

UNIVERSIDAD DE PANAMA  
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ENFASIS DIDÁCTICA

**EL ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN STEM: IMPLEMENTACION  
DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA COMO METODOLOGÍA  
DIDÁCTICA INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE  
COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN DOCENTES DE PRIMARIA EN  
FORMACIÓN**

PRESENTADO POR:

MARICEL TEJEIRA RODRÍGUEZ

Trabajo de graduación presentado  
como requisito parcial para optar  
el grado de Doctora en Educación  
con énfasis en Didáctica

2020



**INFORME DE EVALUACIÓN  
 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE  
 DOCTORADO EN EDUCACIÓN**

Fecha: 09 de diciembre de 2020

Nombre del Estudiante: **Maricel Tejeira** con cédula **8-226-79**

**TESIS:** "EL ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN STEM: IMPLEMENTACION DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA COMO METODOLOGÍA DIDÁCTICA INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN DOCENTES DE PRIMARIA EN FORMACIÓN".

Comisión Calificadora	Calificación	
	En puntaje	En letras
Dr. Abdiel Aponte – presidente/a	<u>100</u>	<u>A</u>
Dra. Jacinta Rodríguez - Miembro	<u>100</u>	<u>A</u>
Dra. Nilsa Morales – Miembro	<u>100</u>	<u>A</u>

**OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES DE LA COMISION EVALUADORA**

*Se recomienda una coordinación entre las unidades de  
 principios básicos de Ciencias Naturales y de Didáctica, según lo solicitado*

**Firma de los miembros de la Comisión**

A. Aponte Presidente/a  
Jacinta Rodríguez - Miembro 1  
Nilsa Morales Miembro 2  
Rosa Oscurina  
 Directora de Investigación y Postgrado De la Facultad de Ciencias de la Educación  
 Coordinadora del Programa de Doctorado en Educación

Fecha \_\_\_\_\_

**Representante de la Vicerrectoría de  
 Investigación Y Postgrado**

51

16 MAR 2021

Oscurina Autor

## **DEDICATORIA**

*A mis hijos Edilberto y Mixela, y mi ahijada Keyla, de quienes me siento orgullosa de sus logros, llenando mi vida de muchas alegrías, satisfacciones y expectativas.*

*A mi esposo y compañero de vida Manuel, quien en todo momento me ha apoyado en mi superación académica y profesional, dándome ánimos para lograr mis metas.*

*A mis hermanos Marquelda, José y Vielka, por su apoyo y cariño incondicional en todo momento.*

*A la memoria de mis padres Rosa y Práxedes, pilares fundamentales de mi educación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Doctor Abdiel E. Aponte, director del Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas (CIMECNE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología de la Universidad de Panamá, por su asesoramiento y recomendaciones ofrecidas antes, durante y después de realizada esta investigación de tesis doctoral en didáctica de las ciencias naturales. Gracias a su gestión como asesor en el tema de tesis doctoral, recibí el beneficio de una beca completa durante el año 2018 para la Diplomatura virtual en Educación STEM – STEAM, certificado por la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia. Además, su visión como destacado investigador en temas sobre la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales, me motivó a que participara con esta investigación de tesis doctoral en varios congresos nacionales e internacionales, como una innovación educativa universitaria, destacándose el IV Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, realizada en San José de Costa Rica en 2018. Muchas gracias, amigo, colega, y asesor.

A la Dra. Elizabeth de Molina, tutora académica, la Dra. Blanca Camacho, Dra. Nélida Bravo y Dra. Leyla de Sánchez por su apoyo académico-administrativo durante el desarrollo del programa de Doctorado 2015-2019, sus sugerencias y recomendaciones en la investigación doctoral.

A las profesoras Dra. Mercedes Tristán, Dra. Jacinta Rodríguez y Dra. Vielka Ríos por la atención en las asignaturas de orientación en Didáctica del Programa de Doctorado y sus experiencias profesionales y académicas, contribuyendo a nuestra formación profesional e investigación educativa.

A la Mgter. Clara Cruz, directora del Centro de Investigación y Consultoría Estadística (CICE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, por su asesoría, desde el cálculo de la muestra hasta parte del análisis de datos cualitativos y cuantitativos finales de la investigación.

A las autoridades administrativas del Departamento de Zoología, la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología y la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá por gestionar y autorizar la descarga horaria otorgada entre 2015 al 2018 para realizar mis estudios de doctorado en la Universidad de Panamá.

Al personal docente y estudiantes del turno diurno del curso Principios Básicos de las Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá, que participaron durante el segundo semestre académico del año 2017, en el Campus Octavio Méndez Pereira y los Centros Regionales Universitarios (CRU) de San Miguelito, Panamá Oeste, por permitirme realizar la intervención educativa que contribuyera con la enseñanza de las ciencias naturales.

A mis compañeros del programa de Doctorado en Educación 2015-2017, en especial las profesoras compañeras de la orientación en Didáctica, con quienes compartí diversos intercambios académicos, profesionales y de amistad que nutrieron esta investigación doctoral.

A todos ellos y ellas muchas gracias.

## INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xix
INTRODUCCION.....	xxiii
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.....	1
A. Situación actual del problema.....	2
B. Planteamiento del problema.....	3
C. Justificación .....	7
D. Preguntas de investigación.....	10
E. Hipótesis de trabajo .....	11
F. Objetivos de la investigación.....	11
• Objetivos generales.....	11
• Objetivos específicos.....	11
G. Delimitación del tema.....	12
H. Limitaciones.....	12
CAPITULO II. MARCO DE REFERENCIA.....	14
A. Los Modelos didácticos .....	15

1. Definición de modelos didácticos .....	15
2. Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales .....	16
3. La educación STEM como modelo didáctico alternativo .....	20
3.1 Fundamentos teóricos .....	20
3.2 Desarrollo de la educación STEM en el mundo .....	23
3.3 Inicios de la educación STEM en Panamá .....	26
3.4 Estrategias didácticas promovidas por la educación STEM-STEAM ...	28
3.4.1 Aprendizaje basado en indagación .....	29
3.4.2 Aprendizaje basado en proyectos .....	30
3.4.3 Aprendizaje basado en problemas .....	31
3.4.4 Aprendizaje basado en retos .....	31
3.5 Ventajas y retos de la educación STEM-STEAM .....	32
B. El modelo de la clase invertida (MCI) o “ <i>flipped classroom</i> ” como modelo didáctico en la educación STEM .....	34
1. Orígenes y bases pedagógicas del modelo de la clase invertida (MCI) ....	34
1.1 Taxonomía de Bloom y el MCI .....	37
2. Dinámica educativa del MCI .....	38
3. Ventajas y desventajas del MCI .....	40
4. La evaluación de los aprendizajes en el MCI .....	43
C. Modelo Educativo basado en competencias a nivel superior .....	45
1. La educación basada en competencias en la era del conocimiento .....	46
2. Revisión del concepto de competencia .....	47
3. Tipos de competencias .....	48
3.1 Competencias básicas .....	49

3.2 Competencias genéricas o transversales .....	49
3.2.1 Instrumentales .....	49
3.2.2 Sistémicas .....	50
3.2.3 Interpersonales .....	50
3.3 Competencias específicas .....	51
4. Concepto de competencias científicas: Definición y Dimensiones .....	51
4.1 Definición de competencia científica .....	52
4.2 Dimensiones e indicadores de competencia científica .....	54
4.3 Evaluación de las competencias científicas.....	58
<b>CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>60</b>
A. Diseño de investigación .....	61
B. Hipótesis	
1. Nula .....	62
2. Alternativa .....	62
C. Descripción conceptual y operacional de las variables .....	62
D. Población y muestra de estudio.....	63
E. Diseño de instrumentos para la investigación .....	68
1. Instrumento No. 1. Cuestionario para el grado de percepción por los maestros en formación sobre las competencias científicas que promueve la enseñanza de las ciencias naturales .....	68
2. Instrumento No. 2. Pruebas de conocimiento basadas en los temas del Programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas de PISA 2015 .....	69

