para el posttest, lo que indica que el instrumento tuvo fiabilidad y muy alta consistencia, confirmando que los ítems

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1. Resultados

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de primero de bachillerato, donde participaron 54 estudiantes, 27 de cada paralelo, el paralelo A fue el grupo control y el paralelo B el grupo experimental, a los cuales se aplicó un pre test sobre los ácidos nucleicos y el uso de herramientas digitales. Después de la clase impartida sobre los ácidos nucleicos con la ayuda de “Biomodel” se aplicó un posttest al grupo B y otro posttest a ambos grupos sobre los conceptos impartidos.

Para el análisis de los datos obtenidos se trabajó con dos herramientas estadísticas, se utilizó el Software Microsoft Excel para organizar y procesar los datos y el software SPSS para la aplicación de las diferentes pruebas estadísticas, se analizaron las frecuencias y porcentajes con el fin de observar la distribución de las opiniones de cada paralelo en las encuestas aplicadas antes y después de las clases impartidas. Asimismo, se calculó las medias aritméticas y la desviación estándar para identificar la tendencia entre el grupo experimental y el grupo control, teniendo una mayor confiabilidad en el impacto del laboratorio virtual “Biomodel” en el aprendizaje de los ácidos nucleicos.

A continuación, se desarrollan los resultados obtenidos después de la aplicación de las encuestas a los estudiantes de primero de bachillerato paralelo A y B de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” sobre los ácidos nucleicos y el uso de laboratorios virtuales como estrategia para mejorar la enseñanza.

Resultado de las encuestas Pre Test a la implementación de la clase sobre los ácidos nucleicos a los estudiantes de primer año de bachillerato

Figura 1

Curiosidad por aprender con el uso de herramientas digitales.

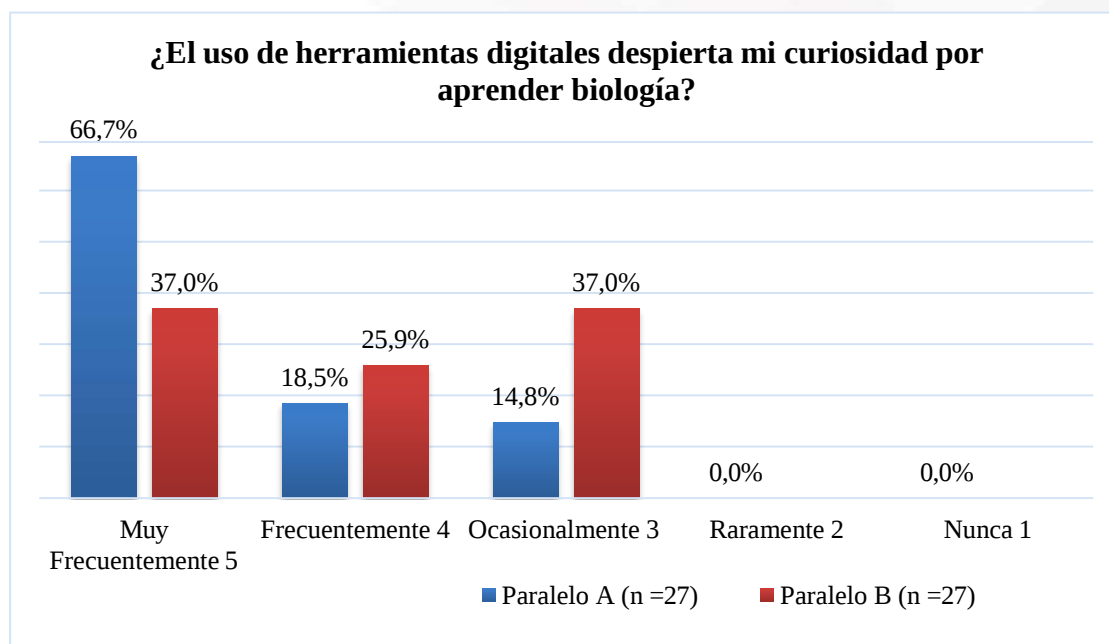


Tabla 3

Media y Desviación estándar sobre la curiosidad por aprender con el uso de herramientas digitales.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,52	0,75	27
Paralelo B	4,00	0,88	27

Análisis e interpretación

Como se puede observar el paralelo A se siente más motivado con el uso de herramientas digitales en la enseñanza de la biología, obteniendo un 66,7%, a comparación del paralelo B que registra un 37% para las categorías “muy frecuente” o “ocasionalmente”. Con respecto a los valores estadísticos, el paralelo A obtuvo una media de 4,54 y una desviación estándar de 0,75 a diferencia del paralelo B que reflejó una media de 4,00 y una desviación estándar de 0,88. Estos resultados permiten resaltar que los estudiantes se sienten atraídos por el uso de herramientas digitales en el aprendizaje de la biología, evidenciando su potencial como un recurso motivador.

Figura 2

Acceso a internet en la institución.

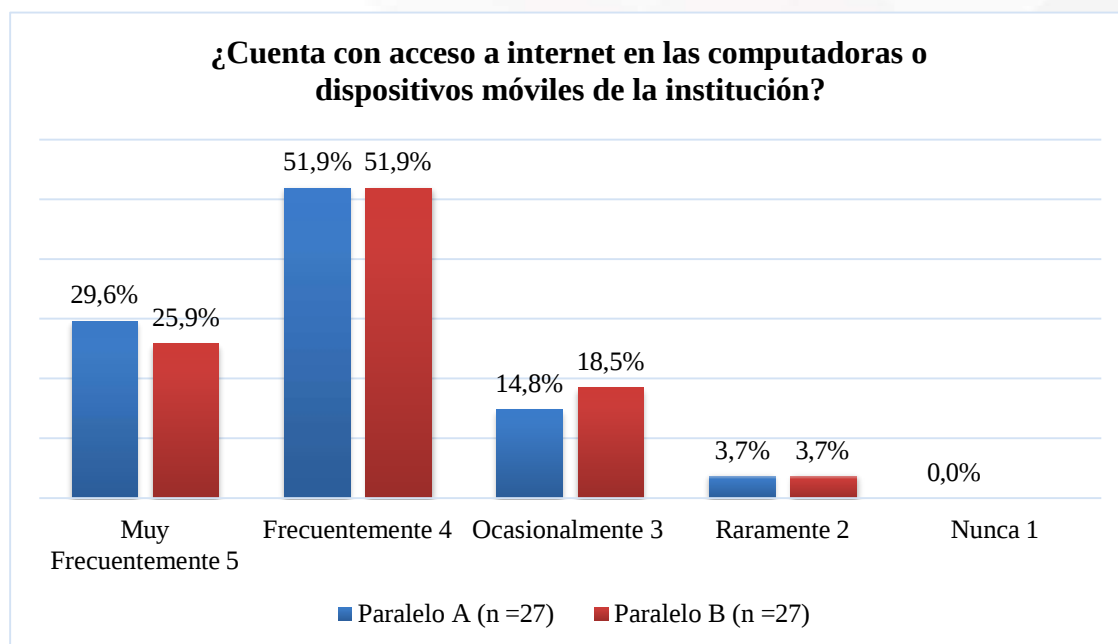


Tabla 4

Media y Desviación estándar sobre el acceso a internet en la institución.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,11	0,75	27
Paralelo B	4,00	0,78	27

Análisis e interpretación

Como se puede observar en el gráfico 8, el 51,9% de estudiantes de ambos paralelos señaló que frecuentemente tienen acceso a internet en la institución, lo se convierte en un recurso clave para la implementación de herramientas tecnológicas para mejorar la enseñanza de los ácidos nucleicos. En cuanto a los valores estadísticos, el paralelo A obtuvo una media de 4,11 con una desviación estándar de 0,75, mientras que el paralelo B obtuvo una media de 4 y una desviación estándar de 0,78. Estos resultados evidencian que la conectividad en la institución puede respaldar la integración de laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Figura 3

Acceso al laboratorio de cómputo.

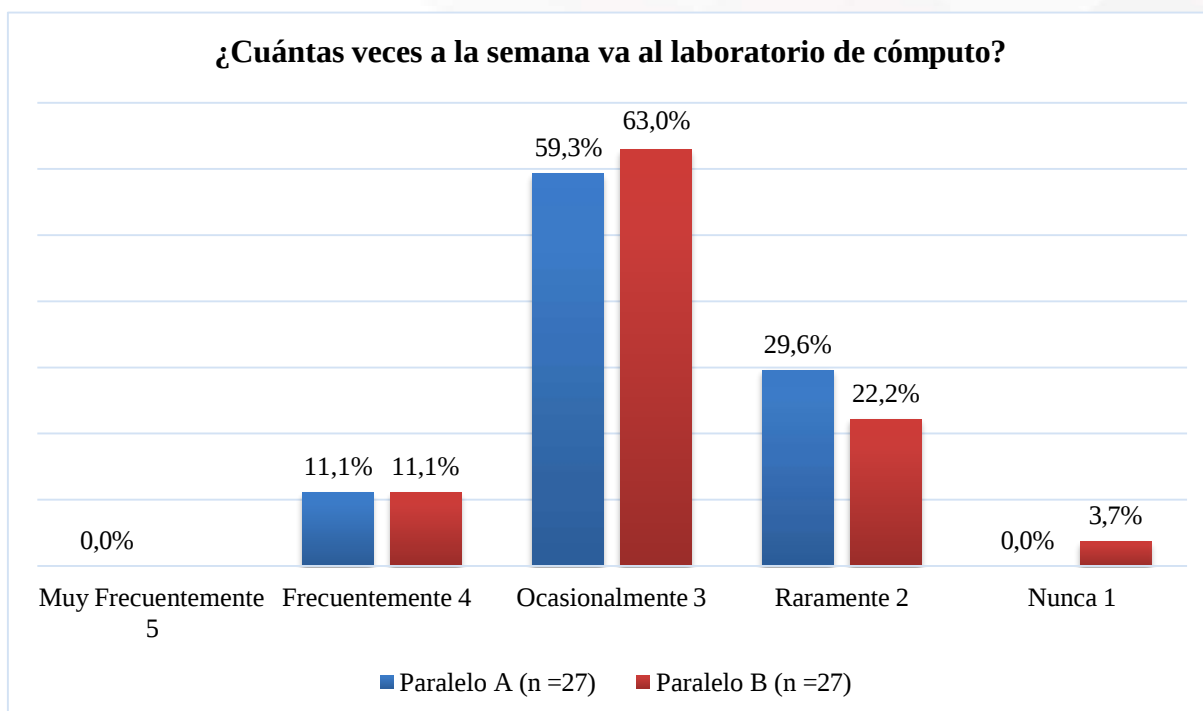


Tabla 5

Media y Desviación estándar sobre el acceso al laboratorio de cómputo.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	2,81	0,62	27
Paralelo B	2,81	0,68	27

Análisis e interpretación

Con los datos obtenidos se pudo evidenciar que los estudiantes acceden ocasionalmente al laboratorio de cómputo durante la semana. En el paralelo A, el 59,3% de estudiantes mencionaron esta situación, mientras que el paralelo B el porcentaje fue de 63%. Ambos paralelos alcanzaron una media de 2,81 con una desviación estándar de 0,62 para el paralelo A y 0,68 para el paralelo B, lo que demuestra que los laboratorios de cómputo no son utilizados de manera frecuente por los docentes para impartir clases o realizar actividades que fomenten el interés o motivación de los estudiantes.

Figura 4

Acceso al laboratorio.

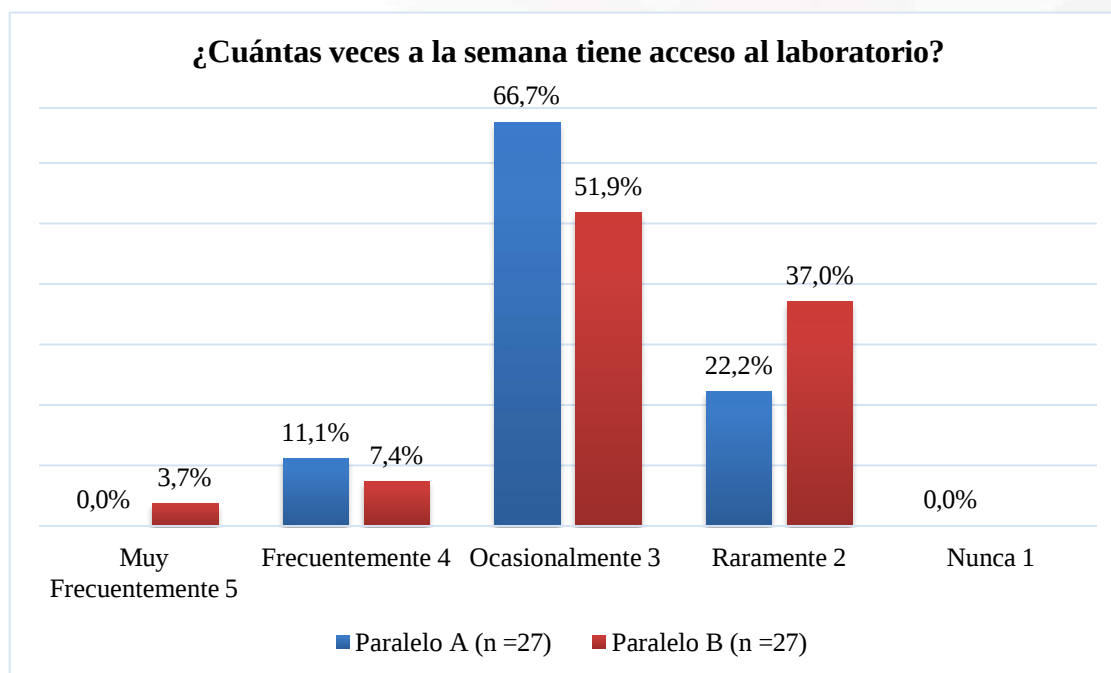


Tabla 6

Media y Desviación estándar sobre el acceso al laboratorio.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	2,89	0,58	27
Paralelo B	2,78	0,75	27

Análisis e interpretación

Con los datos obtenidos se pudo evidenciar que los estudiantes acceden ocasionalmente al laboratorio para poder realizar prácticas o experimentos. En el paralelo A, el 66,7% de estudiantes mencionaron esta situación, mientras que el paralelo B el porcentaje fue 51,9%. Lo que se refiere a los valores estadísticos se obtuvo medias de 2,89 y una desviación estándar de 0,58 para el paralelo A y para el paralelo B se obtuvo una media de 2,78 y una desviación estándar 0,75, lo que demuestra que los laboratorios no son utilizados de manera frecuente por los docentes para impartir realizar prácticas o experimentos relacionados a contenidos impartidos en las clases.

Tabla 7

Cuadro de calificaciones sobre los ácidos nucleicos Pre clase.

1"A "	1"B "
4,67	7,5
5,62	8
4,81	4,5
4	9,5
5,77	4,5
3,57	6,55
9,07	8,3
6	5,67
9,07	2,76
6,24	5,45
5,78	6,2
6,42	6,4
4,55	7,5
5,75	6
6,54	10
7	9,5
7,16	6
4,42	6,94
5,78	7,88
7	9,5
5,82	7
5,77	2,5
4,27	4
4,86	8
5,8	10
5,64	9
5,35	3,69
Promedio	Promedio
5,80	6,77

Análisis e interpretación

Se realizó una encuesta diagnóstica previa a la clase sobre los ácidos nucleicos para determinar el nivel de conocimiento por parte de los estudiantes, como se puede observar en la Tabla 7 ambos paralelos obtuvieron promedios inferiores a 7/10, el paralelo A con un promedio de 5,80, mientras que el paralelo B obtuvo un promedio de 6,77, evidenciando que los estudiantes contaban con conocimientos de años anteriores.

Resultado de las encuestas Post clase sobre los ácidos nucleicos a los estudiantes de primer año de bachillerato.

Figura 5

Participación para mejor comprensión de contenidos.

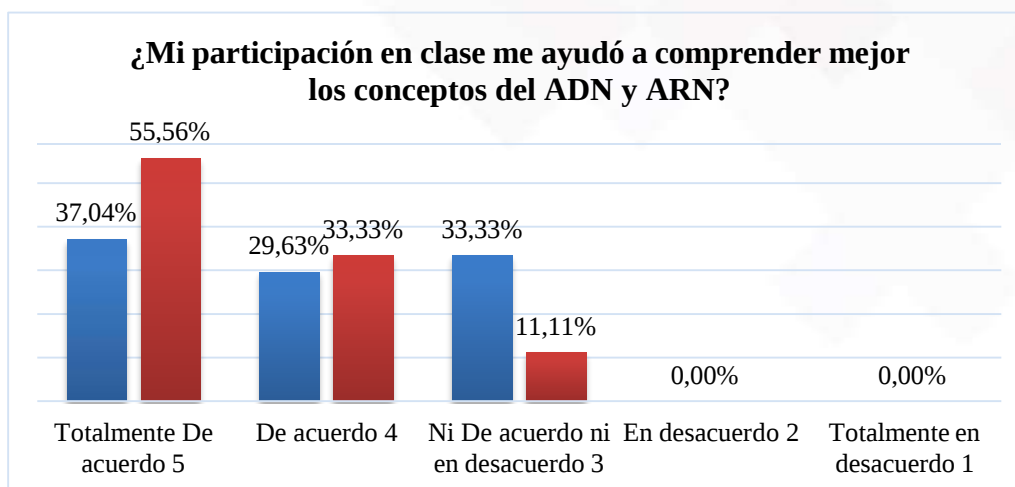


Tabla 8

Media y Desviación estándar sobre participación para mejora de contenidos.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,04	0,85	27
Paralelo B	4,44	0,70	27

Análisis e interpretación

Los resultados obtenidos sobre la participación en clase para comprender mejor los contenidos de los ácidos nucleicos muestran una diferencia significativa entre los estudiantes de ambos paralelos. En el paralelo A el 37,04% de estudiantes manifestaron estar totalmente de acuerdo, mientras que en el paralelo B esta percepción ascendió al 55,56%.

Esto evidencia que la aplicación de la herramienta virtual “Biomodel” motivó a los estudiantes del paralelo B a mantenerse activos y participativos durante las clases. Si bien el paralelo A trabajó con la modalidad tradicional, mostró aceptación hacia la asignatura, pero con una menor motivación. Estos datos se complementan con el análisis de la media y desviación estándar con valores de 4,04 y 0,85 para el paralelo A y 4,44 y 0,70 para el paralelo B respectivamente, lo que indica el paralelo B presentó respuestas más homogéneas, confirmando el impacto positivo para el uso de “Biomodel” en el proceso de enseñanza

aprendizaje.

Figura 6

Motivación para las calificaciones.

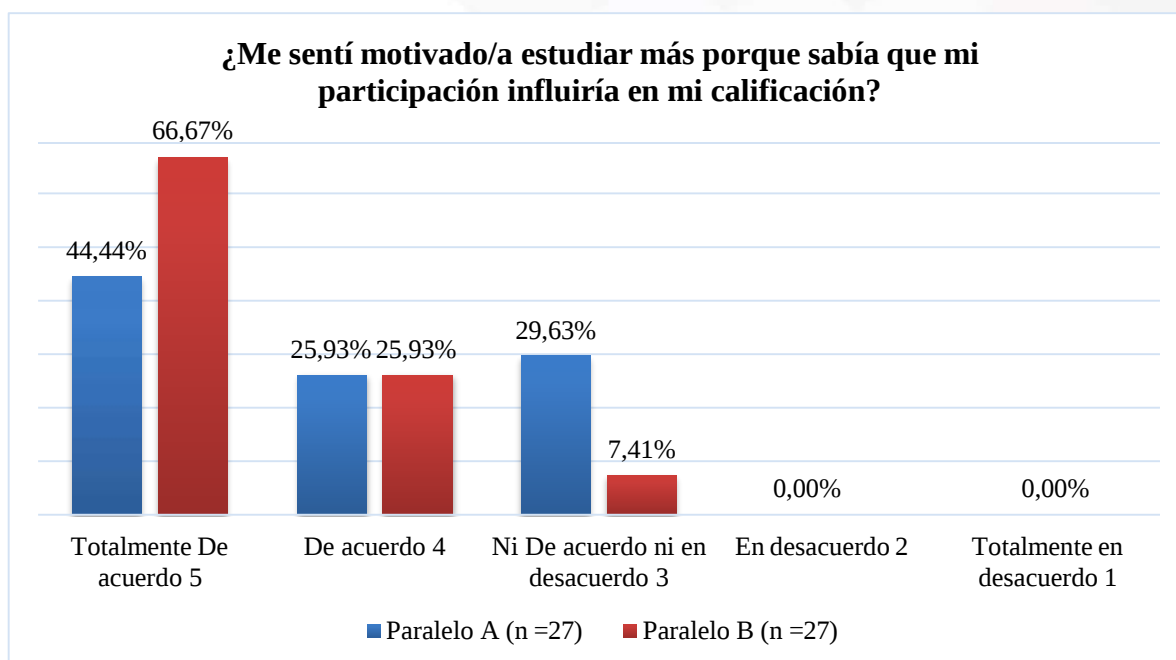


Tabla 9

Media y Desviación estándar sobre la motivación para las calificaciones.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,21	0,86	27
Paralelo B	4,59	0,64	27

Análisis e interpretación

Los hallazgos muestran diferencias notables entre los dos paralelos, en el paralelo A el 44,44% de estudiantes manifestaron estar totalmente de acuerdo, mientras que el paralelo B este valor ascendió a 66,67% mostrando una mayor motivación para participar en clases. Estos resultados se refuerzan con los valores estadísticos, donde el paralelo A obtuvo una media de 4,15 con una desviación estándar de 0,86, mientras que el paralelo B obtuvo una media de 4,59 y una desviación estándar de 0,64, con estos datos podemos evidenciar que la influencia de la estrategia utilizado en el paralelo B incentivo al compromiso y dedicación de los estudiantes.

Figura 7

Relación del ADN y la transmisión de herencia genética.

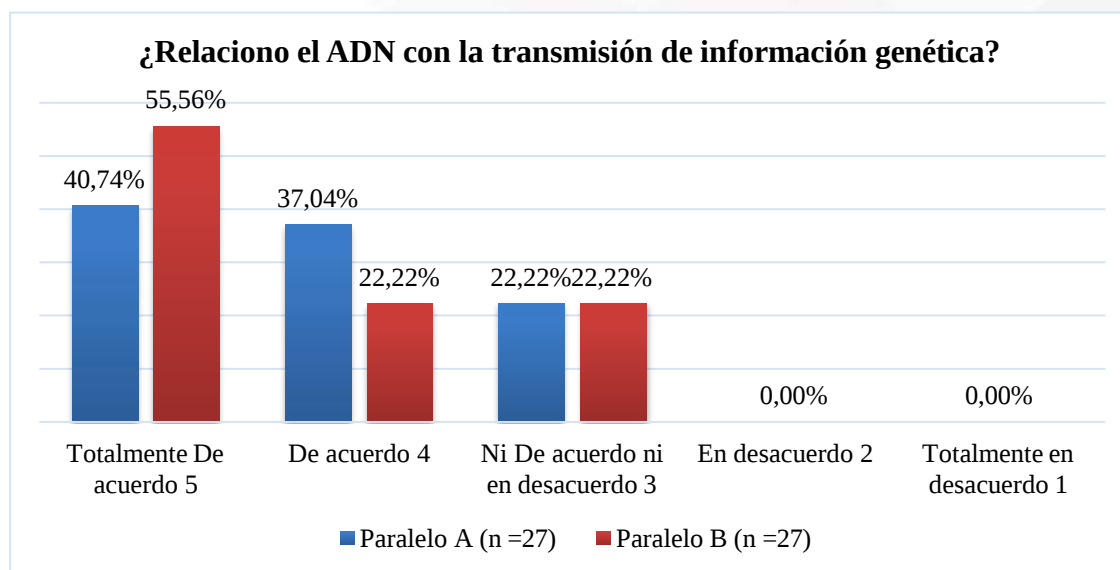


Tabla 10

Media y Desviación estándar sobre la relación del ADN y la transmisión de herencia genética.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,19	0,79	27
Paralelo B	4,33	0,83	27

Análisis e interpretación

Estos resultados muestran que los estudiantes de primero A 40,74% manifestaron estar totalmente de acuerdo al momento de relacionar el ADN con la transmisión de la información genética, en contraste con el 55,56% del paralelo B. En cuanto a los valores estadísticos, el paralelo A alcanzó una media de 4,19 con una desviación estándar de 0,79 y el paralelo B reflejó una media de 4,33 con una desviación estándar de 0,83. Estos resultados evidencian que ambos paralelos muestran una buena comprensión en relacionar el ADN y la transmisión genética el paralelo B presentó un nivel más alto, se puede inferir que esto está asociado a la implementación del laboratorio virtual “Biomodel”.

Figura 8

Síntesis de proteínas e intervención del ARN.

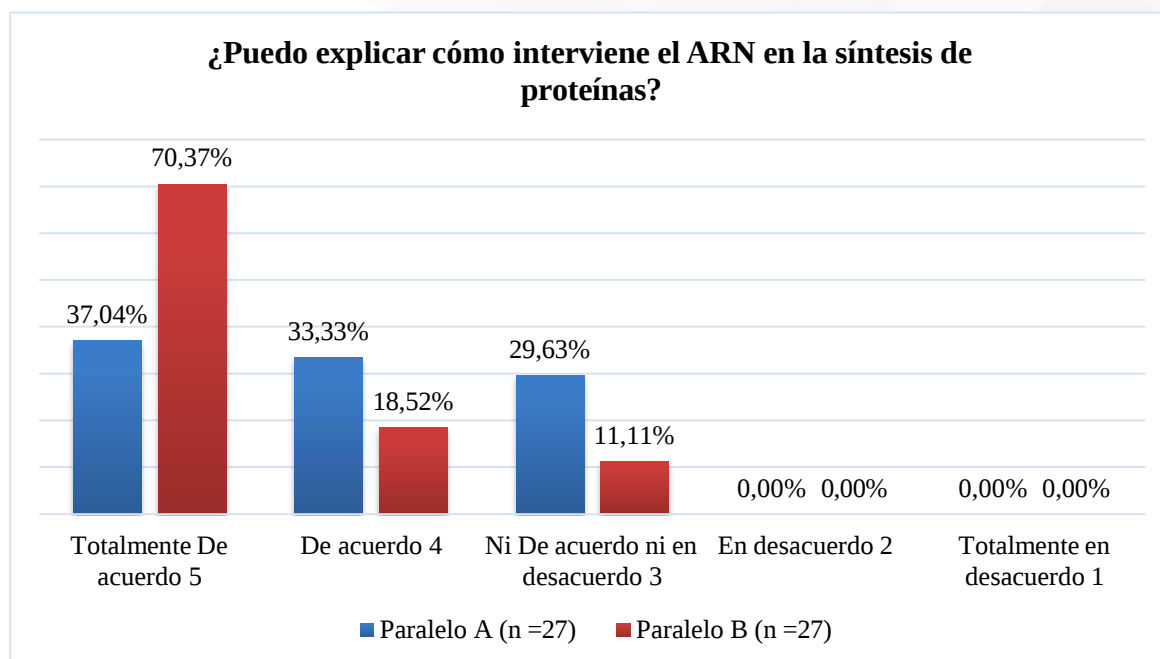


Tabla 11

Media y Desviación estándar sobre la síntesis de proteínas e intervención del ARN.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,07	0,83	27
Paralelo B	4,59	0,69	27

Análisis e interpretación

En el paralelo A, la mayoría de estudiantes ubicaron su respuesta en “totalmente de acuerdo” con 37.04%, reflejando una valoración positiva para poder explicar la síntesis de proteínas al intervenir con el ARN, con una media de 4,07 y una desviación estándar de 0,83. En el paralelo B la tendencia marcó positivamente en “totalmente de acuerdo” con el 70,37%, alcanzando una media de 4,59 con una desviación estándar de 0,69, reflejando un valor ligeramente superior al paralelo A, pero con una dispersión muy similar. Los resultados muestran que en ambos paralelos los estudiantes logran explicar cómo el ARN interviene en la síntesis de proteínas.

Figura 9

Identificación de estructuras del ADN y ARN.

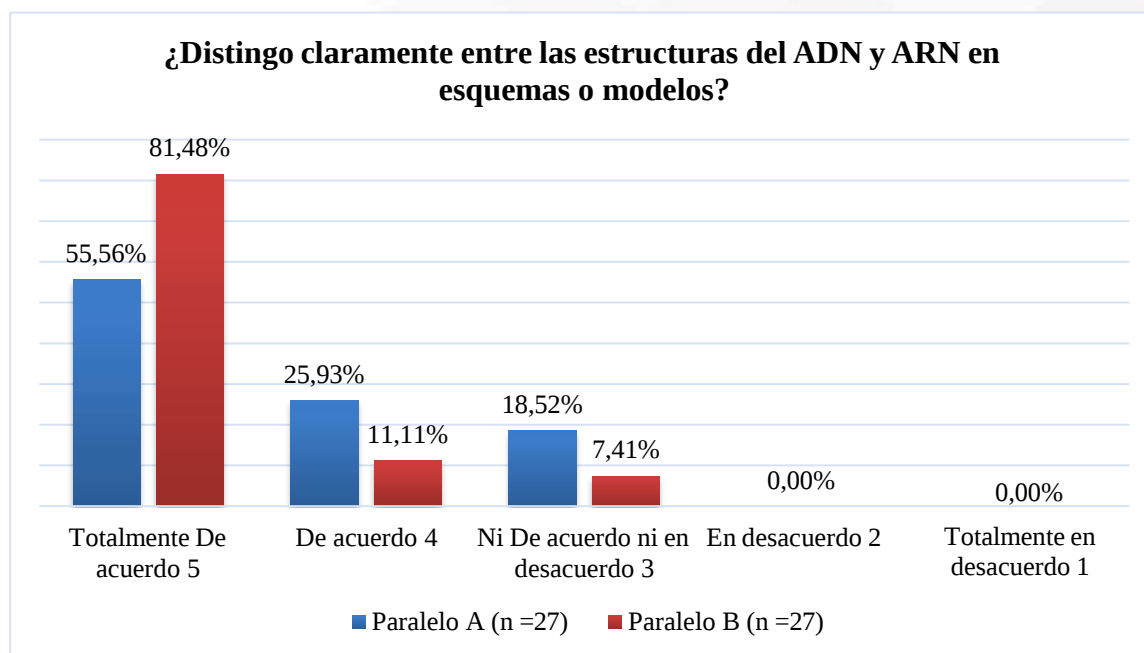


Tabla 12

Media y Desviación estándar sobre la identificación de estructuras del ADN y ARN.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,37	0,79	27
Paralelo B	4,74	0,59	27

Análisis e interpretación

Como se puede observar en la Figura 9 en el paralelo A el 55,56% de los estudiantes son capaces de distinguir las estructuras moleculares, mientras que en el paralelo B el 81,48% son capaces de hacerlo, esto se puede atribuir a la interacción que tuvieron los estudiantes con “Biomodel”. En los valores estadísticos se pudo obtener una media de 4,37 con una desviación estándar de 0,79 para el paralelo A y en el caso del paralelo B se obtuvo una media de 4,74 y una desviación estándar de 0,59.

Figura 10

Relación de las bases nitrogenadas.