3. Instrumento No. 3. Cuestionario sobre el nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales través de la clase invertida.....	69
F. Procedimiento.....	70
1. Etapa de capacitación de la investigadora sobre la educación STEM y el MCI .....	70
2. Etapa de prueba piloto para la implementación del MCI .....	74
3. Fases de intervención educativa con el MCI .....	75
3.1 Fase 1. Diagnóstica, capacitación y aplicación de pre-test .....	76
3.2 Fase 2. Implementación de MCI .....	79
3.3 Fase 3. Evaluación de la intervención educativa .....	82
G. Diseño estadístico.....	83
H. Aspectos éticos de la investigación.....	83
<b>CAPITULO IV. PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>85</b>
1. Instrumento No. 1. Cuestionario para el grado de percepción por los maestros en formación sobre las competencias científicas que promueve la enseñanza de las ciencias naturales .....	86
2. Instrumento No. 2. Pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas de PISA 2015 .....	99
3. Instrumento No. 3. Cuestionario para el nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida.....	108
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>114</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>119</b>

1. Programa sintético de la asignatura Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210).
2. Instrumentos para la investigación educativa del modelo de la clase invertida 159
3. Coeficiente de Alfa de Cronbach para el análisis del instrumento no. 2 prueba piloto.
4. Dimensiones de las competencias científicas, según PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017).
5. Entorno virtual Google Drive utilizado para la prueba piloto durante II semestre 2016 del curso Bio 210.
6. Presentación de resultados prueba piloto en congreso científico UNACHI.
7. Plantilla para el planeamiento de la clase invertida según Pasmíño Crussati (2014).
8. Cartas de solicitudes de permiso a las autoridades responsables de actividades académicas-administrativas de las sedes para la investigación
9. Prácticas para sesiones presenciales de los temas seleccionados del programa sintético Bio 210.
10. Cuadro No. 11 y 12 con resultados del Instrumento No 1.
11. Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2.
12. Cuadro No. 15. Valores de satisfacción de los estudiantes participantes sobre el modelo de clase invertida, según sede.

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro No. 1. Síntesis de los modelos didácticos más comunes utilizados en investigaciones sobre didáctica de las ciencias naturales .....	18
Cuadro No. 2. Fortalezas y debilidades del modelo de la clase invertida .....	41
Cuadro No. 3. Dimensiones de las competencias científicas interrelacionadas .....	57
Cuadro No. 4. Técnicas de evaluación recomendadas para los aprendizajes por Competencia .....	59
Cuadro No. 5. Descripción de las variables independiente y dependiente definidas en la investigación .....	65
Cuadro No. 6. Estimación de la muestra de estudiantes seleccionada para la investigación basada en el número de estudiantes matriculados en el segundo semestre académico 2017 .....	67
Cuadro No. 7 Cronograma de visitas por fecha y etapa de trabajo en las sedes seleccionadas universitarias de la Universidad de Panamá.....	76
Cuadro No. 8. Distribución del plan de trabajo para la intervención educativa con MCI durante el segundo semestre 2017 .....	77
Cuadro No. 9. Número de estudiantes que participaron en la intervención educativa del MCI según sede visitada.....	79
Cuadro No. 10. Distribución según sexo y sede visitada de los estudiantes seleccionados que participaron de la investigación del MCI .....	87

Cuadro No. 11. Matriz de datos generales sobre la percepción de los participantes en categorías, según sede universitaria recogidas con el instrumento No. 1...	167
Cuadro No. 12. Frecuencia relativa sobre la percepción de los maestros en formación de las competencias científicas promovidas a través de la enseñanza de las ciencias.....	168
Cuadro No. 13. Comparación de la prueba de Chi cuadrado de la percepción de los estudiantes sobre las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, según sede visitada.....	98
Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2.....	171
Cuadro No. 15. Valores de satisfacción de los estudiantes participantes sobre el modelo de clase invertida, según sede.....	183
Cuadro No. 16. Índices de satisfacción de los estudiantes participantes de la clase invertida, calculado con el estimador de satisfacción estudiantil.....	116

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura No. 1. Perfiles de interés de la educación STEM-STEAM .....	22
Figura No. 2. Componentes básicos para el aprendizaje en la clase invertida .....	36
Figura No. 3. Modificaciones de la taxonomía de Bloom para la clase invertida....	39
Figura No. 4. Momentos importantes durante la clase invertida .....	40
Figura No. 5. Rediseño de la etapa de preparación del aula invertida .....	42
Figura No. 6. Dimensiones de la evaluación educativa para la clase invertida .....	44
Figura No. 7. Dimensiones de las competencias científicas interrelacionadas .....	56
Figura No. 8. Fórmula adaptada para calcular el índice de satisfacción estudiantil por la implementación del MCI .....	70
Figura No. 9. Profesores participantes de la Universidad de Panamá en el proyecto educativo STEM Panamá, 2016.....	72
Figura No. 10. Certificaciones internacionales sobre Flipped Learning y Educación STEM-STEAM otorgados a mi persona por concluir satisfactoriamente las capacitaciones .....	73
Figura No. 11. Ilustración del entorno virtual de la plataforma <i>Schoology</i> para la atención de los participantes durante la intervención educativa del MCI...	80
Figura No. 12. Ilustración del entorno virtual elegido <i>BrainPop</i> para el estudio en casa del método científico .....	81
Figura No. 13. Resultados obtenidos sobre el tipo de colegio de procedencia de los participantes en la investigación, según sede universitaria.....	88
Figura No. 14. Actividad laboral durante los estudios manifestada por los participantes...	89

Figura No. 15. Distribución del tipo de bachillerato presentado por los participantes de la investigación según sede visitada.....	90
Figura No. 16. Manejo de entornos virtuales de aprendizaje y ofimática por los estudiantes seleccionados para el estudio.....	92
Figura No. 17. Percepciones de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias antes de la intervención educativa.....	93
Figura No. 18. Percepciones de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias después de la intervención educativa.....	93
Figura No. 19. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de San Miguelito respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias antes de la intervención educativa.....	95
Figura No. 20. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de San Miguelito respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias después de la intervención educativa....	96
Figura No. 21. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de Panamá Oeste respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, antes de la intervención educativa.....	96
Figura No. 22. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de Panamá Oeste respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, después de la intervención educativa.....	97
Figura No. 23. Aplicación de la pre-prueba de conocimientos sobre competencias científicas, según sede visitada.....	100

Figura No. 24. Trabajo colaborativo en los talleres prácticos, según sede visitada....	101
Figura No. 25. Ejemplo del material didáctico proporcionado para el trabajo presencial a los grupos experimentales.....	102
Figura No. 26. Comparación de los resultados en las pruebas de conocimiento antes y después de la intervención educativa con el MCI, según sede visitada ...	104
Figura No. 27. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira sobre la implementación de la clase invertida .....	109
Figura No. 28. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Centro Regional de San Miguelito sobre la implementación de la clase invertida.....	110
Figura No. 29. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Centro Regional de Panamá Oeste sobre la implementación de la clase invertida.....	110

## RESUMEN

El estudio de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula universitaria, se constituye en un aspecto de preocupación y desafío para los interesados en el análisis del desempeño universitario, de la calidad de sus prácticas y de sus resultados. Es así, como la didáctica universitaria toma un interés creciente en nuestros días, por los diversos retos a que se enfrenta y que orientan a los docentes, interesados en buscar soluciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje, a investigar las alternativas que promuevan un mejor desarrollo de la enseñanza universitaria.