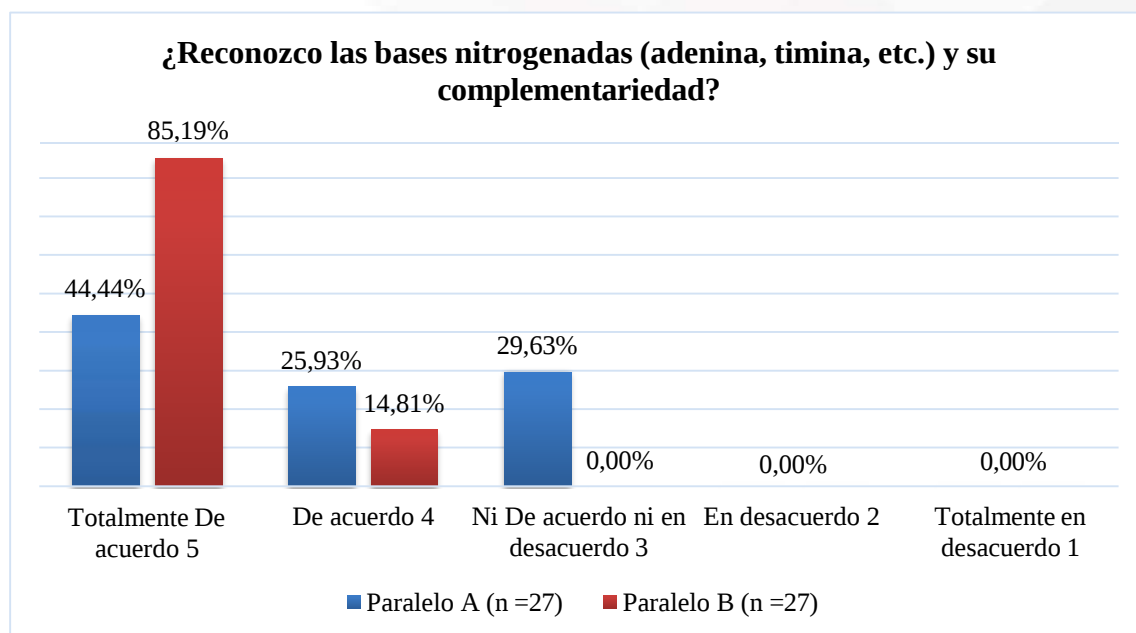


Tabla 13

Media y Desviación estándar sobre la relación de las bases nitrogenadas.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,15	0,86	27
Paralelo B	4,85	0,36	27

Análisis e interpretación

Al analizar los resultados la categoría “totalmente de acuerdo” predomina para ambos paralelos, obteniendo 44,44% para el paralelo A y un 85,19% para el paralelo B, donde los estudiantes manifiestan identificar las bases nitrogenadas con su complementariedad. Estos datos se corroboran con los valores estadísticos donde el paralelo A alcanzó una media de 4,15 y una desviación estándar de 0,86, mientras que el paralelo B obtuvo una media de 4,85 con una desviación estándar de 0,36. Estos resultados reflejan que el paralelo B muestra un mayor dominio del tema, lo que se puede atribuir a las estrategias implantadas al impartir las clases.

Figura 11

Relaciono modelos 3D con las clases.

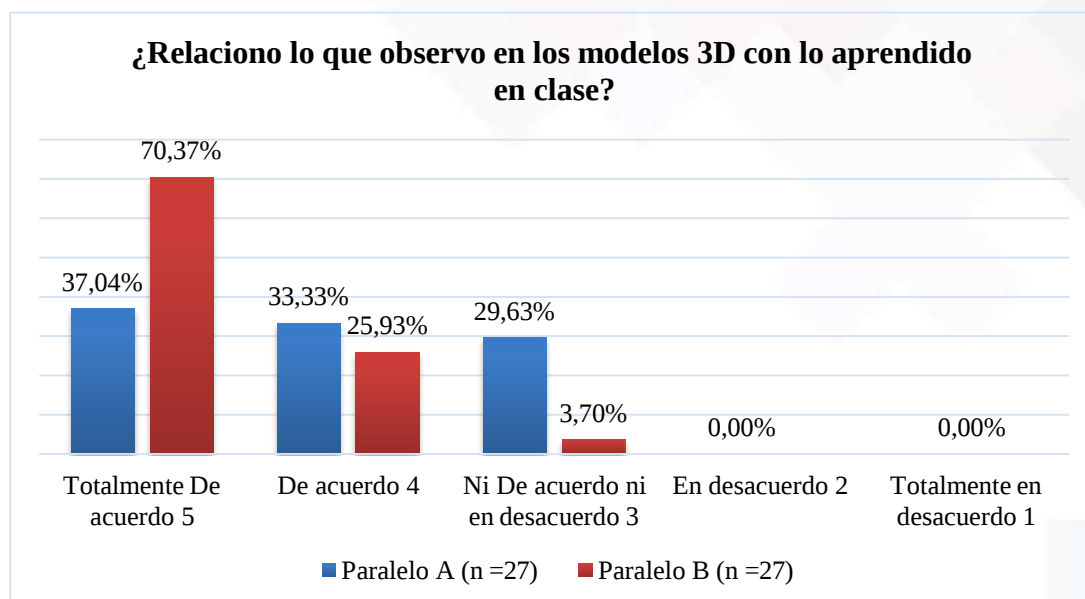


Tabla 14

Media y Desviación estándar sobre la relación de modelos 3D con las clases.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,07	0,83	27
Paralelo B	4,67	0,55	27

Análisis e interpretación

Como se puede observar en la figura 11, la categoría “Totalmente de acuerdo” predominó para ambos paralelos, en el paralelo A el 37.04 de los estudiantes se ubicaron en esta categoría, mientras que en el paralelo B el porcentaje asciende al 70,37%, evidenciando que los estudiantes pueden relacionar lo que observan en clases con los modelos 3D.

Estos resultados se respaldan con los valores estadísticos, para el paralelo A se presenta una media de 4,07 y una desviación estándar de 0,83 y el paralelo B alcanzó una media de 4,67 con una desviación estándar de 0,55. Se evidencia una consolidación más sólida por parte de los estudiantes de primero B para la relación de los modelos 3D con lo aprendido en clase, esto debido a la asociación de las clases con el laboratorio virtual.

Figura 12

Capacidad de resolver ejercicios de ADN y ARN.

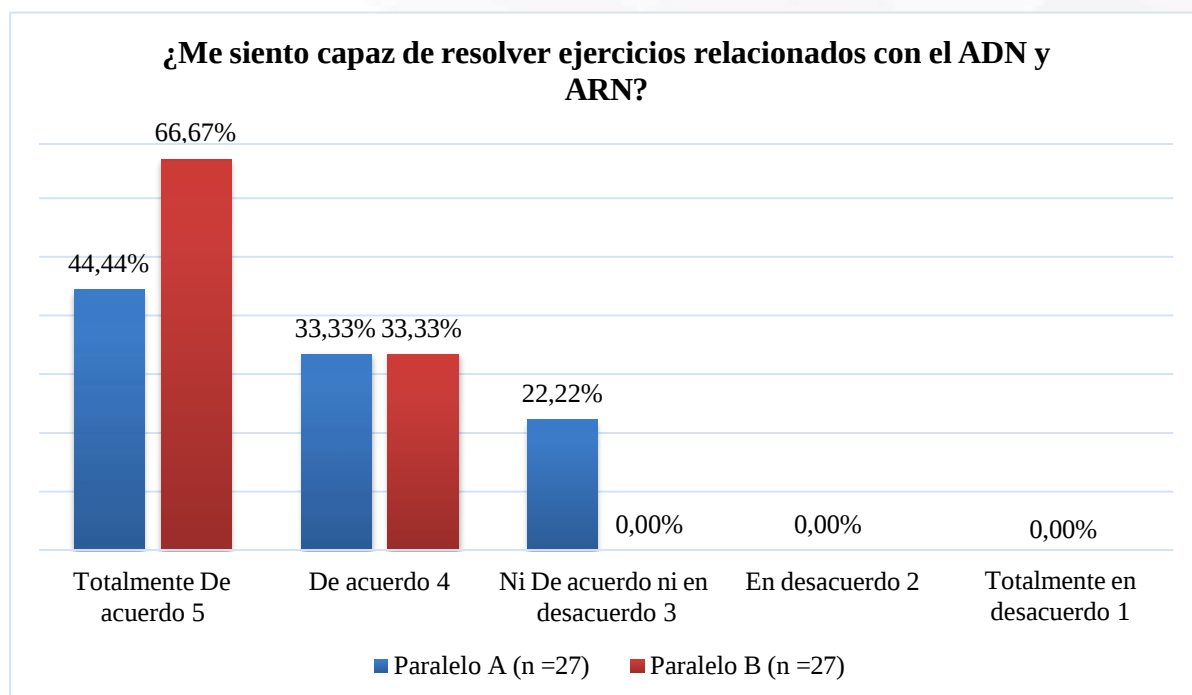


Tabla 15

Media y Desviación estándar sobre la capacidad de resolver ejercicios de ADN y ARN.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,22	0,80	27
Paralelo B	4,67	0,48	27

Análisis e interpretación

Como se puede observar en la Figura 12 los resultados obtenidos para la capacidad de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN hay aumentado considerablemente con los datos obtenidos en la encuesta previa (Figura 1) para el paralelo A obtuvo un valor de 44,44% y para el B su valor fue de 66,67%, estableciendo que el refuerzo y explicación de los contenidos relacionados a los ácidos nucleicos y el uso de laboratorio virtual.

Figura 13

Identificación de las moléculas de ADN.

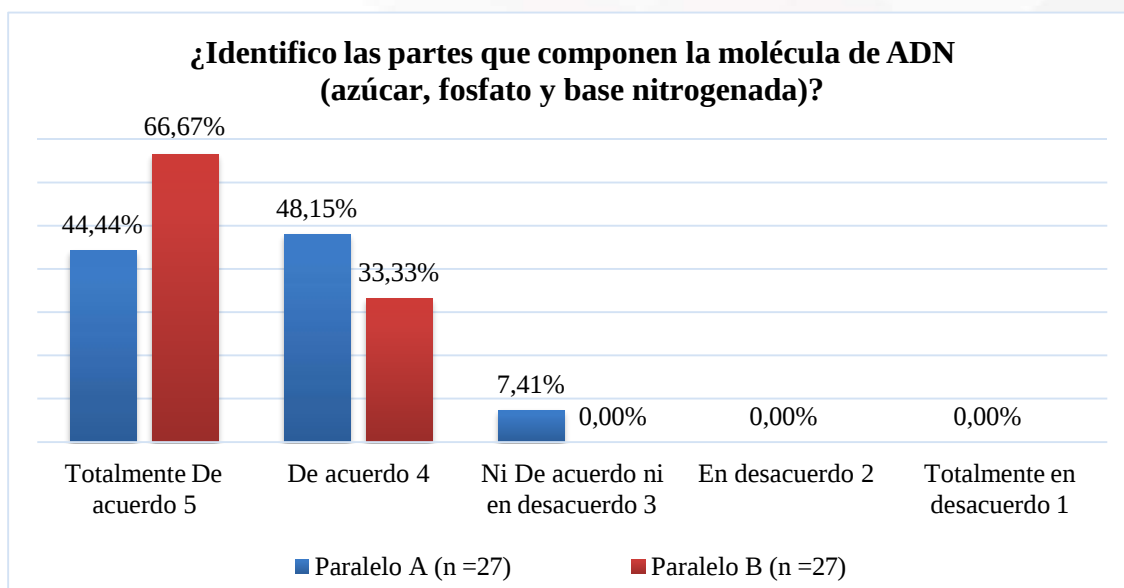


Tabla 16

Media y Desviación estándar de la identificación de las moléculas de ADN.

	Medias	Desv. Estándar	n
Paralelo A	4,37	0,63	27
Paralelo B	4,67	0,48	27

Análisis e interpretación

En el paralelo A, el 44,44%, de los estudiantes seleccionaron “totalmente de acuerdo” y el 48,15% “De acuerdo”. En el paralelo B, el 66,67% selecciono la categoría más alta, con medias de 4,37 y 4,67, con una desviación estándar de 0,63 y 0,48 respectivamente.

Estos resultados demuestran que ambos grupos muestran una tendencia positiva para la identificación de las moléculas que componen el ADN, siendo el paralelo B el que presenta una mejor puntuación, esto se puede atribuir al uso el laboratorio virtual “Biomodel”, que permitió un aprendizaje interactivo y visual, lo que fortalece la comprensión de conceptos vinculando la parte teórica con la práctica.

Asimismo, en los anexos 10 y 11 se presentan las tablas referenciales

correspondientes a los gráficos del pretest y posttest, los cuales contienen los datos cuantitativos obtenidos de las encuestas aplicadas. Estas tablas permiten completar la interpretación de los resultados, ofreciendo una visión más detallada de las frecuencias y porcentajes registrados en cada ítem.

A continuación, podremos observar los resultados de las calificaciones Post clase a la sobre los ácidos nucleicos a los estudiantes de primer año de bachillerato.

Tabla 17

Cuadro de calificaciones sobre los ácidos nucleicos Post clase

Notas 1"A"	Notas 1"B"
5,42	8,95
4,7	10
6,06	7,75
6	8,23
5,42	8,5
6,64	8,17
7,43	9,6
6,9	7,95
7,04	6,96
5	9,09
5,56	8,42
8,62	7,6
8,58	8,86
5,31	8,63
5,95	10
6,48	8,11
5,08	8,03
8,06	6,49
4,96	8,34
8,2	6,45
6,52	10
6,88	7,96
6,32	6,41
7,93	7,67
8,95	8,55
8,16	8,45
7,88	8,57
Promedio	Promedio
6,67	8,29

Análisis e interpretación

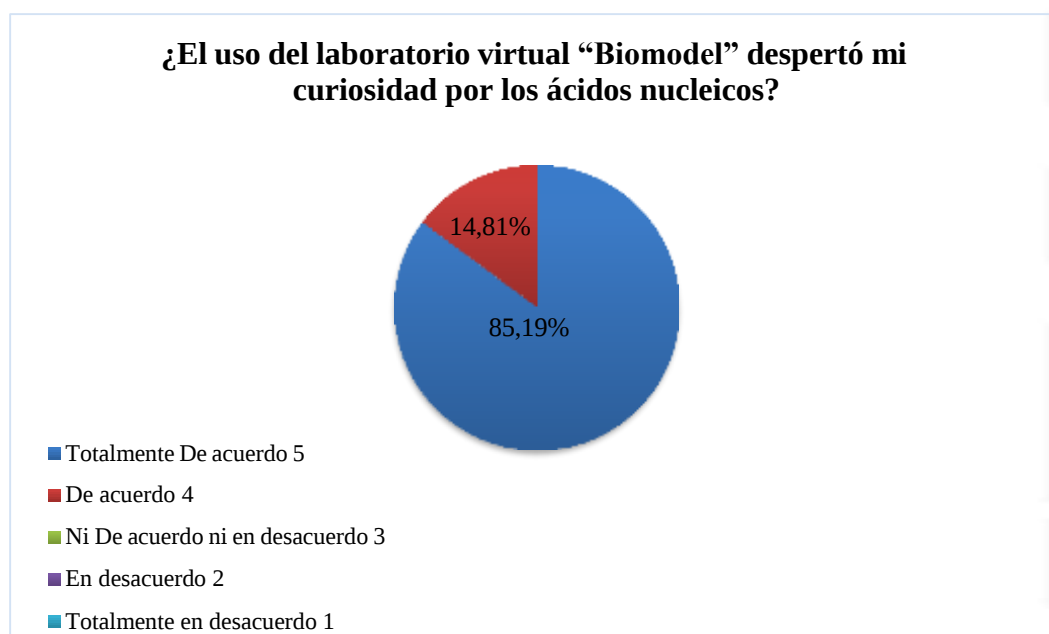
Con los resultados obtenidos de las actividades y evaluaciones realizadas sobre los

ácidos nucleicos con la implementación del laboratorio virtual “Biomodel”, se analizó las calificaciones obtenidas por los estudiantes de primero de bachillerato. Los estudiantes de primero “A” que trabajó únicamente con la clase expositiva con metodología tradicional, obtuvo un promedio de 6,67/10, En contraste del grupo de primero “B” que complementa la enseñanza con el laboratorio virtual “Biomodel”, alcanzó un promedio de 8,29/10. La diferencia de 1,6 puntos entre ambos paralelos, evidenciando un mejor rendimiento en el grupo que trabajó con el laboratorio virtual, como se puede observar en la Tabla 17.

En la encuesta posttest para los estudiantes del paralelo B se incluyeron preguntas relacionadas al uso de “Biomodel” con el aprendizaje de los ácidos nucleicos relacionado.

Figura 14

Uso de herramientas virtuales y curiosidad por aprender.



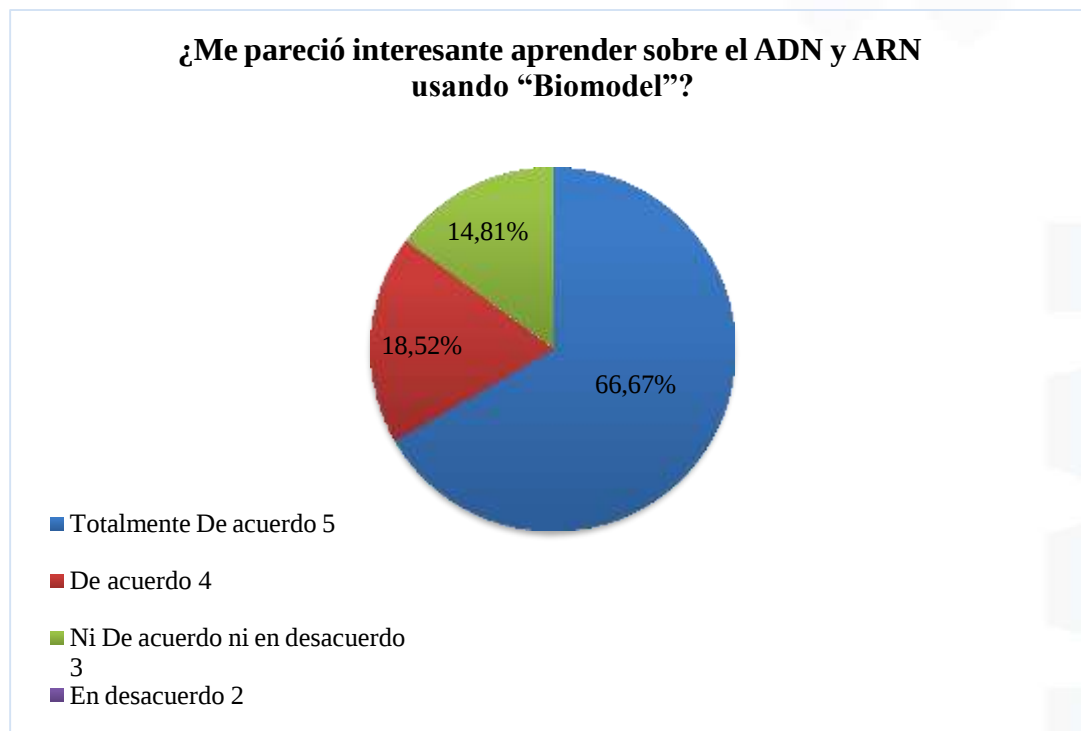
Análisis e interpretación

Como se puede observar en la figura 14, el uso del laboratorio virtual “Biomodel” despertó significativamente la curiosidad de los estudiantes por aprender el tema relacionado a los ácidos nucleicos. El 85,19% del grupo experimental manifestó estar totalmente de acuerdo con esta afirmación, mientras que el 14,81% indicó estar de acuerdo. Estos

resultados reflejan una alta aceptación y motivación con lo que se refiere al uso de recursos digitales interactivos, lo que nos permite afirmar que la información de estrategias tecnológicas en el proceso de enseñanza favorece la aceptación, el interés y la participación activa de los estudiantes durante las clases.

Figura 15

Interés por aprender ácidos nucleicos con “Biomodel”.

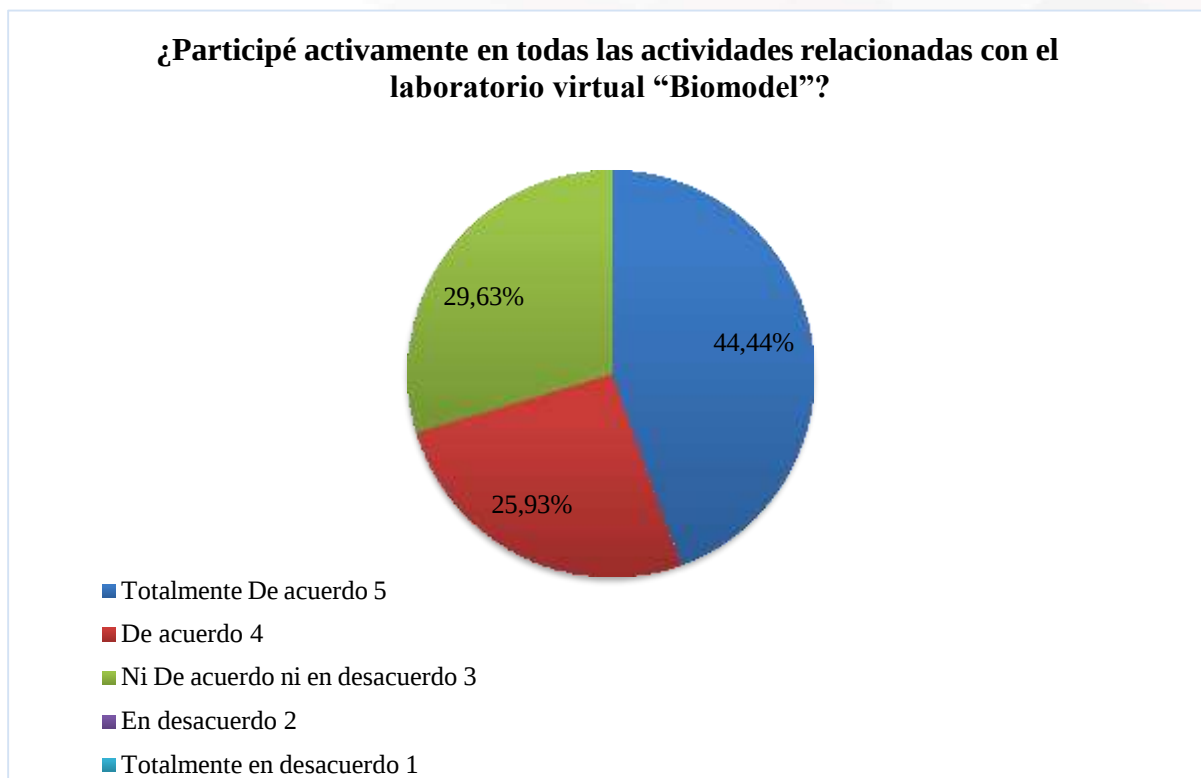


Análisis e interpretación

Como se observa en la figura 15, el 66,67% de los estudiantes manifestaron estar totalmente de acuerdo en que aprender sobre el ADN y el ARN mediante el uso del laboratorio virtual “Biomodel” resultó interesante, mientras que el 18,52% indicó estar de acuerdo y el 14,81% se mantuvo neutral. Estos resultados reflejan una actitud positiva y un alto nivel de interés hacia el aprendizaje interactivo de los ácidos nucleicos. Biomodel permitió a los estudiantes visualizar, manipular e interactuar con las estructuras moleculares, favoreciendo la comprensión y motivación para el aprendizaje de contenidos biológicos complejos.

Figura 16

Participación de actividades con “Biomodel”.



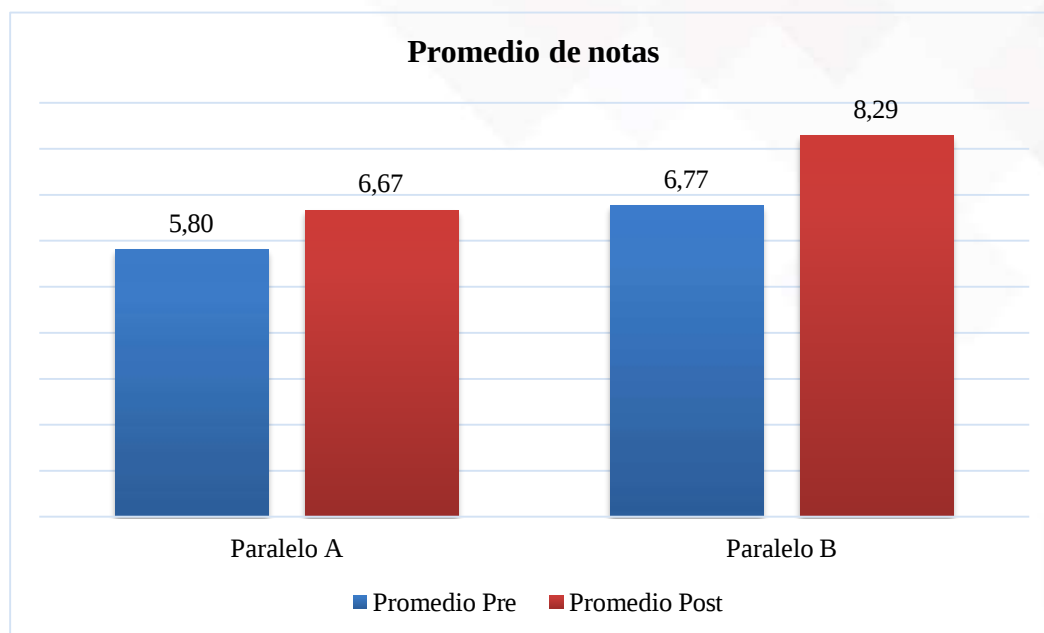
Análisis e interpretación

Como podemos observar en la figura 16, el 44,44% de los estudiantes manifestó estar totalmente de acuerdo en haber participado activamente en las actividades relacionadas con el laboratorio virtual “Biomodel”, mientras que el 25,93% indicó estar de acuerdo y el 29,63% se mostró neutral.

Estos resultados reflejan que la mayoría de los estudiantes participaron con interés en las actividades propuestas, mostrando disposición hacia el uso de herramientas digitales para el aprendizaje de los ácidos nucleicos. No obstante, el porcentaje de respuestas neutrales podría asociarse a factores como inasistencia, distracciones o menor familiaridad con el uso del entorno virtual, lo que evidencia la necesidad de fortalecer el acompañamiento docente durante la implementación de estrategias tecnológicas.

Figura 17

Promedio de notas.



Análisis e interpretación

Como se observa en la figura 17, los promedios de calificaciones de los estudiantes evidencian una diferencia significativa entre los dos grupos. En el paralelo B, los estudiantes que trabajaron con el laboratorio virtual “Biomodel” alcanzaron un promedio de 8,39/10, a diferencia de su promedio previo a la implementación de la estrategia que era de 6,77/10, reflejando un incremento de 1,62. Estos resultados demuestran que el uso de entornos virtuales contribuye a una mejor comprensión de contenidos relacionados a los ácidos nucleicos, fomentando el interés en los estudiantes.

Por otro lado, el paralelo A, con una metodología tradicional, presentó un promedio inicial de 5,80/10 y posteriormente 6,67/10. Aunque se observa una ligera mejora, el progreso fue menos significativo a diferencia del grupo experimental. Estos resultados permiten inferir que la implementación del laboratorio virtual “Biomodel” tuvo un impacto positivo en el desempeño académico y la motivación del aprendizaje.

Tabla 18*Correlación de Spearman para las tres variables.*

		Uso "Biomodel"	Comprensión de contenidos	Motivación
Rho de Spearman	Uso "Biomodel"	Coeficiente de correlación	1	,894**
		Sig. (bilateral)	.	<,001
		N	27	27
	Comprensión de contenidos	Coeficiente de correlación	,894**	1
		Sig. (bilateral)	<,001	.
		N	27	27
	Motivación	Coeficiente de correlación	,969**	,907**
		Sig. (bilateral)	<,001	.
		N	27	27

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Análisis e interpretación

En la Tabla 18 podemos observar el coeficiente de correlación de Spearman evidenciando una relación positiva y significativa entre las variables de estudio. La variable Uso del laboratorio "Biomodel" mantiene una correlación muy fuerte con la comprensión de ácidos nucleicos con valores de $\rho = 0.894$, $p < 0.001$ y con la motivación del aprendizaje con valores de $\rho = 0.969$, $p < 0.001$. De igual manera, la comprensión de contenidos y la motivación presentan una correlación muy fuerte con valores de $\rho = 0.907$, $p < 0.001$.

Estos resultados demuestran que los estudiantes cuando tienen acceso al laboratorio virtual mejora su nivel de comprensión y motivación para comprender temas complejos como los ácidos nucleicos, siendo "Biomodel" un recurso pedagógico eficaz para la enseñanza de la biología en estudiantes de bachillerato. Esto nos permite confirmar la hipótesis general donde la implementación del laboratorio virtual "Biomodel" influye positivamente en la comprensión, motivación y rendimiento académico sobre los ácidos nucleicos en los estudiantes de primero de bachillerato.

Análisis inferencial

Preguntas	Rango Promedio (A)	Rango Promedio (B)	Estadístico U	Estadístico Z	Sig. (p-valor)	Decisión sobre H0 ($\alpha=0.05$)
Relación ADN-Info Genética	37.64	19.36	136.00	-5.835	< 0.001	Rechazar
Explicar ARN-Síntesis Proteínas	36.32	20.68	172.50	-5.203	< 0.001	Rechazar
Función ADN-Herencia Genética	37.07	19.93	152.00	-5.556	< 0.001	Rechazar
Distinción Estructuras ADN/ARN	36.64	20.36	163.00	-5.378	< 0.001	Rechazar
Reconocimiento Bases y Comp.	37.45	19.55	141.00	-5.750	< 0.001	Rechazar
Relación Modelos 3D-Clase	36.86	20.14	158.00	-5.467	< 0.001	Rechazar
Resolver Ejercicios ADN/ARN	36.95	20.05	155.00	-5.500	< 0.001	Rechazar

Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk (Ver Anexo 14) obteniendo un valor de $p < 0,05$ en ambos grupos, por lo que se rechaza normalidad y se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar posttest. Obteniendo el siguiente resultado: $U = 153,93$; $Z = -5,52$; $p = 0,000$ → en el cual se puede verificar que existen diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental. Tamaño del efecto ($r = Z/\sqrt{N}$) = $0,69$ → efecto grande. Bajo el mismo análisis, “el grupo control también mejoró su puntuación (+1,34 puntos) debido al efecto de prueba y a la motivación por participar en una investigación, pero la ganancia del grupo experimental fue 104 % superior, lo que confirma el valor agregado de Biomodel.”

4.2. Discusiones

Los resultados obtenidos en la presente propuesta demuestran que la implementación de laboratorios virtuales contribuye como una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje en los estudiantes de primero de bachillerato relacionado con los ácidos nucleicos. Se pudo

evidenciar que el uso de la herramienta digital “Biomodel” fortaleció la comprensión de los contenidos e incrementó la motivación, el interés y la participación durante las clases. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Vargas et al., (2024) y Zambrano & Chancay, (2024), quienes sostienen que el aprendizaje apoyado en el uso de herramientas tecnológicas promueve, apoya las necesidades de los estudiantes y potencia el nivel educativo.

Los resultados coinciden con Martínez et al., (2023), quienes reportaron ganancias de 2,8 puntos con PhET y con Gómez y Sánchez (2022) que obtuvieron $r = 0,58$ con modelos virtuales. El presente estudio supera ligeramente dichos valores ($r = 0,62$), posiblemente por el uso de Biomodel que permite mayor interacción que PhET en temas de ácidos nucleicos. La guía de observación reveló que el 93 % de los estudiantes del grupo experimental manifestó mayor interés y el 87 % indicó que “ahora entiendo por qué el ADN es doble hélice”. Estos hallazgos respaldan la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel., (2002) al conectar conocimientos previos con visualización 3D.

De la misma manera, se identificó que el 79,6% de los estudiantes cuentan con acceso a internet, pero con limitaciones en la conexión. Igualmente, el 87% de estudiantes resaltaron que el uso del laboratorio de cómputo es ocasional o poco frecuente, reflejando la brecha existente entre la disponibilidad tecnológica y la educación secundaria. Arce et al., (2024) mencionan que la falta de capacitación docente en el uso de herramientas digitales y el uso de las TIC en la planificación educativa evidencia la necesidad de fortalecer la formación continua, para poder incorporar estrategias innovadoras y recursos tecnológicos en los salones de clases.

El análisis del pre test permitió confirmar que ambos grupos presentaron niveles de conocimiento iniciales similares, aunque el paralelo A siendo el grupo control tuvo valores ligeramente superiores. Hernández et al., (2014), mencionan que en un diseño cuasi experimental es necesario comprobar la homogeneidad de los grupos, previo a la

intervención, con la finalidad de observar cambios a las estrategias aplicadas.

Después de la intervención con “Biomodel”, los resultados evidenciaron una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo experimental (paralelo B), obtuvo un promedio de 8,29/10 superando al grupo control que obtuvo un promedio de 6,67/10. Esto se puede atribuir a la visualización tridimensional y la interacción del laboratorio virtual, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos relacionados con ADN y ARN, promoviendo un aprendizaje significativo como lo mencionó Ausubel et al., (1983) Es así como los estudiantes establecen relaciones entre la información nueva con los conocimientos ya establecidos, lo que fortalece la capacidad de interpretar y aplicar los contenidos relacionados a la biología.

La percepción de los estudiantes con el uso de “Biomodel”, fue reflejada positivamente en las encuestas posttest, donde se evidenció la motivación y el interés por los temas impartidos. Estos resultados concuerdan con los de Cando & Aguilar, (2025); Ortiz, (2022), quienes evidenciaron que los laboratorios virtuales promueven un aprendizaje activo y fomentan la curiosidad científica de los estudiantes, en áreas percibidas como difíciles como es la biología y la química.