La presente investigación se basó en la implementación del modelo de la clase invertida (MCI) como una estrategia metodológica para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales de segundo año de la Licenciatura de Educación primaria en tres sedes de la Universidad de Panamá, durante el segundo semestre académico 2017. Las variables estudiadas fueron el modelo de clase o aula invertida y las competencias científicas promovidas por la influencia de la metodología en los maestros en formación de la Universidad de Panamá. La primera variable, se refiere a un modelo de enseñanza (un modelo pedagógico), que entrega el contenido de las presentaciones del material de estudio (videos interactivos o tutoriales) a los estudiantes antes de la clase para que estudien en su propio tiempo y utiliza el tiempo de clase para actividades de aplicación práctica donde los estudiantes revisan y aplican lo que han aprendido previamente. La otra variable, las competencias científicas, descritas por el proyecto PISA 2015 son los dominios cognitivos, procedimentales y actitudinales que deben alcanzar los estudiantes para la comprensión de fenómenos naturales y con los seres vivos.

Los datos fueron recogidos a través tres instrumentos diferentes, que evaluaron la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias naturales, la contribución del MCI para el desarrollo de competencias científicas cognitivas y actitudinales propuestas por PISA 2015, a través de una prueba de conocimientos y el nivel de satisfacción que manifestaron los estudiantes ante la implementación del MCI para el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales. Los instrumentos fueron revisados para su coherencia y validez de contenido por el método de juicio de expertos en el Centro Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología y para la fiabilidad de estas, se llevó a cabo una prueba piloto (Supo, 2013) y analizada cada pregunta a través del coeficiente de Alfa de Crombach (0.8).

Se seleccionó una muestra aleatoria simple de 88 estudiantes de segundo año de la Licenciatura en Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación en la Universidad de Panamá, específicamente los estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales del Campus Octavio Méndez Pereira y de los Centros Regionales de San Miguelito y Panamá Oeste, durante el segundo semestre del año 2017. La intervención educativa se planificó con los temas del programa sintético del curso y las competencias científicas propuestas por el programa PISA 2015. Se procedió a atender a los estudiantes de los grupos experimentales con el diseño metodológico descrito para el MCI, durante 8 sesiones presenciales y con material de estudio individual colocado en los entornos virtuales recomendados para la metodología disruptiva (plataforma educativa *Schoology* y WhatsApp) y contrastar los resultados de los hallazgos con el grupo de estudiantes control de cada sede visitada, que fueron atendidos por los profesores encargados del curso con otras

metodologías. Todos los datos fueron analizados con el programa para hoja de cálculo Excel Microsoft 365, para un estudio experimental, descriptivo, transeccional y exploratoria.

Los resultados sobre los datos generales de los estudiantes participantes indicaron que, según género, la muestra estuvo compuesta por 97.7 % del sexo femenino y un 2.3 % masculino. Además, el 90 % de los alumnos procedía de colegios oficiales, comparado con el 9.7 % de estudiantes procedentes de colegios particulares. Se pudo comprobar que el 40 % de estudiantes poseía el tipo de bachillerato en comercio o comercio con algún énfasis para el ingreso a la carrera de Educación Primaria, contrastado con un 34.1 % de bachilleres en ciencias o ciencias con algún énfasis. El 100 % de los estudiantes indicaron desconocer el significado del acrónimo STEM ni su importancia para la enseñanza de las ciencias naturales.

Con relación a la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, al inicio de la intervención, se observó un bajo promedio de percepción favorable hacia el desarrollo de estas competencias, luego de la intervención educativa con el MCI hubo un cambio significativo favorable. Esta evidencia se comprobó con la prueba estadística de Chi-cuadrado con un 95% de confiabilidad.

En los resultados obtenidos para comprobar el desarrollo de competencias científicas cognitivas y actitudinales propuestas por el programa PISA 2015, se aplicó la prueba de conocimiento sobre los temas tratados y se encontró que el valor promedio de las calificaciones en la pre-prueba, obtenidas por los estudiantes del grupo control de Campus, CRUSAM y CRUPO, fue de  $8.6 \pm 3.8$ ,  $8.5 \pm 3.8$  y  $9.1 \pm 2.9$  respectivamente. En este grupo control de las tres sedes visitadas, la calificación más baja obtenida fue de 3 puntos, y la más elevada fue de 15 puntos de 30. Con respecto al grupo experimental de las tres sedes, la calificación media de la pre-prueba fue  $10.4 \pm 3.0$ ,  $10.7 \pm 2.9$  y  $10.7 \pm 2.9$  puntos para

Campus, CRUSAM y CRUPO respectivamente, con 6 puntos para la calificación más baja y 16 puntos la calificación más alta. Para los resultados de la post-prueba, luego de la intervención y aplicado el instrumento No. 2, se encontró que los estudiantes de Campus obtuvieron en valor promedio  $22.9 \pm 4.8$  puntos, los estudiantes de CRUSAM, un valor de  $22.7 \pm 4.9$  puntos y las estudiantes de CRUPO un valor promedio de  $24.1 \pm 3.7$ . La prueba t de Student indicó una diferencia significativa entre los resultados pre y post-prueba de los grupos experimentales y controles de las tres sedes estudiadas, corroborando la efectividad del modelo de enseñanza.

Con relación al nivel de satisfacción de los estudiantes sobre la implementación del MCI para la enseñanza de las ciencias naturales, se utilizó el índice de satisfacción según Sánchez Quintero (2018) y se pudo comprobar que hubo un alto grado de satisfacción con el hecho de utilizar video-lecciones para el estudio individual en casa para luego realizar las prácticas en clases de forma colaborativa.

Se concluye que, en términos generales, se lograron los objetivos propuestos para que los maestros en formación de la Universidad de Panamá, en el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales, desarrollaran las competencias científicas cognitivas y actitudinales a través de la implementación del MCI. Se recomienda continuar con las investigaciones educativas que promuevan el enfoque de la educación STEM y las competencias científicas para la enseñanza de las ciencias naturales en Panamá.

## SUMMARY

The study of the teaching-learning processes in the university classroom constitutes an aspect of concern and challenge for those interested in the analysis of university performance, the quality of their practices and their results. This is how university didactics takes a growing interest in our days, due to the various challenges it faces and that guide teachers, interested in finding solutions for the teaching-learning process, to investigate alternatives that promote a better development of university education.

The present research was based on the implementation of the inverted class model (MCI) as a methodological strategy for the development of scientific competencies in students of the Basic Principles of Natural Sciences course of the second year of the Primary Education Degree in three campuses of the University of Panama, during the second academic semester of 2017. The variables studied were the class or flipped classroom model and the scientific competencies promoted by the influence of the methodology in the teachers in training at the University of Panama. The first variable refers to a teaching model (a pedagogical model), which delivers the content of the study material presentations (interactive videos or tutorials) to students before class so that they can study in their own time and use class time for practical application activities where students review and apply what they have previously learned. The other variable, scientific competences, described by the PISA 2015 project are the cognitive, procedural, and attitudinal domains that students must achieve in order to understand natural phenomena and with living beings.

The data were collected through three different instruments, which evaluated the students' perception of the development of scientific competences promoted by the teaching of natural sciences, the MCI's contribution to the development of cognitive and attitudinal

scientific competences proposed by PISA 2015, Through a knowledge test and the level of satisfaction that students expressed with the implementation of the MCI for the teaching-learning process of the Basic Principles of Natural Sciences course. The instruments were reviewed for consistency and validity of content by the expert judgment method at the Research Center for the Improvement of the Teaching of Natural, Exact and Technology Sciences (CIMECNE) of the Faculty of Natural, Exact and Technology Sciences and For the reliability of these, a pilot test was carried out (Supo, 2013) and each question was analyzed through Crombach's Alpha coefficient (0.8).

A simple random sample of 88 second-year students of the Degree in Primary Education of the Faculty of Education Sciences at the University of Panama was selected, specifically the students of the Basic Principles of Natural Sciences course of the Octavio Méndez Pereira Campus and of the Regional Centers of San Miguelito and Panama Oeste, during the second semester of the year 2017. The educational intervention was planned with the topics of the synthetic program of the course and the scientific competences proposed by the PISA 2015 program. the experimental groups with the methodological design described for the MCI, during 8 face-to-face sessions and with individual study material placed in the virtual environments recommended for the disruptive methodology (Schoology and WhatsApp educational platform) and contrast the results of the findings with the group of control students of each site visited, who were attended s by the teachers in charge of the course with other methodologies. All data were analyzed with the Excel Microsoft 365 spreadsheet program for an experimental, descriptive, transactional, and exploratory study.

The results on the general data of the participating students indicated that, according to gender, the sample was composed of 97.7 % female and 2.3 % male. Furthermore, 90 % of the students came from official schools, compared to 9.7 % of students from private

schools. It was found that 40% of students had the type of baccalaureate in commerce or commerce with some emphasis for entry to the Primary Education career, contrasted with 34.1% of bachelor's degrees in science or science with some emphasis. 100% of the students indicated that they did not know the meaning of the acronym STEM or its importance for the teaching of natural sciences.

Regarding the students' perception of the development of scientific competences promoted by science teaching, at the beginning of the intervention, a low average of favorable perception towards the development of these competences was observed, after the educational intervention with the MCI there was a significant favorable change. This evidence was verified with the Chi-square statistical test with 95% reliability.

In the results obtained to verify the development of cognitive and attitudinal scientific competencies proposed by the PISA 2015 program, the knowledge test was applied on the topics covered and it was found that the average value of the qualifications in the pre-test, obtained by the Students from the control group of Campus, CRUSAM and CRUPO, was  $8.6 \pm 3.8$ ,  $8.5 \pm 3.8$  and  $9.1 \pm 2.9$  respectively. In this control group of the three sites visited, the lowest score obtained was 3 points, and the highest was 15 points out of 30. With respect to the experimental group of the three sites, the average score of the pre-test was 10.4 of  $\pm 3.0$ ,  $10.7 \pm 2.9$  and  $10.7 \pm 2.9$  points for Campus, CRUSAM and CRUPO respectively, with 6 points for the lowest score and 16 points for the highest score. For the results of the post-test, after the intervention and applying instrument No. 2, it was found that Campus students obtained an average value of  $22.9 \pm 4.8$  points, CRUSAM students, a value of  $22.7 \pm 4.9$  points and the CRUPO students an average value of  $24.1 \pm 3.7$ . Student's t test indicated a significant difference between the pre and post-test results of the experimental groups and controls of the three sites studied, corroborating the effectiveness of the teaching model.

Regarding the level of satisfaction of the students regarding the implementation of the MCI for the teaching of natural sciences, the satisfaction index according to Sánchez Quintero (2018) was used and it was found that there was a high degree of satisfaction with the fact of using video-lessons for individual study at home and then do the practical in class in a collaborative way.

It is concluded that, in general terms, the proposed objectives were achieved for the teachers in training at the University of Panama, in the Basic Principles of Natural Sciences course, to develop cognitive and attitudinal scientific competencies through the implementation of the MCI. It is recommended to continue with educational research that promotes the STEM education approach and scientific competencies for the teaching of natural sciences in Panama.

## INTRODUCCION

Las ciencias naturales juegan un papel relevante dentro del desarrollo socioeconómico de los países, porque son el foco de atención de los cambios radicales por los que está transitando la humanidad, por lo que su estudio se ha vuelto un desafío al ser un eje donde convergen muchas otras ciencias (Vivas Franco, 2015). En Panamá, la enseñanza de la ciencia y la tecnología ha sido considerada de gran importancia para el desarrollo social y económico a través del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación PENCYT 2015-2019 (SENACYT, 2015), enfatizada en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y en el fortalecimiento del recurso humano, como parte de las líneas estratégicas para la competitividad.

La Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá presenta, dentro de las ofertas académicas de pregrado, la carrera de Licenciatura en Educación Primaria, con un perfil profesional académico diseñado por competencias, actualizado para cumplir los requisitos del Modelo Educativo Académico de la institución (UP-DIGEPELU, 2008). Entre las competencias profesionales más relacionadas con la formación en ciencia y tecnología, se establece que el egresado debe planificar y orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que favorezca el desarrollo del pensamiento lógico, creativo y crítico del estudiante en centros educativos unigrado y multigrado en la educación permanente del sistema formal y no formal. Para cumplir esta competencia, se contempla dentro del plan de estudio impartir el curso de Principios Básicos Ciencias Naturales (Bio 210), atendido por profesores de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, con el objetivo de ayudar al futuro docente a lograr ese desarrollo del pensamiento crítico y otras competencias científicas para la enseñanza de las ciencias naturales en primaria.

La teorización acerca de las competencias científicas, en las ciencias naturales, señala que se establecen a partir de observaciones de la naturaleza y el uso de métodos de análisis, modelos o teorías que, para ser válidos, deben ser sometidos a verificación experimental. Esto obliga necesariamente a formular planteamientos concretos y a analizar los datos de manera crítica (Torres, *et. al.*, 2013). El tema de las competencias científicas podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda, las competencias que caracterizan a unos y a otros no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos los ciudadanos (Hernández, 2005).

Dentro de los enfoques constructivistas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se encuentra método didáctico de la clase invertida (MCI) o *Flipped classroom* en su denominación en inglés. Fue consolidado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams en 2007 en Estados Unidos, muchos años después que el físico Eric Mazur incursionara por primera vez en 1988 con la técnica *peer instructions* o instrucción entre pares (Bergmann y Waddell, 2012). Este método se basa en modificar la estructura tradicional de las clases, haciéndola más cooperativa e interactiva, proponiendo el intercambio de las actividades que realiza el docente con sus estudiantes en clases y en casa, para trasladar las tareas o ejercicios que los estudiantes hacen en casa al momento de la clase con la tutoría del docente y realizar el estudio en casa, a través de clases interactivas con videos tutoriales y guías de aprendizaje diseñadas para una plataforma virtual educativa (Bergmann y Waddell, 2012; Terrasa y

Andreu, 2015). Mediante el uso de Internet los alumnos acceden a los contenidos de la asignatura visualizándolos fuera del aula, normalmente a través de videos. Este recurso permite al alumno tener un primer contacto con los temas de la materia y en clase, los alumnos realizan tareas de producción: debates, consultas, prácticas, aprendizaje basado en problemas (ABP) entre otros. De este modo, se utilizan las clases presenciales en el aula para profundizar y trabajar los contenidos, mediante actividades dinámicas que fomenten el trabajo colaborativo (Cornacchione y Barbagallo, 2014).

Se presenta el informe final sobre la investigación educativa titulada “Enfoque de la educación STEM: Implementación del modelo de la clase invertida como metodología didáctica innovadora para el desarrollo de competencias científicas en docentes de primaria en formación de la Universidad de Panamá”. Está dividido en capítulos descritos de la siguiente forma:

En el **Capítulo I** se abordan los Aspectos Generales de la investigación, tales como la exposición general del problema, la hipótesis general, los objetivos, la justificación y las restricciones para realizar esta investigación.

En el **Capítulo II** se desarrolla el marco teórico en el cual se basó esta investigación educativa, tratando de resumir los aspectos más importantes que son inherentes al tema desde la perspectiva de diversos autores, sin que la síntesis mermara la exposición del contenido de las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias naturales.

En el **Capítulo III**, se plantea la Metodología que se utilizó para llevar a cabo la investigación, exponiendo el diseño en que se enmarca la investigación, la delimitación del tema, las variables que fueron estudiadas, la población y muestra de estudio, la descripción de los instrumentos que se aplicaron en las distintas fases de esta investigación y el análisis estadístico aplicado para los datos obtenidos.