Estos hallazgos permiten concluir que la implementación del laboratorio virtual “Biomodel” no solo mejoró el rendimiento académico, sino que fortaleció la motivación y el compromiso de los estudiantes, aportando al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados a la educación de calidad, promoviendo entornos de aprendizaje inclusivos, innovadores y accesibles.

Podemos decir que el grupo experimental que trabajó con “Biomodel” mostró un incremento muy notorio en el posttest en comparación con el grupo control, evidenciando que las simulaciones tridimensionales favorecieron la visualización de estructuras complejas, facilitando la comprensión conceptual de los procesos biológicos.

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El propósito de la investigación fue implementar una estrategia didáctica con el uso de laboratorio virtual “Biomodel” para fortalecer el aprendizaje de los ácidos nucleicos en los estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia”, con la finalidad de establecer estrategias para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de temas complejos dentro del área de ciencias naturales.

El diagnóstico inicial obtenido mediante el pretest evidencio un bajo nivel de comprensión en ambos grupos (medias 5,80/10 control, 6,77/10 experimental), confirmando necesidad de estrategias innovadoras para la enseñanza de contenidos moleculares. Tras la planificación y aplicación de cinco sesiones con “Biomodel”, que integraron actividades de manipulación e interacción 3D (Anexo 4), el grupo experimental alcanzó un rendimiento superior en el postest (8,29/10) en comparación con el grupo control (6,67/10).

Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=0,000$, U Mann-Whitney), observando una mejora de +1,62 puntos frente a los +0,87 del grupo control. Evidenciando la efectividad de la intervención y el impacto positivo del uso de laboratorios virtuales en la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el uso de las herramientas digitales contribuye significativamente en el aprendizaje, mejorando el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes frente a la enseñanza tradicional. Lo que se refiere al desarrollo y aplicación de actividades interactivas en el laboratorio virtual “Biomodel”, permitió que los estudiantes visualicen de forma tridimensional las estructuras del ADN y ARN, favoreciendo la comprensión de los procesos biológicos, confirmando que el uso de entornos digitales permite abordar temas complejos de biología molecular en el área de las ciencias naturales.

De igual manera, se determinó que la implementación de “Biomodel” en los estudiantes del paralelo B (grupo experimental), presentó calificaciones superiores al grupo control (paralelo A), con una diferencia de 1,6 puntos en su promedio, demostrando la efectividad del uso de herramientas digitales frente a metodologías tradicionales con clases expositivas.

De esta forma el impacto del laboratorio virtual en la comprensión de los contenidos se vio reflejada en los cuestionarios aplicados, donde los estudiantes del grupo experimental mostraron mayor destreza para identificar las estructuras y funciones de los ácidos nucleicos, mostrando un aprendizaje más significativo.

Además, en las encuestas referentes a la motivación demostró que los estudiantes del paralelo B se sintieron más interesados, activos y participativos durante las clases. La interacción con los modelos tridimensionales en tiempo real despertó su curiosidad y su espíritu científico para el aprendizaje.

En conclusión, el uso del laboratorio virtual “Biomodel” demostró ser una herramienta eficaz para potenciar el aprendizaje, la motivación y la comprensión de contenidos relacionados con el área de las ciencias naturales en estudiantes de bachillerato. La implementación de estos recursos es un punto de partida para transformar la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria enfocándose en herramientas interactivas y significativas para los estudiantes.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda fortalecer la infraestructura de la institución educativa, en lo que se refiere a conectividad la misma que debe ser estable y de calidad. Esto permitirá que los estudiantes puedan interactuar de manera continua con los recursos digitales, garantizando una efectividad en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Establecer la implementación de laboratorios virtuales a otras asignaturas, con la

destreza adquirida en la enseñanza de los ácidos nucleicos en la asignatura de biología, se sugiere incorporar este tipo de estrategias en las diferentes áreas de conocimiento. El uso de laboratorios virtuales fomenta la motivación, el interés y la participación activa de los estudiantes, transformando las clases en experiencias interactivas y significativas.

La herramienta digital “Biomodel” es eficaz para la comprensión de los ácidos nucleicos ADN y ARN; por lo que se recomienda la integración dentro del plan curricular, con capacitaciones constantes a los docentes, alineándonos al ODS 4 donde se impulsa el proceso científico y tecnológico.

Aplicar el uso de “Biomodel” en las diferentes áreas de conocimiento, explorando y aprovechando los recursos que ofrece esta herramienta digital en los temas relacionados con biología y química. Esta herramienta digital, por su diseño tridimensional facilita la comprensión de las estructuras moleculares complejas, contribuyendo al desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Ofrecer capacitaciones continuas a los docentes sobre el uso de herramientas tecnológicas, esta estrategia es fundamental para que los docentes mantengan una formación y actualización del manejo de las diferentes plataformas educativas, permitiéndoles integrar estos recursos en el currículo potenciando la calidad educativa.

La Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia” debería considerar la implementación de un plan referente a la innovación educativa con el uso de laboratorios virtuales, dotar la institución con espacios tecnológicos generando espacios de trabajo entre docentes. Esta estrategia podría contribuir a mejorar la enseñanza práctica en entornos con limitaciones de recursos físicos, fortaleciendo la innovación tecnológica en la institución.

Se sugiere continuar con estudios relacionados que analicen el impacto del uso de laboratorios virtuales en las diferentes áreas de la educación. Además, se podría comparar las diferentes plataformas digitales con “Biomodel”, y poder evaluar la efectividad en el

aprendizaje, motivación y desarrollo de competencias.

Referencias bibliográficas

- Ahluwalia, V. K. (2024). *Biomolecules*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003494553>
- Anagnostopoulou, P., Lorentzou, G., & Drigas, A. (2021). ICTs in inclusive education for learning disabilities. *Research, Society and Development*, 10(9), e43410918230. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18230>
- Angulo, A., Galindo, A., Avendaño, R., & Pérez, C. (2012). *Biología Celular*. UAS-DGEP.
- AprendeVa. (2025). *Marco legal educativo*.
- Arce, F., Avilés, H., Valdez, M., & Corral, J. (2024). Centro de cómputo en un aula de educación primaria. *Mendive*, 22(4), 1815–7696. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3854>
- Arias, B. (2024). *Estrategias Didácticas Para La Enseñanza De Los Ácidos Nucleicos En Biología Molecular*. Universidad de Valladolid.
- Arroba, M. F., & Acurio, S. A. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 73–93. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.456>
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Barrera, H., Barragán, T., & Ortega, G. (2015). *La Realidad Educativa Ecuatoriana desde una Perspectiva Docente*.
- Beltrán, L., Campos, A., Díaz, G., Fajardo, G., Gutiérrez, P., Lozano, A., Roza, D., Torres, G., & Valencia, D. (2010). *Biología conceptos y fundamentos básicos* (segunda). Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano.

- Bermeo, M., Peralta, I., Remache, W., & Mayorga, E. (2018). Índice De Repitencia Y Sus Causas En La Facultad De Ciencias Químicas De La Universidad Central Del Ecuador. *Revencyt*. www.grupocieg.org
- Biomodel. (n.d.). *Páginas de complemento al estudio de bioquímica y biología molecular*. Biomodel.
- Butticaz, R. J., & Martí, Á. S. P. (2022). On Living Beings: Biological And Philosophical Aspects. *Pensamiento*, 78(298), 373–394. <https://doi.org/10.14422/pen.v78.i298.y2022.005>
- Cando, M., & Aguilar, F. (2025). Los laboratorios virtuales (LV) como recurso didáctico para el fortalecimiento del aprendizaje virtual de las reacciones químicas inorgánicas en los estudiantes de primero de bachillerato del Colegio Sayausi de Cuenca-Ecuador. *Visión Antataura*, 8(2). <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura>
- Carbajal Azcona, Á. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/1>
- Carrillo, R. (2021). Importancia de herramientas virtuales en el aprendizaje en tiempos de COVID-19 Colegio “Beatriz Cueva de Ayora-Loja.” *Universidad Nacional de Loja*. <https://orcid.org/0000-0003-4083-1493>
- Carrión, R., Real, A., Muñoz, G., & Carrión, D. (2023). Causas y consecuencias de la deserción escolar en el contexto ecuatoriano. *Polo Del Conocimiento*, 85(11), 927–945. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i11.6246>
- Casas, J., Repulpo, R., & Donado, J. (2002). *La encuesta como técnica de investigación*. (pp. 527–537). Aten Primaria.
- Castro, I. G., Vázquez, M., & Zavala, A. (2021). La desmotivación y su relación con factores académicos y psicosociales de estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*. <https://doi.org/10.19083/10.19083/ridu.2021.1392>

- Chimonce, J. G. (2024). *Dificultades asociadas al aprendizaje de la genética mendeliana y molecular: una revisión sistemática*. Universidad Santiago de Cali.
- Concha, J., Quispe, M. E., & Quispe, M. (2023). Importancia del uso de las herramientas digitales en la inclusión educativa. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 7(29), 1374–1386. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.598>
- Constitución del Ecuador. (2021). Constitución De La República Del Ecuador. In *Registro Oficial* (Vol. 449, Issue 20). www.lexis.com.ec
- Crespo, A. (2025). *Ecuador: 72 mil estudiantes dejaron las aulas en el último año*. <https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/72-mil-estudiantes-dejaron-aulas-ecuador-GC10038680>
- Cuevas, F. A., & Moreno, M. Á. (2022). Validación de un instrumento para evaluar metodología de enseñanza de la lengua en docentes de educación secundaria. *UNACIENCIA*, 14(27), 35–49. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v14i27.635>
- De la Cruz, M. P., Quevedo-Álava, J. R., Bravo-Acosta, A. E., & Loo-Álvarez, M. P. (2025). Análisis de la brecha digital y su influencia en el acceso a la información educativa. *Innova Science Journal*, 3(2), 52–64. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n2/53>
- De León-García, L. R., De León-Revilla, G. R., García-Oberto, O. J., & Polanco, E. M. (2025). Factores desmotivantes en estudiantes de bachillerato. *CIENCIAMATRIA*, 11(20), 46–59. <https://doi.org/10.35381/cm.v11i20.1531>
- Dewey, J., & Compton, F. (2018). Estructura molecular de los ácidos nucleicos. Una estructura para el Ácido Desoxirribonucleico. In *Revista Cubana de Salud Pública* (Vol. 44, Issue 3). <http://scielo.sld.cu>
- Dhara, A. K., & Nayak, A. K. (2022). Biological macromolecules: sources, properties, and functions. In *Biological Macromolecules* (pp. 3–22). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85759-8.00005-1>

- Díaz, D. M., Upegui, T., Arboleda, A., & Vásquez, A. (2020). *LOS LÍPIDOS Y SUS GENERALIDADES*.
- Espinoza, A. A., Cueva Pacheco, R. S., Chinchay Ávila, C. de J., Vásquez Morales, P. F., & López García, A. M. (2025). Brecha digital y equidad: análisis de acceso y uso de recursos tecnológicos en zonas rurales pospandemia. *Arandu UTIC*, 12(3), 1–22. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1209>
- Espinoza, P. (2024). Las plataformas digitales en la educación post pandemia. *Polo Del Conocimiento*, 9. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/rt/printerFriendly/7280/html2/15>
- Faicán, F., & Manzano, R. (2024). Investigación abierta en la práctica de laboratorio y el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato. *Cátedra*, 7(1), 97–111. <https://doi.org/10.29166/catedra.v7i1.4474>
- González, M., & Baratas, A. (2016). *Investigación Y Didáctica para las aulas del siglo XXI Experiencias docentes y estrategias de innovación educativa para la enseñanza de la Biología y la Geología*. Santillana.
- Gutiérrez, D. (2019). *Biomoléculas*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). Mc Graw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Herrera, E., Ramos, M., Roca, P., & Viana, M. (2014). *Bioquímica Básica* (Elsevier, Ed.; Elsevier). Elsevier.
- Juárez, M. A., & Honores, J. M. (2025). Las herramientas digitales en educación: una revisión narrativa. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 9(36), 620–636. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i36.941>

- Howala, S., Verma, D., & Banik, S. (2008). Carbohydrates. *ResearchGate*.
- LaPelusa, A., & Kaushik, R. (2022). *Fisiología, Proteínas*. StatPearls Publishing.
- Llorente, P. (2016). *Efecto de las prácticas experimentales en el aprendizaje y motivación de los alumnos para la asignatura de química de primero de Bachillerato*. Unir.
- Luna, D. (2022). *Habilidades sociales y rendimiento académico de los estudiantes del quinto grado de secundaria del Colegio Marino Adrián Meza Rosales, Huánuco - 2021* [Universidad de Huanuco].
<https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/3986/Luna%20Flores%2c%20Deysi%20Yoilith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Machado, J. (2025). *Más de 450.000 niños y adolescentes de Ecuador están fuera del sistema educativo*.
- Macías, A., Janeth, A., Hurtado, R., Dolores, A., Cedeño, M., Franklin, H., Vite, A., María, S., Scott, M., Patricio, Á., Vallejo, A., María, V., Macías, J., Jhonny, A., Santana, W., María, S., Espinoza, J., Sonia, M., Saltos, P. U., ... Intriago Sánchez, J. (2018). *INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA BIOQUÍMICA*. Ciencias y Letras.
- Martínez, M., Esteban Tortajada, M. B., & Oraison, M. (2023). Educación, esferas de participación y ciudadanía. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 75(2), 11–25.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2023.100507>
- Martínez Molina, O. A. (2018). Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación Básica. *Revista Scientific*, 3(10), 154–174.
<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.10.8.154-174>
- McKee, Trudy. (2014). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.s.
- Mejía, G. (2023). Manual de prácticas de laboratorio virtual para la mejora del aprendizaje experimental de la Biología. *CoGnosis*. <https://doi.org/10.33936/cognosis>

- Mena, M., & Navarro, J. (2013). Capítulo 3: Ácidos nucleicos. In A. Salazar, A. Sandoval, & J. Armendáriz (Eds.), *Biología Molecular. Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud*. McGraw Hill.
- Méndez, E., & Arteaga, Y. (2016). Una mirada a las estrategias didácticas para la enseñanza de la genética. In *Omnia Año* (Vol. 22, Issue 1).
- Méndez Gutiérrez, L. D. C., Peña Duarte, P. L., & Bennasar García, M. I. (2023). Desmotivación estudiantil en educación media general y vocación por cursar estudios universitarios en áreas científicas. *Revista Scientific*, 8(27), 247–269. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2023.8.27.13.247-269>
- Mendoza, E., Rivas, J., Freire, J., Ugsha, M., & López, J. (2024). La motivación y su importancia en el aprendizaje significativo. *INVECOM*, 5. <https://ve.scielo.org/pdf/ric/v5n3/2739-0063-ric-5-03-e050328.pdf>
- Ministerio de Educación. (2017). *Guía de sugerencias para actividades experimentales*. www.educacion.gob.ec
- Ministerio de Educación de El Salvador. (2014). *Manual De Prácticas De Laboratorio De Ciencia, Salud Y Medio Ambiente Para Tercer Ciclo De Educación Básica*. <https://www.mined.gob.sv/CD%20GECTI/librosCiencias/cc11.pdf>
- Moccia, M., Pascucci, B., Saviano, M., Cerasa, M. T., Terzidis, M. A., Chatgililoglu, C., & Masi, A. (2024). Advances in Nucleic Acid Research: Exploring the Potential of Oligonucleotides for Therapeutic Applications and Biological Studies. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 25, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms25010146>
- Mora, C., & Vélez, D. (2023). Biología: Aspectos histórico filosóficos. *Ciencia y Sociedad*.
- ONU. (2023a). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- ONU. (2023b). *The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish*.

- Ortiz, K. (2022). *Laboratorios Virtuales Para El Aprendizaje De La Química En Estudiantes De Grado Décimo (10°) De La Institución Educativa Cristóbal Colón De Montería* [Universidad de Córdoba].
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2089883-7bd1-4697-be93-820b4abd4f09/content>
- Panesi, S., Bocconi, S., & Ferlino, L. (2020). Promoting Students' Well-Being and Inclusion in Schools Through Digital Technologies: Perceptions of Students, Teachers, and School Leaders in Italy Expressed Through SELFIE Piloting Activities. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01563>
- Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, E., Mauro, F., Calle, A., & Esther, M. (2011). *Biología* (I). Espacio Gráfico.
- Ponce, J. A., Intriago, N. E., Álvarez, N. C., Santana, G. L., & Muñoz, A. G. (2025). El impacto de la falta de recursos tecnológicos en el aprendizaje dentro de los niveles de educación del Ecuador: Un análisis de sus beneficios y desafíos. *Reincisol.*, 4(7), 1868–1890. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v4\(7\)1868-1890](https://doi.org/10.59282/reincisol.v4(7)1868-1890)
- Prabutzki, P., Schiller, J., & Engel, K. M. (2025). MALDI-TOF MS Detection of Oxidized Major Phospholipids in Biological Samples Using Conventional Matrices and 1-Pyrenebutyric Hydrazide. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*. <https://doi.org/10.1021/jasms.5c00196>
- Reyes, G., Correa, E. I., Pauchi, L. M., Orrala, C. V., & Aquino, G. I. (2025). Uso de laboratorios virtuales como recurso didáctico para potenciar la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales. *Reincisol.*, 4(7), 3264–3281. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v4\(7\)3264-3281](https://doi.org/10.59282/reincisol.v4(7)3264-3281)
- Reyes, G. S., Correa, E. I., Pauchi Alvarado, L. M., Orrala Bacilio, C. V., & Aquino Suarez, G. I. (2025). Uso de laboratorios virtuales como recurso didáctico para potenciar la

- enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales. *Reincisol.*, 4(7), 3264–3281.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.v4\(7\)3264-3281](https://doi.org/10.59282/reincisol.v4(7)3264-3281)
- Reynoso, M. M., Taber, Y. O., Guizado, F., & Cornejo, M. G. (2025). Cultura digital en el ámbito educativo pos-pandemia. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 9(38), 2049–2062. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i38.1035>
- Romo, G., Rubio, C., Gómez, V., & Nivel, M. (2023). Herramientas digitales en el proceso enseñanza-aprendizaje mediante revisión bibliográfica. *Ciencias de La Educación*, 85, 313–344. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i10.6127>
- Rubio, M., & Ayuso, E. (2023). ¿Epigenética en enseñanza secundaria? Elaboración y puesta en práctica de una propuesta de enseñanza-aprendizaje sobre epigenética con estudiantes de 4° de ESO. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 22, 430. https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen22/REEC_22_3_3_ex1998_798.pdf
- Secretaria Nacional de Planificación. (2024). *Plan de desarrollo para el nuevo Ecuador*.
- Shailja, & Singh, P. (2024). Estructura y función de los carbohidratos. *Diario de Investigación Multidisciplinaria y Reseñas*, 3.
- Starr, C., Evers, C., & Starr, L. (2011). *Biología. Conceptos y Aplicaciones* (8th ed.). Cengage Learning. www.CengageBrain.com
- Subramanian, C. ., & Hazare, Nandan. (2022). *A textbook of protein and proteomics*. Dominant Publishers & Distributors.
- Tamayo, J. J. (2025). Los rezagos de la educación tradicional en los momentos actuales en el Ecuador: Una educación carcelaria dentro de las instituciones educativas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 131–145.
<https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/165>
- Thompson, T. (2025). Lípido- Bioquímica. *Enciclopedia Británica*.

- Torres, A., & Torres, F. (2025). *Realidad aumentada como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de ácidos nucleicos en estudiantes de segundo de bachillerato en la unidad educativa Juan Bautista Vásquez*. Universidad Nacional de Educación.
- Torres, F. (2017). *Laboratorios Virtuales Como Estrategia Para La Enseñanza De La Química*.
- Vargas, M. P., Guerrero, Y. J., Medina, E. M., & Salinas, M. I. (2024). La Implementación de la Tecnología para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Revista Docentes 2.0*, 17(2), 286–295. <https://doi.org/10.37843/rtded.v17i2.565>
- Yadav, N. N., Yadav, S., & Pareek, A. (2021). Structure and Function of Biological Biomolecules: Carbohydrates, Amino Acids, Proteins, Nucleic Acids, Lipids and Biomembranes. In *Biochemistry: Fundamentals and Bioenergetics* (pp. 118–213). Bentham Science Publishers. <https://doi.org/10.2174/9781681088471121010008>
- Zambrano, I. E., & Chancay, L. (2024). Impacto de las tecnologías digitales en el aprendizaje y la enseñanza en entornos educativos. *Qualitas Revista Científica*, 28(28), 54–68. <https://doi.org/10.55867/qual28.04>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta pre test dirigida a estudiantes de primero de bachillerato.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN BACHILLERATO CON MENCIÓN EN
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Encuesta Dirigida a los Estudiantes de primero de Bachillerato en el año 2025 -2026

Estimado/a estudiante:

La presente encuesta tiene como finalidad recopilar información sobre el **nivel de conocimiento que posee acerca de los ácidos nucleicos (ADN y ARN)**, así como tu **percepción sobre el uso de laboratorios virtuales en el aprendizaje de las ciencias naturales**.

Tus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos en el marco de una tesis de Pedagogía de las Ciencias Naturales de la Universidad Estatal de Milagro. La información será tratada de manera confidencial y anónima.

Te pedimos que respondas con sinceridad, ya que tu participación es fundamental para mejorar las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Tema: Implementación del laboratorio virtual "Biomodel" como estrategia para la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de bachillerato.

Objetivo: Evaluar la efectividad del laboratorio virtual "Biomodel" como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) en estudiantes de 1.º de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional "Gran Colombia", durante el año lectivo 2025-2026.

Datos Informativos:

Curso: _____ **Paralelo:** _____

Instrucciones: Lea los siguientes enunciados cuidadosamente, seleccione su respuesta con una X en el casillero respectivo, de acuerdo con la siguiente escala de valoración:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
TA	DA	DA/ED	ED	TED

Muy frecuentemente	Frecuentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
MF	F	O	R	N

Relacionadas al uso de laboratorios virtuales

ITEMS	TA	DA	DA/ED	ED	TED
¿Me siento capaz de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN?					
¿Relaciono las estructuras moleculares con los procesos biológicos?					

¿Identifico las partes que componen la molécula de ADN (azúcar, fosfato y base nitrogenada)?					
--	--	--	--	--	--

ITEMS	MF	F	O	R	N
¿Reviso los contenidos de los ácidos nucleicos previo a la clase con el laboratorio "Biomodel"?					
¿Comparo las funciones del ADN y ARN con ejemplos del laboratorio Biomodel para entenderlas mejor?					
¿El uso de herramientas digitales como Biomodel despierta mi curiosidad por aprender biología?					
¿Cuenta con dispositivos móviles o equipos de computación en la institución?					
¿Cuenta con acceso a internet en las computadoras o dispositivos móviles de la institución?					
¿Cuántas veces a la semana va al laboratorio de cómputo?					
¿Cuántas veces a la semana tiene acceso al laboratorio?					

¡Gracias por tu colaboración!

Anexo 2. Encuesta post test dirigida a estudiantes de primero de bachillerato.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN BACHILLERATO CON MENCIÓN EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Encuesta Dirigida a los Estudiantes de primero de Bachillerato en el año 2025 -2026

Estimado/a estudiante:

La presente encuesta tiene como finalidad recopilar información sobre el **nivel de conocimiento que posees acerca de los ácidos nucleicos (ADN y ARN)**, así como tu **percepción sobre el uso de laboratorios virtuales en el aprendizaje de las ciencias naturales**.

Tus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos en el marco de una tesis de Pedagogía de las Ciencias Naturales de la Universidad Estatal de Milagro. La información será tratada de manera confidencial y anónima.

Te pedimos que respondas con sinceridad, ya que tu participación es fundamental para mejorar las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Tema: Implementación del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia para la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de bachillerato.

Objetivo: Evaluar la efectividad del laboratorio virtual “Biomodel” como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) en estudiantes de 1.º de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional “Gran Colombia”, durante el año lectivo 2025–2026.

Datos Informativos:

Curso: _____ **Paralelo:** _____

Instrucciones: Lea los siguientes enunciados cuidadosamente, seleccione su respuesta con una X en el casillero respectivo, de acuerdo con la siguiente escala de valoración:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
TA	DA	DA/ED	ED	TED

ITEMS	TA	DA	DA/ED	ED	TED
¿El uso del laboratorio virtual Biomodel despertó mi curiosidad por los ácidos nucleicos?					
¿Me pareció interesante aprender sobre el ADN y ARN usando Biomodel?					
¿Participé activamente en todas las actividades relacionadas con el laboratorio virtual Biomodel?					
¿Me sentí motivado/a estudiar más porque sabía que mi participación influiría en mi calificación?					
¿Mi participación en clase me ayudó a comprender mejor los conceptos del ADN y ARN?					

¿Relaciono el ADN con la transmisión de información genética?					
¿Puedo explicar cómo interviene el ARN en la síntesis de proteínas?					
¿Entiendo la función del ADN en la herencia genética?					
¿Distingo claramente entre las estructuras del ADN y ARN en esquemas o modelos?					
¿Reconozco las bases nitrogenadas (adenina, timina, etc.) y su complementariedad?					
¿Relaciono lo que observo en los modelos 3D con lo aprendido en clase?					
¿Me siento capaz de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN?					
¿Relaciono las estructuras moleculares con los procesos biológicos?					
¿Identifico las partes que componen la molécula de ADN (azúcar, fosfato y base nitrogenada)?					

Gracias por tu colaboración

Anexo 3. Guía de observación

Sesión	Indicadores			Forma de Registro
	Participación	Interés / Motivación	Comprensión Cualitativa	
1. Introducción a Biomodel y modelado de nucleótidos	- Manipula el modelo 3D sin necesidad de recordatorios. - Completa la construcción de nucleótidos. - Interactúa con su pareja de manera colaborativa.	- Muestra curiosidad al explorar las herramientas (zoom, rotación). - Expresa preguntas espontáneas sobre el modelo. - Mantiene atención durante toda la actividad.	- Identifica correctamente azúcar, fosfato y base en el modelo. - Explica verbalmente qué representa cada parte. - Relaciona el modelo con lo explicado por la docente.	Lista de cotejo + notas breves de observación por estudiante.
2. Construcción de ADN (doble hélice)	- Participa activamente en la construcción de la cadena complementaria. - Sigue instrucciones en el Biomodel sin dificultad. - Colabora en actividades guiadas.	- Muestra entusiasmo al manipular la doble hélice. - Comenta con su pareja sobre las bases nitrogenadas. - Demuestra disposición para corregir errores.	- Reconoce pares de bases correctamente. - Explica por qué A se une con T y C con G. - Describe la forma helicoidal con sus palabras.	Lista de cotejo + notas sobre errores/facilidades observadas.
3. Construcción de ARN y diferencias con ADN	- Participa en la comparación ADN vs ARN. - Completa fragmento de ARN en el simulador. - Señala componentes correctamente.	- Se interesa en las diferencias observadas entre modelos. - Pregunta sobre uracilo o la cadena sencilla. - Muestra mayor atención que en clases convencionales.	- Identifica ribosa y uracilo. - Explica la diferencia entre doble y cadena sencilla. - Señala al menos dos diferencias estructurales.	Lista de cotejo + ficha comparativa revisada.

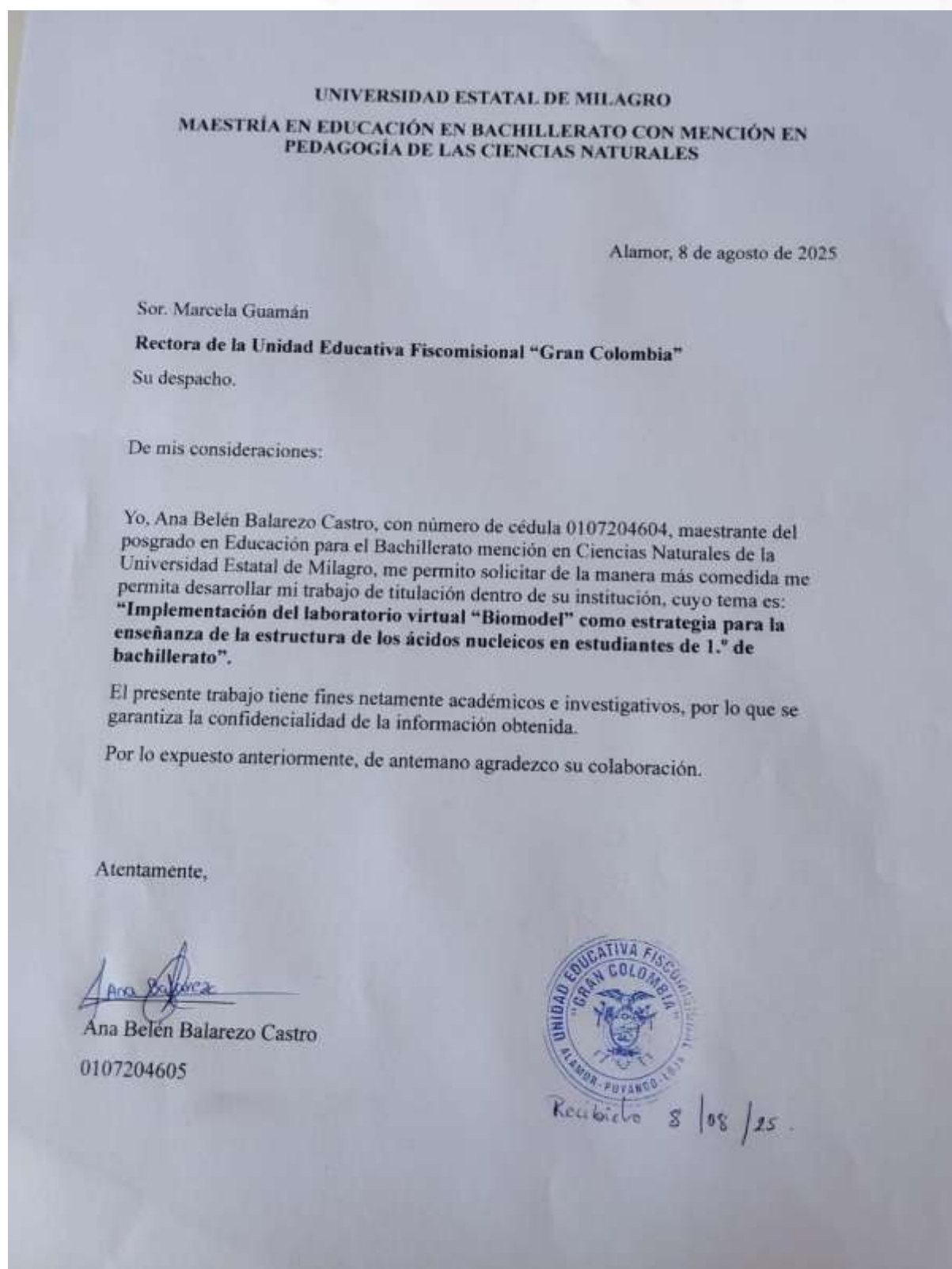
4. Replicación del ADN con Biomodel	- Manipula el modelo durante la replicación. - Sigue paso a paso la simulación. - Completa la cadena hija.	- Muestra interés por la animación del proceso. - Pregunta sobre el funcionamiento de la replicación. - Se involucra más que en clases sin tecnología.	- Explica con sus palabras “apertura de hebras”. - Describe el proceso formativo de dos cadenas hijas. - Identifica errores conceptuales y corrige.	Lista de cotejo + nota reflexiva por estudiante.
5. Transcripción y traducción (síntesis de proteínas)	- Manipula correctamente el modelo de transcripción. - Ensambla aminoácidos en la simulación. - Completa actividades guiadas en parejas.	- Se muestra motivado al ver cómo se forma una proteína. - Comenta la actividad con entusiasmo. - Mantiene la atención sin distracciones.	- Explica la formación del ARNm. - Identifica los codones y anticodones. - Relaciona la simulación con lo aprendido previamente.	Lista de cotejo + ficha de autoevaluación final.

Anexo 4. Plan detallado de la intervención pedagógica.