En el **Capítulo IV** se exponen los resultados de la investigación y el análisis de estos, utilizando como herramienta el programa de hoja de cálculos Excel Microsoft 365. Se presentan los resúmenes de los datos encontrados en cuadros y gráficos para su mejor comprensión.

En el **Capítulo V** se ofrecen las conclusiones derivadas de todo el trabajo de investigación y las recomendaciones que, a nuestro juicio, son pertinentes tener en cuenta para futuras investigaciones que contribuyan a encontrar elementos para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales.

Como parte del informe, se registran las Referencias Bibliográficas utilizadas y los documentos recopilados para el desarrollo de esta investigación se presentan en los Anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

## **A. Situación actual del problema**

Las ciencias naturales juegan un papel relevante dentro del desarrollo socioeconómico de los países, porque son el foco de atención de los cambios radicales por los que está transitando la humanidad, por lo que su estudio se ha vuelto un desafío al ser un eje donde convergen muchas otras ciencias (Vivas Franco, 2015).

En Panamá, la enseñanza de la ciencia y la tecnología ha sido considerada de gran importancia para el desarrollo social y económico a través del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación PENCYT 2015-2019 (SENACYT, 2015), enfatizada en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y en el fortalecimiento del recurso humano, como parte de las líneas estratégicas para la competitividad.

Con este propósito, se establece que para que se lleve a cabo la popularización de las Ciencias Naturales en los planteles escolares, existe la necesidad de un personal docente que comprenda y diseñe de manera pertinente, estrategias de enseñanza acordes con los conceptos relacionados con las Ciencias Naturales como la Biología, Física y Química, más allá de los contenidos curriculares y que motiven a sus estudiantes a desarrollar competencias científicas e innovaciones.

Un informe de la Universidad Autónoma de Barcelona para el Ministerio de Educación de Panamá y la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) indicó que los docentes de las áreas científicas estudiadas presentaron dificultades en diseñar experimentos, interpretar y justificar los resultados y en resolver un problema clásico y

resaltó la necesidad de formación orientada a desarrollar la capacidad en los aspectos científicos y tecnológicos (Gairín Sallán, 2009).

La Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá presenta, dentro de las ofertas académicas de pregrado, la carrera de Licenciatura en Educación Primaria, con un perfil profesional académico diseñado por competencias, actualizado para cumplir los requisitos del Modelo Educativo Académico de la institución (DIGEPLEU-UP, 2008). Entre las competencias profesionales más relacionadas con la formación en ciencia y tecnología, se establece que el egresado debe planificar y orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo el desarrollo del pensamiento lógico, creativo y crítico del estudiante en centros educativos unigrado y multigrado en la educación permanente del sistema formal y no formal. Para cumplir esta competencia, se contempla impartir el curso de Principios básicos Ciencias Naturales (Bio 210), en donde se busca ayudar al futuro maestro en formación a lograr ese desarrollo del pensamiento crítico y competencias científicas para la enseñanza de las Ciencias Naturales en primaria.

## **B. Planteamiento del problema**

Se ha generalizado que la formación universitaria actual, se fundamenta en aquellos modelos educativos que están basados en una concepción prístina del conocimiento y de contenidos, como los objetivos primordiales del aprendizaje (Irigoyen *et al.*, 2011). Esta generalización está siendo modificada, debido al acelerado cambio de la adquisición del conocimiento, el acceso a las fuentes de información y la manera en cómo fluye y, en consecuencia, la provisionalidad de los saberes (Tobón, 2006).

Las instituciones educativas superiores en la era del conocimiento giran alrededor de la promoción de competencias, que son las que pueden dar repuestas a las exigencias del mundo actual. (Moncada-Cerón, 2013). Durante las últimas décadas, las *competencias* han penetrado en los diversos niveles educativos en los países de economías emergentes o en vías de desarrollo (Acuña *et al.* 2013), introduciéndose el concepto a partir del proyecto *Tuning* para América Latina, con la finalidad de aumentar la demanda social y mejorar la preparación del educando para su incorporación al ambiente laboral (Tobón, 2006).

Así, el modelo educativo basado en competencias se sustenta en un enfoque holístico de la educación, por lo que enfatiza el desarrollo constructivista de los conocimientos, las habilidades, actitudes y valores que permitan a los alumnos insertarse en la sociedad como agentes de cambio y que desarrollen los aprendizajes básicos: aprender a conocer (conceptos), aprender a hacer (procedimientos) y aprender a ser y convivir (actitudes) (Carabaña-Morales, 2011; García-Retana, 2011).

La teorización acerca de las competencias científicas, en las ciencias naturales, señala que se establecen a partir de observaciones de la naturaleza y el uso de métodos de análisis, modelos o teorías que, para ser válidos, deben ser sometidos a verificación experimental. Esto obliga necesariamente a formular planteamientos concretos y a analizar los datos de manera crítica (Torres *et al.*, 2013).

El tema de las competencias científicas podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos,

independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda, las competencias que caracterizan a unos y a otros, no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y premedia porque tiene relación con formación para la vida de todos los ciudadanos y es en donde los docentes de educación primaria tienen gran responsabilidad (Hernández, 2005; Alvarado Arguedas *et al.*, 2015).

Los datos aportados por estudios regionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA-OCDE, 2015) y el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE, 2015) de la UNESCO, para el aprendizaje de las Ciencias Naturales, indican un bajo rendimiento en los contenidos y destrezas logrados en esta asignatura. Si bien estos resultados no proceden de pruebas académicas formales, sino de evaluaciones de los estándares mínimos con base a los objetivos educativos de los países miembros, por medio de un análisis de los currículos de las áreas evaluadas, dan las pautas para adoptar decisiones y políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos, principalmente en ciencia y tecnología (TERCE, 2015).

Según algunos autores, estas debilidades ocurren, entre otros aspectos, debido al limitado trabajo de procesos cognitivos y volitivos para el desarrollo de competencias científicas, a las prácticas de aula influenciadas por el positivismo que buscan el conocimiento objetivo y acumulativo, lejos de las tendencias actuales de la construcción del conocimiento científico y evidencia del predominio de una concepción tradicional centrada en la transmisión de información y el aprendizaje memorístico (García y Ladino, 2008; Castro, 2012; Torres, *et al.* 2013). Otros investigadores consideran que la comunicación entre profesorado y alumnado

de Ciencias Naturales (Biología, Química y Física) encuentra una serie de dificultades, una de las cuales está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano (en sus aspectos sintácticos y semánticos) y el lenguaje científico erudito (Zúñiga-Meléndez *et al.*, 2011; Acuña *et al.* 2013; Benarroch y Núñez, 2015).

En la última década ha existido un profundo cambio en la sociedad del conocimiento con la entrada de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), dando lugar a que un mayor número de profesionales en educación propongan la necesidad de utilizar nuevos modelos, metodologías y paradigmas educativos que sean apropiados para la sociedad actual. Para ello, también es muy importante y necesario la formación del profesorado en estas nuevas concepciones educativas, como por ejemplo las TIC (Gutiérrez, 2008).

En el marco de los discursos de innovación en las prácticas educativas y las teorías constructivistas del aprendizaje, emergen en la década de los noventa el enfoque STEM (del inglés Science, Technology, Engineering, Mathematics) y cuyo acrónimo es CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) por la National Science Foundation (NSF). Sin embargo, no fue hasta el año 2010 donde adquirieron importancia en las políticas de los Estados Unidos (Largo-Fernández, 2017). El enfoque de educación STEM es una tendencia y práctica de innovación educativa que se ha implementado en diferentes países para promover en los estudiantes el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI.

Dentro de este enfoque de educación STEM para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se encuentra el método de la clase invertida (MCI) o “*Flipped classroom*” en su denominación en inglés. Fue consolidado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams en 2007 en

Estados Unidos, muchos años después que el físico Eric Mazur incursionara por primera vez en 1988 con la técnica *peer instructions* o instrucción entre pares (Bergmann y Waddell, 2012). Este método se basa en modificar la estructura tradicional de las clases, haciéndolas más colaborativas e interactivas, proponiendo el intercambio de las actividades que realiza el docente con sus estudiantes en clases y en casa, para trasladar las tareas o ejercicios que los estudiantes hacen en casa al tiempo de la clase con la tutoría del docente y llevando a cabo el estudio en casa, a través de clases interactivas con videos tutoriales y guías de aprendizaje diseñadas para una plataforma virtual educativa (Bergmann y Waddell, 2012; Terrasa y Andreu, 2015).

Mediante el uso de la internet, los alumnos acceden a los contenidos de la asignatura visualizándolos fuera del aula, normalmente a través de videos. Este recurso permite al alumno tener un primer contacto con los temas de la materia y en clase, los alumnos realizan tareas de producción: debates, consultas, prácticas, aprendizaje basado en problemas (ABP) entre otros. De este modo, se utilizan las clases presenciales en el aula para profundizar y trabajar los contenidos, mediante actividades dinámicas que fomenten el trabajo colaborativo (Cornacchione y Barbagallo, 2014).

### **C. Justificación**

La enseñanza de las Ciencias Naturales debe favorecer que el ciudadano común tenga un “cierto grado de comprensión científica”, que perciba la ciencia como una actividad cultural, que contribuya a prepararlo para la vida. Que aprenda a conocer, teniendo en cuenta los rápidos cambios derivados de los avances de la ciencia como una de las premisas para la educación permanente (Mesías-Maraví, 2013).

Ante los retos que enfrentan las sociedades, debido a la tendencia mundial a la globalización y las constantes transformaciones que trae aparejada, donde la ciencia y la tecnología se entrelazan para ofrecer opciones de solución a problemáticas comunes, se espera contar con una población capaz de enfrentar la vida con una actitud científica y competente. Es en este punto, donde el personal docente formado en las universidades, para la atención de todos los niveles educativos, sea el artífice de esa transformación científica y se encamine a adquirir herramientas y destrezas propias para el desarrollo del pensamiento crítico y las competencias básicas necesarias para la población.

Encaminada en esta proyección, Zúñiga-Meléndez *et al* (2011) establecen que, una sociedad científicamente competente, es aquella en donde la ciencia adquiere relevancia cuando está destinada a promover herramientas más válidas y útiles para personas que, como ciudadanos responsables, tendrán que tomar decisiones relacionadas con las ciencias y la tecnología en la vida real.

El enfoque por competencias es una propuesta llevada al terreno de la educación superior latinoamericana en los últimos 20 años (Aristimuño, 2004; Díaz-Barriga, 2006; Tobón, 2006; Tovar-Gálvez, 2008; Irigoyen, *et al.*, 2011), a través del proyecto *Tuning* para América Latina, comparada con sus inicios en la Unión Europea (UE) con la Declaración de Bolonia de 1999, utilizando las experiencias acumuladas en los programas ERASMUS y SOCRATES desde 1987 (Beneitone *et al.*, 2007; Bravo-Salinas, 2008). Se trata de la aplicación de un enfoque que se presenta como novedoso para resolver problemas muy antiguos de la educación y que en ocasiones parece improvisado, pero centrado en el desarrollo de

capacidades y destrezas que requiere el desempeño laboral para una sociedad que se transforma profunda y rápidamente (Tobón *et al.* 2010; Moncada-Cerón, 2013).

A raíz de los grandes cambios internacionales sobre los enfoques educativos a nivel superior, derivados de los cambios socio-económicos y de las recomendaciones hechas por organismos internacionales (como UNESCO, OEI, CEPAL, por mencionar algunas) a nivel mundial y la puesta en marcha del proyecto *Tuning para América Latina*, la Universidad de Panamá, como regente de la educación superior por ser la primera casa de estudios en el país, desarrolló en 2008, un nuevo Modelo Educativo y Académico que da respuesta a la necesidad de sustentar e integrar los profundos cambios que se llevan a cabo en el quehacer institucional, para que responda más adecuadamente a los desafíos del mundo globalizado, en la lucha contra la pobreza y el subdesarrollo y la búsqueda de un modelo de educación superior, como bien público con pertinencia, calidad y equidad (DIGEPLEU-UP, 2008).

La elección de este tema de investigación para mi tesis doctoral en educación con énfasis en didáctica se debió a tres factores principales: 1. fomentar la innovación en la educación superior mediante modelos educativos que promuevan la alfabetización científica; 2. el desarrollo de metodologías disruptivas que impulsen el pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo en los estudiantes y, por último, 3. el aporte al desarrollo de las competencias científicas en los maestros en formación, en quienes recae la responsabilidad de estimular el interés por las ciencias naturales en nuestro país.

Toda la información que se obtuvo de parte de los maestros en formación y que se matricularon en el curso Principios Básicos de Ciencias Naturales durante el segundo

semestre académico de 2017, en la Facultad de Ciencias de la Educación del campus central y Centros Regionales de Panamá Oeste y San Miguelito, antes, durante y después de la implementación del modelo propuesto para promover las competencias científicas, fue analizada para encontrar los beneficios y deficiencias del modelo en la promoción del desarrollo de competencias científicas.

Con los resultados obtenidos de esta propuesta, se logró beneficiar a los maestros en formación en el desarrollo de competencias científicas necesarias para su desempeño como futuros docentes de primaria, elevando el nivel de motivación por el aprendizaje de los contenidos y competencias científicas, al producir un mejor uso del conocimiento científico para la vida cotidiana.

#### **D. Preguntas de investigación**

- ¿El modelo de la clase invertida influyó en la percepción de los estudiantes que participaron del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá sobre las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias?
- ¿El modelo de la clase invertida (MCI) contribuyó al desarrollo de competencias científicas en el curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá?
- ¿Cuál fue el nivel de satisfacción en los estudiantes que participaron del curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá, después de la intervención educativa con el MCI?

### **E. Hipótesis de trabajo**

La implementación del modelo de la clase invertida (MCI) contribuye al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes que participan del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Enseñanza Primaria de la Universidad de Panamá.

### **F. Objetivos de la Investigación**

#### **• Generales**

1. Implementar el modelo de la clase invertida (MCI) en la asignatura de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio. 210) para el desarrollo de competencias científicas en los maestros en formación de la Universidad de Panamá.
2. Fortalecer el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas promovidas por el enfoque de la educación STEM en los estudiantes participantes, mediante las estrategias didácticas recomendadas para la implementación de la clase invertida.

#### **• Específicos**

1. Diagnosticar la percepción que tienen los maestros en formación sobre las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias.
2. Analizar la contribución del MCI sobre el desarrollo de las competencias científicas seleccionadas del proyecto PISA 2015 en los maestros en formación, a través de pruebas escritas de conocimiento y observación en el aula.
3. Analizar el nivel de satisfacción de los estudiantes que participan del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales con la implementación del MCI.

## **G. Delimitación del tema**

La intervención educativa se llevó a cabo con los estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio. 210) de la Licenciatura en Educación Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación, específicamente con una muestra aleatoria simple de estudiantes seleccionados del Campus central y los Centros Regionales (CRU) de Panamá Oeste y San Miguelito de la Universidad de Panamá, donde se atendió el curso durante el segundo semestre académico del año 2017.