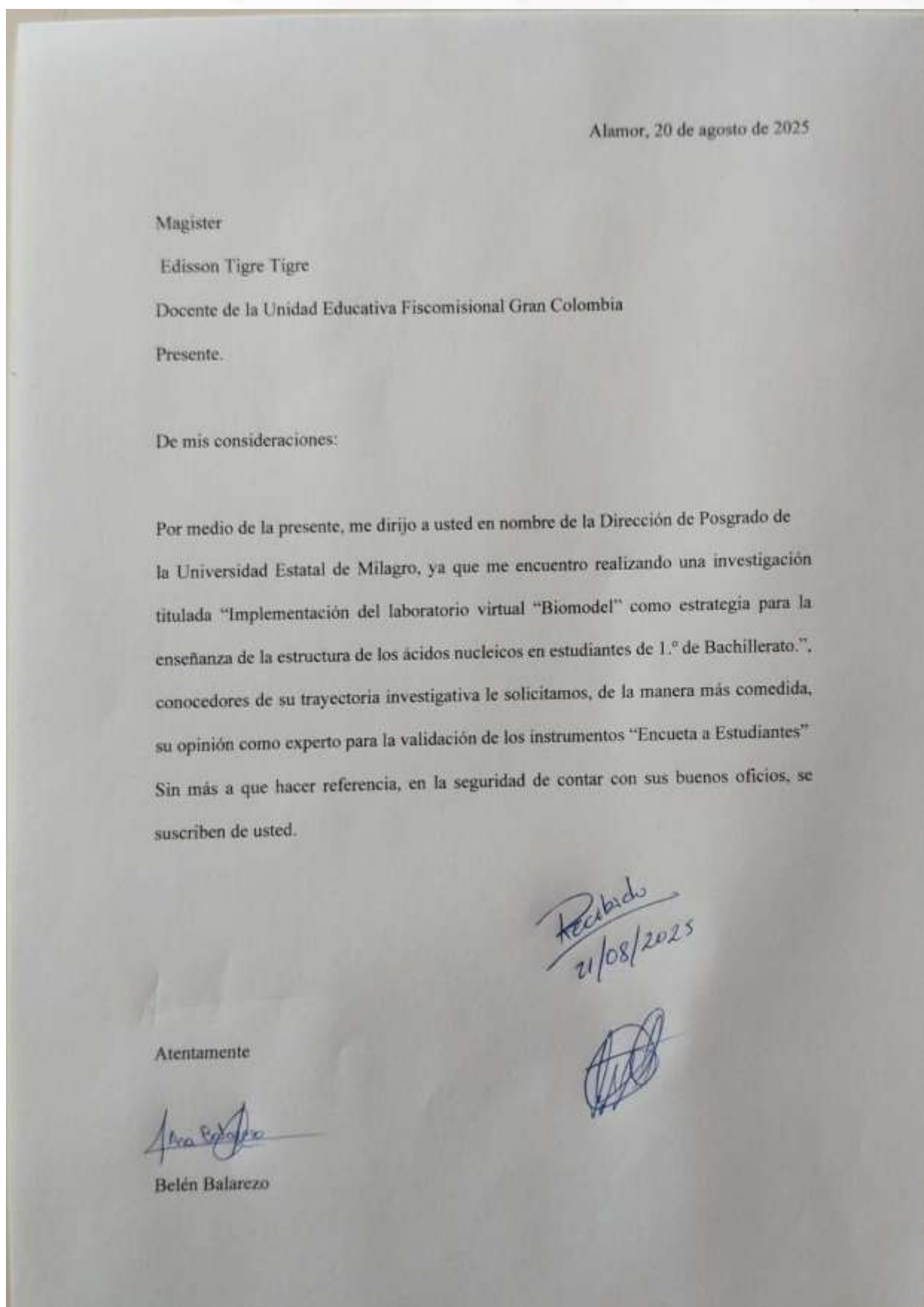
Sesión	Objetivo específico de la sesión	Contenidos	Actividades del grupo experimental (con Biomodel)	Actividades del grupo control (clase tradicional)	Evidencias / Instrumentos
1. Introducción a Biomodel y modelado de nucleótidos	Reconocer la estructura básica de un nucleótido e interactuar por primera vez con el laboratorio virtual Biomodel.	Nucleótidos Componentes: azúcar, fosfato, base nitrogenada Navegación en Biomodel	Breve inducción sobre Biomodel. Visualización del nucleótido. Manipulación: rotación, zoom, despiece. Construcción virtual de 3 nucleótidos (A, T, C). Preguntas interactivas del software.	Clase Expositiva. Partes del nucleótido con láminas 2D. Actividad escrita: señalar partes del nucleótido.	Laminas. Actividad en clase.
2. Construcción de ADN (doble hélice)	Identificar la estructura general del ADN y sus pares de bases, utilizando modelos 3D.	Doble hélice Complementariedad de bases (A-T, C-G)	Carga del modelo 3D del ADN en Biomodel. Manipulación: corte transversal, giro helicoidal. Construcción de una cadena complementaria. Actividad guiada: emparejar bases correctamente. Preguntas interactivas del software. Ficha de autoevaluación sobre pares de bases.	Clase expositiva. Actividad: completar pares de bases en esquema 2D. Preguntas de repaso oral.	Registro de desempeño en la actividad.
3. Construcción de ARN y diferencias estructurales	Distinguir las diferencias estructurales entre ADN y ARN mediante modelos tridimensionales.	ARN Azúcar ribosa Uracilo Cadena sencilla	Exploración del modelo 3D del ARN. Comparación ADN vs ARN mediante función “comparar estructuras”. Construcción de un fragmento de ARN. Actividad: identificar uracilo y ribosa. Preguntas interactivas del software. Ficha comparativa ADN/ARN.	Exposición docente. Cuadro comparativo escrito ADN/ARN. Reconocimiento de partes en imágenes 2D.	Ficha comparativa. Lista de verificación

4. Replicación del ADN con Biomodel	Comprender el proceso de replicación del ADN observando el mecanismo en tiempo real.	Replicación Enzimas involucradas (simplificado). Formación de dos cadenas hijas	Simulación 3D del proceso de replicación. Manipulación del modelo: observar apertura de la cadena, adición de nucleótidos. Actividad guiada: completar la cadena hija en el simulador. Preguntas interactivas del módulo "DNA Replication". Ficha de reflexión: ¿qué ocurre cuando se separan las hebras?	Explicación con diagrama 2D. Actividad escrita: ordenar pasos del proceso de replicación. Preguntas orales.	Ficha de reflexión. Registro de respuesta en actividades.
5. Transcripción y traducción (ARNm, ARNt, ARNr)	Comprender los procesos de síntesis de proteínas mediante modelos 3D interactivos.	Transcripción Traducción ARNm, ARNt, ARNr	Visualización del modelo 3D de transcripción. Recreación del ARNm a partir de un molde de ADN. Simulación 3D de traducción: ribosoma, codones, anticodones. Actividad: ensamblar aminoácidos según la secuencia. Ficha de autoevaluación final.	Clase magistral con láminas del ribosoma. Actividad: completar tabla de codones 2D. Ejercicio de correspondencia codón-aminoácido.	Observación final del desempeño.

Anexo 5. Autorización de U E F Gran Colombia para realizar el estudio.



Anexo 6. Oficio dirigido al experto 1.



Anexo 7. Ficha de validación experto 1.

FICHA DE VALIDACIÓN

1. Identificación del experto

Nombre y Apellido	
Edisson Vladimir Tigre Tigre	
Cédula de Identidad	
0104107792	
Último título de 4to nivel obtenido:	
Master Universitario en Didáctica de las Matemáticas en educación secundaria	
Maestría o Doctorado	Nro de registro SENECYT
Maestría	1241176331
Lugar en donde labora	
Unidad Educativa Fiocomisional "Gran Colombia"	
Ocupación	
Docente	
Contacto	
Teléfonos / Celular	Correo Electrónico
0939327543	eddy_vla33@yahoo.es

II. Juicio del experto encuesta a estudiantes

1.- En líneas generales, considera usted que los indicadores de las variables están inmersos en su contexto teórico de forma:

☒ Suficiente

☐ Medianamente Suficiente

☐ Insuficiente

Observaciones:

Demuestra coherencia entre los ítems e indicadores teóricos para las variables propuestas

2.- Considera usted, que las preguntas de la encuesta miden los indicadores de las variables de manera:

☒ Suficiente

☐ Medianamente Suficiente

☐ Insuficiente

Observaciones:

Los ítems formulado cubren de manera completa los indicadores de las variables

3.- Considera usted, que el instrumento diseñado mide las variables de forma

☒ Suficiente

☐ Medianamente Suficiente

☐ Insuficiente

Observaciones:

Captar información clara ya que están alineados de manera coherente

4.- Considera usted que el instrumento está redactado de forma:

☒ Adecuada

☐ Inadecuada

Observaciones:

La claridad y uso apropiado del lenguaje facilitará la comprensión

5.- Considera el instrumento válido:

☒ Sí

☐ No



Firma del experto

Anexo 8. Oficio dirigido al experto 2.

Alamor, 20 de agosto de 2025

Master

Vicente Cabrera Jaramillo

Docente de la Unidad Educativa Fiscomisional Gran Colombia

Presente.

De mis consideraciones:

Por medio de la presente, me dirijo a usted en nombre de la Dirección de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, ya que me encuentro realizando una investigación titulada "Implementación del laboratorio virtual "Biomodel" como estrategia para la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato.", conocedores de su trayectoria investigativa le solicitamos, de la manera más comedida, su opinión como experto para la validación de los instrumentos "Encuesta a Estudiantes" Sin más a que hacer referencia, en la seguridad de contar con sus buenos oficios, se suscribe de usted.

Atentamente



Belén Balarezo



Anexo 9. Ficha de validación del experto 2.

FICHA DE VALIDACIÓN

I. Identificación del experto

Nombre y Apellido	
Vicente Hediberto Cabrera Jaramilla	
Cédula de Identidad	
1103253322	
Último título de 4to nivel obtenido:	
Maestría en Educación Básica	
Maestría o Doctorado	Nro de registro SENECYT
Maestría	1024-2024-2895362
Lugar en donde labora	
Unidad Educativa Financiamiento "Gran Colombia"	
Ocupación	
Docente	
Contacto	
Teléfonos / Celular	Correo Electrónico
0961301331	Vcabrerajaramilla@gmail.com

II. Juicio del experto encuesta a estudiantes

1.- En líneas generales, considera usted que los indicadores de las variables están inmersos en su contexto teórico de forma:

- ☒ Suficiente
☐ Medianamente Suficiente
☐ Insuficiente

Observaciones:

Considero que los ítems e indicadores mantienen relación según las variables propuestas

2.- Considera usted, que las preguntas de la encuesta miden los indicadores de las variables de manera:

- ☒ Suficiente
☐ Medianamente Suficiente
☐ Insuficiente

Observaciones:

los formularios contienen información clara y cubren el objetivo de las variables

3.- Considera usted, que el instrumento diseñado mide las variables de forma

- ☒ Suficiente
☐ Medianamente Suficiente
☐ Insuficiente

Observaciones:

Cumple con los objetivos planteados.

4.- Considera usted que el instrumento está redactado de forma:

- ☒ Adecuada
☐ Inadecuada

Observaciones:

Si, ya que son claros y apropiados para la comprensión de los estudiantes

5.- Considera el instrumento válido:

- ☒ Si
☐ No



Firma del experto

Anexo 10. Oficio dirigido al experto 3.

Alamor, 20 de agosto de 2025

Magister

Dolores Tigre Pañi

Docente de la Unidad Educativa "Chiquintad"

Presente.

De mis consideraciones:

Por medio de la presente, me dirijo a usted en nombre de la Dirección de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, ya que me encuentro realizando una investigación titulada "Implementación del laboratorio virtual "Biomodel" como estrategia para la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos en estudiantes de 1.º de Bachillerato.", conocedores de su trayectoria investigativa le solicitamos, de la manera más comedida, su opinión como experto para la validación de los instrumentos "Encuesta a Estudiantes". Sin más a que hacer referencia, en la seguridad de contar con sus buenos oficios, se suscriben de usted.

Atentamente



Belén Balarezo

Anexo 11. Ficha de validación del experto 3.

FICHA DE VALIDACIÓN

I. Identificación del experto

Nombre y Apellido	
Dolores Diagonalina Tigre Pañi	
Cédula de Identidad	
0102207719	
Último título de 4to nivel obtenido:	
Master Universitario en Métodos de Enseñanza Personalizada	
Maestría o Doctorado	Nro de registro SENECYT
Maestría	7241182397
Lugar en donde labora	
Unidad Educativa "Chiquintad"	
Ocupación	
Docente.	
Contacto	
Teléfonos / Celular	Correo Electrónico
0989477484	lolita67_19@yahoo.es

I. Juicio del experto encuesta a estudiantes

1.- En líneas generales, considera usted que los indicadores de las variables están inmersos en su contexto teórico de forma:

(X) Suficiente

() Medianamente Suficiente

() Insuficiente

Observaciones:

2.- Considera usted, que las preguntas de la encuesta miden los indicadores de las variables de manera:

(X) Suficiente

() Medianamente Suficiente

() Insuficiente

Observaciones:

3.- Considera usted, que el instrumento diseñado mide las variables de forma (X) Suficiente

() Medianamente Suficiente

() Insuficiente

Observaciones:

4.- Considera usted que el instrumento está redactado de forma:

(X) Adecuada

() Inadecuada

Observaciones:

5.- Considera el instrumento válido:

(X) Sí

() No

Firmado electrónicamente por:
DOLORES DIAQUELINA
Validar únicamente con FIRMAD



Firma del experto

Anexo 12. Tablas de respuestas del pre test

Pregunta 1: ¿Me siento capaz de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN ?

Respuesta	Paralelo A (n =27)	%	Paralelo B (n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	8	29,6%	7	25,9%
De acuerdo 4	14	51,9%	12	44,4%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	4	14,8%	7	25,9%
En desacuerdo 2	1	3,7%	1	3,7%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 2: ¿Relaciono las estructuras moleculares con los procesos biológicos?

Respuesta	Paralelo A (n =27)	%	Paralelo B (n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	7	25,9%	3	11,1%
De acuerdo 4	11	40,7%	10	37,0%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	9	33,3%	14	51,9%
En desacuerdo 2	0	0,0%	0	0,0%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 3: ¿Identifico las partes que componen la molécula de ADN (azúcar, fosfato y base nitrogenada)?

Respuesta	Paralelo A (n =27)	%	Paralelo B (n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	6	22,2%	9	33,3%
De acuerdo 4	10	37,0%	7	25,9%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	11	40,7%	11	40,7%
En desacuerdo 2	0	0,0%	0	0,0%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 4: ¿Reviso los contenidos de los ácidos nucleicos previo a la clase?

Respuesta	Paralelo A (n =27)	%	Paralelo B (n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	1	3,7%	1	3,7%
Frecuentemente 4	8	29,6%	7	25,9%
Ocasionalmente 3	16	59,3%	14	51,9%
Raramente 2	2	7,4%	5	18,5%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 5: ¿Comparo las funciones del ADN y ARN para entenderlas mejor?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	7	25,9%	5	18,5%
Frecuentemente 4	11	40,7%	7	25,9%
Ocasionalmente 3	9	33,3%	11	40,7%
Raramente 2	0	0,0%	4	14,8%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 6: ¿El uso de herramientas digitales despierta mi curiosidad por aprender biología?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	18	66,7%	10	37,0%
Frecuentemente 4	5	18,5%	7	25,9%
Ocasionalmente 3	4	14,8%	10	37,0%
Raramente 2	0	0,0%	0	0,0%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 7: ¿Cuenta con dispositivos móviles o equipos de computación en la institución?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	5	18,5%	4	14,8%
Frecuentemente 4	17	63,0%	14	51,9%
Ocasionalmente 3	5	18,5%	9	33,3%
Raramente 2	0	0,0%	0	0,0%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 8: ¿Cuenta con acceso a internet en las computadoras o dispositivos móviles de la institución?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	8	29,6%	7	25,9%
Frecuentemente 4	14	51,9%	14	51,9%
Ocasionalmente 3	4	14,8%	5	18,5%
Raramente 2	1	3,7%	1	3,7%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Pregunta 9: ¿Cuántas veces a la semana va al laboratorio de cómputo?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	0	0,0%	0	0,0%
Frecuentemente 4	3	11,1%	3	11,1%

Ocasionalmente 3	16	59,3%	17	63,0%
Raramente 2	8	29,6%	6	22,2%
Nunca 1	0	0,0%	1	3,7%
Total	27		27	

Pregunta 10. ¿Cuántas veces a la semana tiene acceso al laboratorio?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Muy Frecuentemente 5	0	0,0%	1	3,7%
Frecuentemente 4	3	11,1%	2	7,4%
Ocasionalmente 3	18	66,7%	14	51,9%
Raramente 2	6	22,2%	10	37,0%
Nunca 1	0	0,0%	0	0,0%
Total	27		27	

Anexo 13. Tablas de respuestas del post test

Pregunta 1. ¿Mi participación en clase me ayudó a comprender mejor los conceptos del ADN y ARN?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	10	37,04%	15	55,56%
De acuerdo 4	8	29,63%	9	33,33%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	9	33,33%	3	11,11%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 2. ¿Me sentí motivado/a estudiar más porque sabía que mi participación influiría en mi calificación?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	12	44,44%	18	66,67%
De acuerdo 4	7	25,93%	7	25,93%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	8	29,63%	2	7,41%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 3: ¿Relaciono el ADN con la transmisión de información genética?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	11	40,74%	15	55,56%
De acuerdo 4	10	37,04%	6	22,22%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	6	22,22%	6	22,22%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 4: ¿Puedo explicar cómo interviene el ARN en la síntesis de proteínas?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	10	37,04%	19	70,37%
De acuerdo 4	9	33,33%	5	18,52%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	8	29,63%	3	11,11%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 5: ¿Entiendo la función del ADN en la herencia genética?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	11	40,74%	20	74,07%

De acuerdo 4	8	29,63%	4	14,81%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	6	22,22%	3	11,11%
En desacuerdo 2	2	7,41%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 6: ¿Distingo claramente entre las estructuras del ADN y ARN en esquemas o modelos?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	15	55,56%	22	81,48%
De acuerdo 4	7	25,93%	3	11,11%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	5	18,52%	2	7,41%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 7: ¿Reconozco las bases nitrogenadas (adenina, timina, etc.) y su complementariedad?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	12	44,44%	23	85,19%
De acuerdo 4	7	25,93%	4	14,81%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	8	29,63%	0	0,00%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 8: ¿Relaciono lo que observo en los modelos 3D con lo aprendido en clase?