## **H. Limitaciones**

Durante esta investigación se pueden señalar las siguientes limitaciones:

1. Poca colaboración de los estudiantes que participaron del curso de Principios básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) durante la intervención educativa, al considerar que pondrían en riesgo su rendimiento académico durante el semestre por el método didáctico propuesto.
2. Poca disponibilidad de investigaciones relacionadas con la didáctica de las Ciencias Naturales en nuestro medio educativo superior, con respecto a los métodos didácticos alternativos que se apliquen a la enseñanza de las Ciencias Naturales, específicamente la Biología.
3. Tiempo insuficiente para atender a todos los Centros Regionales en donde se ofrecía el curso de Principios básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) durante el primer semestre académico 2017, y así, registrar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo y en un período de tiempo más extenso para cada grupo intervenido.
4. Dificultades en el acceso y manejo de redes informáticas y plataformas virtuales por parte de los estudiantes que participaron en esta investigación.

5. Dificultad en la conectividad a redes de internet, en casa o en las aulas de clases, por parte de los participantes de la investigación, forzándose el uso de la red móvil personal de la investigadora en el aula de clases.
6. Poca destreza en el manejo del trabajo grupal colaborativo presencial y en línea por parte de los estudiantes participantes.
7. Pocas habilidades e interés hacia la investigación y la ciencia en general por parte de los estudiantes participantes.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO DE REFERENCIA**

## **A. Los modelos didácticos**

### **1. Definición de modelos didácticos**

Desde el siglo XV, cuando Juan Amós Comenio dio origen a una nueva didáctica, proponiendo ofrecer al educando el conocimiento por la vía directa del contacto de sus sentidos con las cosas y con sus representaciones, sin que mediaran sólo las palabras (Vadillo y Klingler, 2004), se han expuesto diversos modelos didácticos, según las tendencias o enfoques pedagógicos, psicológicos y epistemológicos de la época en que surgieron, entre ellos el modelo didáctico tradicional o de transmisión-recepción, que se convirtió en el más usado.

Según algunos autores (García Pérez, 2000; Ruíz-Ortega, 2007; Delorenzi y Blando, 2008; Requesens y Díaz, 2009), un modelo didáctico supone un conjunto de aspectos teóricos y metodológicos que permiten orientar tanto la actuación en el aula como la investigación, con respecto a las múltiples variables que determinan el aprendizaje y la enseñanza. De esta forma, el docente utiliza un modelo didáctico para preparar el escenario de intervención en el salón de clases, proporcionando los elementos necesarios para la ejecución del proceso enseñanza aprendizaje.

Para Mayorga y Madrid (2010), un modelo didáctico es una reflexión anticipadora, que emerge de la capacidad de simbolización y representación de la tarea de enseñanza-aprendizaje, que los educadores han de realizar para justificar y entender la amplitud de la práctica educadora, el poder del conocimiento formalizado y las decisiones transformadoras que están dispuestos a asumir. Además, sostienen que los modelos didácticos o de enseñanza presentan esquemas de la diversidad de acciones, técnicas y medios utilizados por los educadores, donde los más significativos son los motores que permiten la evolución de la ciencia, representada por los paradigmas vigentes en cada época.

Los modelos didácticos presentan dos dimensiones fundamentales, según Requesens y Díaz (2009). Por un lado, la dimensión estructural que atañe al carácter descriptivo de los elementos intervinientes y, por otro lado, la dimensión funcional que atañe a la dinámica o comportamiento del modelo en la realidad. Con este argumento, se puede entender por qué los modelos didácticos que son orientados hacia el desarrollo de un conocimiento específico, como en las áreas científicas, debe llevar un componente funcional descriptivo-explicativo, vinculado a la proyección de la realidad educativa científica de una comunidad de educandos en formación.

## **2. Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales**

Para promover discusiones concretas que aporten elementos teórico-prácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y se logre evidenciar relaciones necesarias y fundamentales entre elementos conceptuales, sociales y culturales de los actores involucrados en dicho proceso, Ruíz-Ortega (2007) considera que se debe someter al debate la siguiente pregunta: ¿cómo enseñar ciencias significativamente?, no sin antes examinar la discusión alrededor de la concepción de *ciencia* y su posible relación con los modelos didácticos de enseñanza.

Algunos autores (Parra Pineda, 2003; Hernández Rodríguez *et al.*, 2009; Díaz Barriga y Hernández, 2010; Campusano y Díaz, 2017) establecen que los modelos didácticos son utilizados por los docentes en las áreas científicas están diseñados para favorecer el desarrollo de habilidades y actitudes en los estudiantes, tales como, pensamiento crítico y creativo, responsabilidad ante el aprendizaje, búsqueda, organización, creación y aplicación de información, promoción del aprendizaje colaborativo y autorreflexión sobre el propio aprendizaje.

Desde mediados del siglo XX y con mayor énfasis en los inicios del siglo XXI, los diferentes modelos de enseñanza de las ciencias naturales responden a las distintas concepciones epistemológicas derivadas de la evolución de la enseñanza de la ciencia que ha sido influenciada por el desarrollo de las disciplinas que la componen (Angulo, 2004). En los últimos años, los docentes han desarrollado un enfoque de índole constructivista, en la enseñanza de las ciencias experimentales, estimulando la búsqueda del conocimiento autoconstruido, colaborativo y motivacional (Jiménez Aleixandre, 2000; Ruiz-Ortega, 2007). Debido a esto, se ha promovido un cambio metodológico en la enseñanza de las ciencias naturales, a través de diversas investigaciones científicas, que buscan mejorar e impulsar el conocimiento científico que se persigue (Angulo, 2004; Aduriz Bravo *et al.*, 2005; Blanco Acevedo y Hurtado Ibarra, 2009; Leymonié Sáenz *et al.*, 2009; Aduriz Bravo, 2010; Galagovsky, 2010; Velásquez, 2011; Meinardi, 2011; Ramírez Montoya, 2012; Acosta, 2012; Acevedo Díaz *et al.*, 2017; Porlán Ariza, 2018). En el Cuadro No. 1 sintetiza los modelos didácticos más comunes utilizados en investigaciones sobre didáctica de las ciencias naturales.

<b>MODELOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>TRADICIONAL RECEPCIÓN- TRANSMISIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El conocimiento científico es considerado definitivo y absoluto.</li> <li>El profesor es la fuente y el transmisor del conocimiento científico. Los alumnos son los receptores, consumidores y reproductores del conocimiento científico</li> </ul>	Utiliza el discurso explicativo significativo como un recurso para presentar los conocimientos científicos.	No se ajusta a las actuales necesidades de aprendizaje de nuestra sociedad que requiere personas con aprendizajes flexibles y multidireccionales que sepan utilizar sus conocimientos previos para resolver los problemas cotidianos de manera activa.
<b>DESCUBRIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El conocimiento científico se adquiere descubriendo los principios y conceptos científicos utilizando el método científico.</li> <li>Los alumnos son situados en similares condiciones que los científicos y utilizando las mismas estrategias descubren por si mismos los principios de la ciencia.</li> </ul>	Intenta inculcar en los alumnos actitudes propias de los científicos como la observación rigurosa, la elaboración de hipótesis, la recolección y el análisis de datos y la elaboración de conclusiones, convirtiéndolos en activos investigadores de la naturaleza.	Exagera en hacer un paralelo entre la producción del conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias. No todo conocimiento es descubierto por uno mismo sino por otros y comunicado significativamente.
<b>INVESTIGACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asume que el aprendizaje de la ciencia es un proceso de construcción social de teorías y modelos y no solo de la aplicación canónica del método científico.</li> <li>Existen dos variantes fundamentales que identifican claramente el modelo: su postura constructivista en la construcción del conocimiento y la aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias</li> </ul>	El desarrollo de los contenidos se apoya en el planteamiento y la resolución conjunta de problemas por parte del profesor y de los alumnos, en donde las situaciones abiertas que exigen la búsqueda de nuevas respuestas y la realización de pequeñas investigaciones por parte de los alumnos bajo la supervisión del profesor darán mejores resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	Es un modelo que exige un alto dominio disciplinar y manejo pedagógico a todos los docentes y la realidad educativa nos demuestra que esto no sucede así. Existe una gran diversidad en conocimientos y desarrollo pedagógico de los docentes que enseñan ciencia. No podría generalizarse mientras no se logren uniformizar los puntos de partida para su aplicación.