Respuesta	Paralelo A (n =27)		Paralelo B (n =27)	
		%		%
Totalmente De acuerdo 5	10	37,04%	19	70,37%
De acuerdo 4	9	33,33%	7	25,93%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	8	29,63%	1	3,70%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 9: ¿Me siento capaz de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	12	44,44%	18	66,67%
De acuerdo 4	9	33,33%	9	33,33%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	6	22,22%	0	0,00%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 10: ¿Relaciono las estructuras moleculares con los procesos biológicos?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	17	62,96%	21	77,78%
De acuerdo 4	5	18,52%	5	18,52%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	5	18,52%	1	3,70%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Pregunta 11: ¿Identifico las partes que componen la molécula de ADN (azúcar, fosfato y base nitrogenada)?

Respuesta	Paralelo A		Paralelo B	
	(n =27)	%	(n =27)	%
Totalmente De acuerdo 5	12	44,44%	18	66,67%
De acuerdo 4	13	48,15%	9	33,33%
Ni De acuerdo ni en desacuerdo 3	2	7,41%	0	0,00%
En desacuerdo 2	0	0,00%	0	0,00%
Totalmente en desacuerdo 1	0	0,00%	0	0,00%
Total	27		27	

Anexo 14. *Tabla de normalidad de la encuesta.*

Preguntas	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
¿Relaciono el ADN con la transmisión de información genética?	Paralelo A	0,257	27	0,000	0,794	27	< 0,001
	Paralelo B	0,344	27	0,000	0,723	27	< 0,001
¿Puedo explicar cómo interviene el ARN en la síntesis de proteínas?	Paralelo A	0,238	27	0,000	0,795	27	< 0,001
	Paralelo B	0,425	27	0,000	0,622	27	< 0,001
¿Entiendo la función del ADN en la herencia genética?	Paralelo A	0,264	27	0,000	0,814	27	< 0,001
	Paralelo B	0,446	27	0,000	0,583	27	< 0,001
¿Distingo claramente entre las estructuras del ADN y ARN en esquemas o modelos?	Paralelo A	0,342	27	0,000	0,730	27	< 0,001
	Paralelo B	0,483	27	0,000	0,494	27	< 0,001
¿Reconozco las bases nitrogenadas (adenina, timina, etc.) y su complementariedad?	Paralelo A	0,282	27	0,000	0,766	27	< 0,001
	Paralelo B	0,511	27	0,000	0,427	27	< 0,001
¿Relaciono lo que observo en los modelos 3D con lo aprendido en clase?	Paralelo A	0,238	27	0,000	0,795	27	< 0,001
	Paralelo B	0,430	27	0,000	0,622	27	< 0,001
¿Me siento capaz de resolver ejercicios relacionados con el ADN y ARN?	Paralelo A	0,279	27	0,000	0,781	27	< 0,001
	Paralelo B	0,423	27	0,000	0,597	27	< 0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se puede observar en la tabla, se realizó pruebas estadísticas de normalidad con Shapiro- Wilk y Kolmogorov- Smirnov, para las preguntas relacionadas al conocimiento de los contenidos relacionados a los ácidos nucleicos del grupo control (paralelo A), y grupo experimental (paralelo B), observando que no existe normalidad con los datos con una significancia < 0,001.

Anexo 15. Evidencia fotográfica de la encuesta aplicada al paralelo A.



Anexo 16. Evidencia fotográfica de la aplicación de la propuesta.



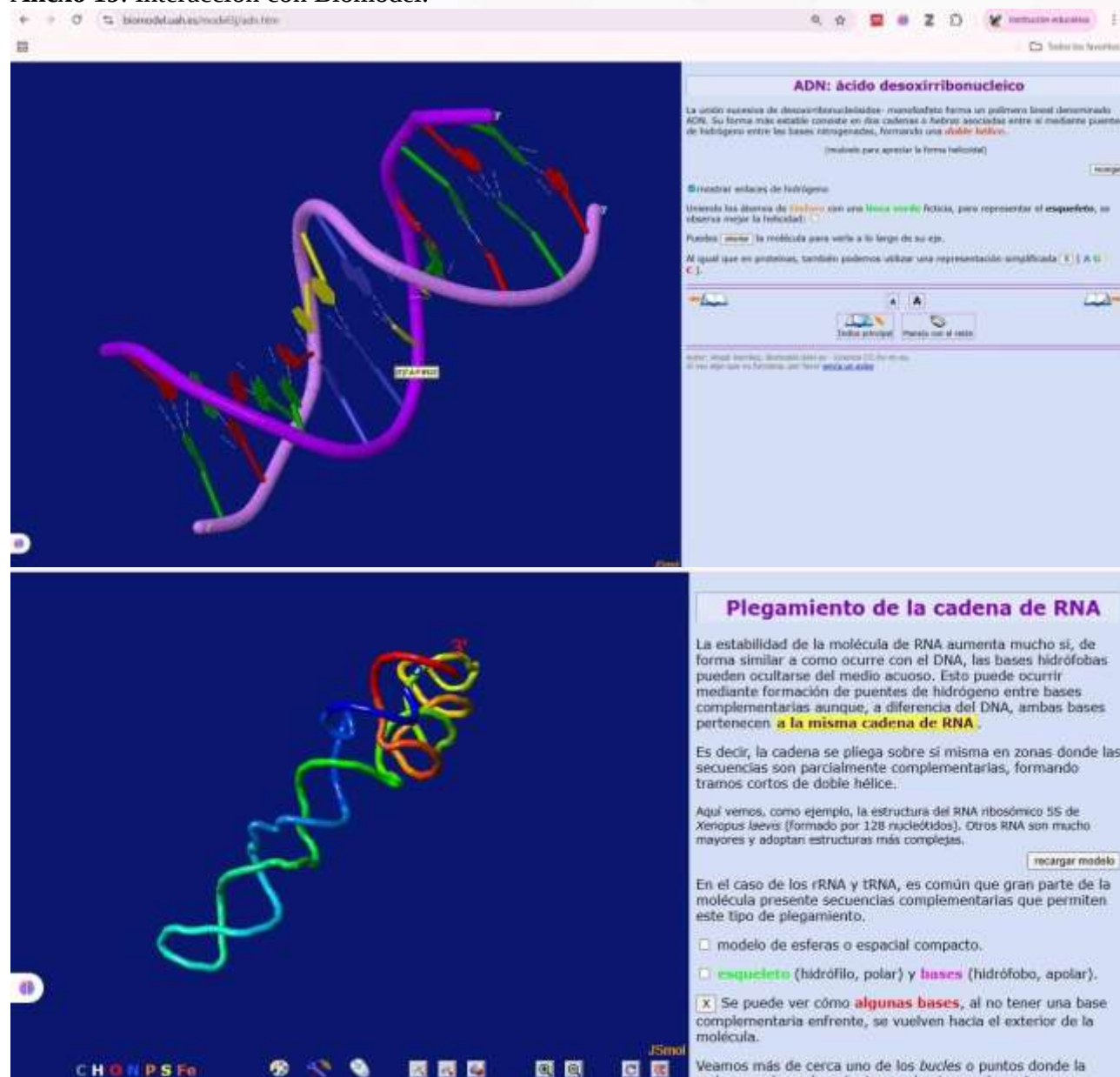
Anexo 17. Sala de cómputo de la U. E. F Gran Colombia.



Anexo 18. Laboratorio de la U. E. F Gran Colombia.



Anexo 19. Interacción con Biomodel.



The screenshot displays the Biomodel website interface, which is divided into two main sections: DNA and RNA. The top section, titled "ADN: ácido desoxirribonucleico", features a 3D model of a DNA double helix on the left. The model is rendered with a pink backbone and green and red base pairs. A label "CYTOSINE" is visible on one of the bases. To the right of the model is a text box explaining the structure of DNA, mentioning its double helix form and the role of hydrogen bonds. Below the text are interactive buttons for "recargar" and "mostrar enlaces de hidrógeno". The bottom section, titled "Plegamiento de la cadena de RNA", shows a 3D model of an RNA molecule on the left. The model is a single chain with various loops and turns, colored in green, blue, and red. To the right is a text box explaining the folding of RNA, mentioning its single-stranded nature and the role of hydrogen bonds. Below the text are interactive buttons for "recargar modelo" and "modelo de esferas o espacial compacto". The website's footer includes the chemical formula "CHONPSFe" and the logo "JSmol".

ADN: ácido desoxirribonucleico

La unión sucesiva de desoxirribonucleótidos- monómeros forma un polímero lineal denominado ADN. Su forma más estable consiste en dos cadenas o hebras asociadas entre sí mediante puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas, formando una **hélice doble**.

(Haz clic para apreciar la forma helicoidal)

Mostrar enlaces de hidrógeno

Une los átomos de **hidrógeno** con una **línea verde** ficticia, para representar el **esqueleto**, se observa mejor la helicidad).

Puedes **rotar** la redonda para verlo a lo largo de su eje.

Al igual que en proteínas, también podemos utilizar una representación simplificada (**E** | **A** | **C**).

Plegamiento de la cadena de RNA

La estabilidad de la molécula de RNA aumenta mucho si, de forma similar a como ocurre con el DNA, las bases hidrófobas pueden ocultarse del medio acuoso. Esto puede ocurrir mediante formación de puentes de hidrógeno entre bases complementarias aunque, a diferencia del DNA, ambas bases pertenecen **a la misma cadena de RNA**.

Es decir, la cadena se pliega sobre sí misma en zonas donde las secuencias son parcialmente complementarias, formando tramos cortos de doble hélice.

Aquí vemos, como ejemplo, la estructura del RNA ribosómico 5S de *Xenopus laevis* (formado por 128 nucleótidos). Otros RNA son mucho mayores y adoptan estructuras más complejas.

recargar modelo

En el caso de los rRNA y tRNA, es común que gran parte de la molécula presente secuencias complementarias que permiten este tipo de plegamiento.

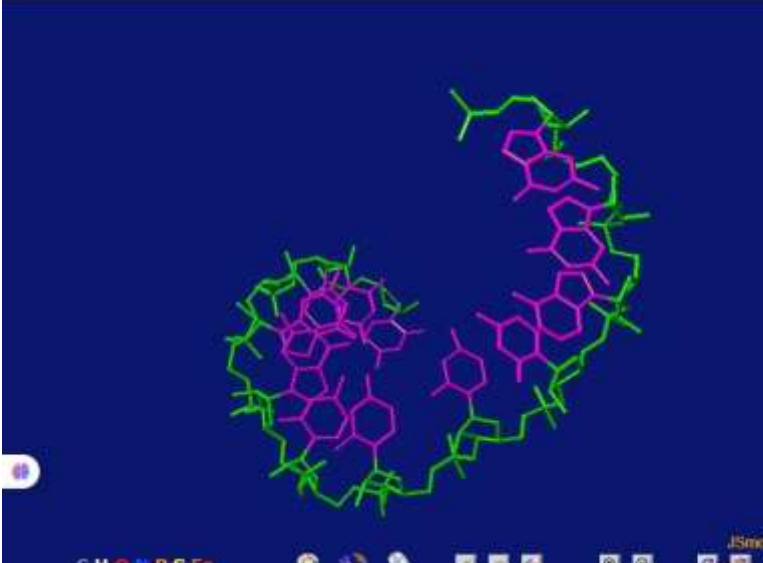
☐ modelo de esferas o espacial compacto.

☐ **esqueleto** (hidrófilo, polar) y **bases** (hidrófobo, apolar).

☒ Se puede ver cómo **algunas bases**, al no tener una base complementaria enfrente, se vuelven hacia el exterior de la molécula.

Veamos más de cerca uno de los bucles o puntos donde la cadena vuelve sobre sí misma al extremarse un tramo de

88
Todos los marcadores



C H O N P S Fe

JSmol

RNA monocatenario

[recargar modelo](#)

Esta es una cadena de RNA de 12 nucleótidos, de hebra sencilla (un dodecarnucleótido).

Este oligonucleótido (que es sintético) adopta en este caso una disposición en hélice, que permite un apilamiento parcial de las bases, aunque no es muy estable y puede adoptar otras conformaciones.

☐ modelo de esferas o espacial compacto.
☒ **esqueleto** (hidrófilo, polar) y **bases** (hidrófobo, apolar).

Ejercicio:

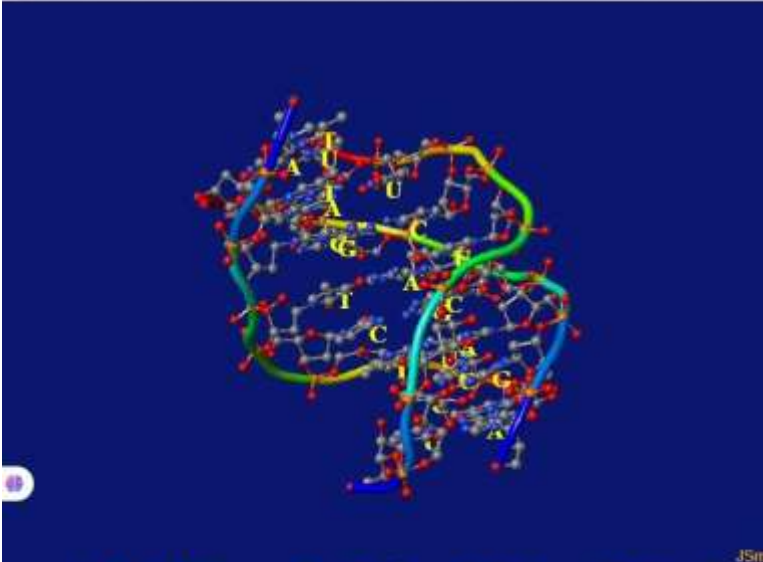
¿En qué zona de la molécula es menor el apilamiento de bases?

☐ Numerar los residuos.

☐ entre los nucleótidos 1 y 2
☐ entre los nucleótidos 5 y 6
☐ entre los nucleótidos 11 y 12
☐ entre A y T

[índice de RNA](#)

88
Todos los marcadores



C H O N P S Fe

JSmol

Hélice triple de DNA

En el surco mayor de la hélice doble de tipo B asoman grupos funcionales de las bases que pueden establecer enlaces de hidrógeno con una tercera base nitrogenada que se aproxime al surco. Esta estructura está favorecida en particular cuando la primera hebra es rica en pirimidinas, la segunda en purinas y la tercera en pirimidinas. Se denomina en ocasiones forma H del DNA.

En este modelo, la 3ª hebra es RNA, pero la estructura sería la misma si fuera DNA.

DNA: 5' - TTT - 3'
 3' - AAA - 5'
 3' - UUU - 5'

Estilo:
 ☐ ocultar
☒ **bolas y varillas**
☐ varillas
☐ esferas de van der Waals
☐ esquemático

☒ **Etiquetar las bases**
☐ Mostrar sólo un trió de bases emparejadas.
☐ Otro trió diferente.

Esta es la estructura de los trios de bases:



UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