Cuadro No. 1. Síntesis de los modelos didácticos más comunes utilizados en investigaciones sobre didáctica de las ciencias naturales  
Fuente: elaboración propia

MODELOS	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
CONFLICTO COGNITIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se trata de partir de las concepciones alternativas de los alumnos para confrontándolas con situaciones conflictivas, lograr un cambio conceptual, entendido como su sustitución por otras teorías más potentes, es decir más próximas al conocimiento científico. Es el alumno el que elabora y construye su propio conocimiento y quien debe tomar conciencia de sus limitaciones y resolverlas</li> </ul>	Se toman en cuenta los conocimientos previos o alternativos que traen los alumnos sobre los cuales el currículo desarrolla una serie de actividades y contenidos a fin de que estos conocimientos intuitivos sean substituidos por el conocimiento científico.	Propone la erradicación de las concepciones alternativas de los alumnos por el conocimiento científico y verdadero, pero muchas veces falla en este intento cuando los alumnos aprenden a esconder o a sustituir esas ideas erróneas que más tarde reflorecen en contextos menos académicos.
ANALÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer una <i>analogía</i> es efectuar una <i>comparación explícita</i> entre elementos de un dominio base y otro dominio destino.</li> <li>Constituye una estrategia original de enseñanza que implica la construcción activa, por parte de los estudiantes de los elementos del dominio base de la analogía</li> </ul>	Facilita la visualización de los conceptos tóricos abstractos. Permite organizar y contextualizar la información, favoreciendo una disposición positiva hacia el aprendizaje. Aporta conexiones entre el nuevo conocimiento y el que ya tiene el estudiante	Interpretación inadecuada de la analogía por parte de los alumnos Puede que el concepto análogo no esté relacionado con el tópico, provocando que el razonamiento analógico no se logre
ALTERNATIVOS O SÍNTESIS INTEGRADORA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se considera un verdadero proceso de alfabetización científica, donde el alumno es considerado como sujeto de su propia educación y no como objeto pasivo que simplemente recibe información y la devuelve mecánicamente en las instancias de evaluación.</li> <li>Se centra en el aprendizaje significativo del alumno, a través del trabajo investigativo, proyectos, colaborativo, indagación, argumentación e inverso.</li> </ul>	Incentiva la curiosidad del alumno por temáticas científicas Promueve el pensamiento divergente y creativo del alumno, a través de una postura crítica frente a la difusión mediática del conocimiento científico. Apunta al logro de un verdadero conocimiento, significativo y transferible y se propone también una evaluación más completa de todo el proceso.	Conlleva un esfuerzo extra por parte del docente en la preparación de la metodología enteramente colaborativa e investigativa, No se visualiza funcional en las prácticas de enseñanza y aprendizaje de algunas regiones del mundo que carecen de insumos informáticos.

Cuadro No. 1 (cont.) Síntesis de los modelos didácticos más comunes utilizados en investigaciones sobre didáctica de las ciencias naturales. Fuente: elaboración propia.

### **3. La educación STEM como modelo didáctico alternativo**

#### **3.1 Fundamentos teóricos**

El término STEM (acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering, Math*), y cuya traducción al español es Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, surge en la década de los noventa a partir de estudios realizados por la *National Science Foundation (NSF)* o Fundación Nacional para la Ciencia, del Gobierno de Estados Unidos y que desarrolló un estudio y análisis en prospectivo en cuanto a las posibilidades de empleabilidad y vacantes a 2025, a lo cual develaba la poca demanda de jóvenes estudiantes a ocupar puestos de trabajo en áreas cercanas a la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. De allí se generó el término STEM como un conjunto de competencias que permitirían preparar a los educandos en dichos componentes y que los preparara para las necesidades y exigencias en las áreas científicas-tecnológicas (Brown y Mizell, 2016; Largo-Fernández, 2017).

Coello Pisco *et al.* (2018) explican que este enfoque STEM se sustentó desde sus inicios de la teoría del aprendizaje constructivista. Esta teoría del aprendizaje defiende que aprendizaje se construye y reconstruye a la vez que la persona interactúa de manera activa con el mundo que le rodea. Debido a esta interacción se produce y evoluciona el conocimiento, refiriéndonos al fruto del trabajo individual y el resultado del conjunto de experiencias de esta persona desde que nace.

En los últimos años ha existido un cambio en la sociedad con la entrada de las TIC, un cambio en la manera de entender el mundo y en la manera de relacionarse con él. Ese cambio se debe trasladar a otros ámbitos, en este caso, a la educación. Por tanto, cada vez es mayor el número de profesionales en educación que proponen la necesidad de utilizar nuevos modelos, metodologías y paradigmas educativos que sean apropiados para la sociedad actual.

Para ello, también es muy importante y necesario la formación del profesorado en estas nuevas concepciones educativas, como por ejemplo las TIC (Gutiérrez, 2008).

Debido a la profunda transformación que se ha producido en todos los ámbitos de la sociedad y en la vida diaria es necesario desarrollar nuevas habilidades que promuevan un profundo cambio hacia el desarrollo de la ciencia y la tecnología, para impulsar nuevas realidades y oportunidades. Por eso, es necesario que los paradigmas educativos se adapten a la realidad actual desde los niveles más pequeños, para que los estudiantes desarrollen estas nuevas habilidades desde niños, puedan adecuarse a los nuevos tiempos y prepararse para tomar decisiones y ser protagonistas en el futuro (Nerstheimer *et al.* 2016).

El enfoque STEM es un planteamiento innovador que requiere de una forma de pensar diferente, sobre todo viniendo de una educación fraccional, en el que ningún conocimiento se suele mezclar con otro. Su principal búsqueda es acercar la realidad de las ciencias a los alumnos de manera interdisciplinar, donde actualmente se está dando otro planteamiento, incorporando la disciplina artística, la cual es muy importante en la educación y se encuentra marginada. Por lo tanto, este nuevo enfoque se pasó a llamar STEAM (el acrónimo en inglés STEM + Arts) y con el mismo se quiere conseguir el objetivo de forma práctica y creativa (Cilleruelo y Zubiaga, 2014; Coello Pisco *et al.* 2018; Santillán *et al.* 2019).

Santillán *et al.* (2019) indican que el enfoque pedagógico STEM-STEAM es singularmente importante desde el punto de vista estratégico para el desarrollo de las competencias digitales y el conocimiento sostenido en todas las disciplinas del saber científico-académico, lo cual atrae a su aplicabilidad educativa, por el impacto en las diferentes formas de abordar la realidad con la participación activa de los actores

multidisciplinares, que se integran y amplían las oportunidades de mejora en lo social, económico, cultural y formativo (Figura No. 1).



Figura No. 1. Perfiles de interés de la educación STEM-STEAM (Santillán *et al.* 2019).

Hay que subrayar que la educación en todos los países siempre está a la vanguardia de ofrecer los mejores modelos didácticos, estrategias de aprendizaje y nuevos constructos con fines de mejorar la calidad educativa de los educandos. Es allí en donde este nuevo enfoque educativo STEM-STEAM se presenta como un recurso metodológico didáctico ideal para la construcción del conocimiento y el desarrollo de destrezas necesarias para aplicar en los diferentes campos y situaciones cotidianas de la vida y más aún en el campo laboral (Coello Pisco *et al.*, 2018).

Desde la perspectiva de las disciplinas STEM-STEAM, las conexiones naturales entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y el arte han hecho que se agrupen en una misma metodología. Sin embargo, a pesar de su proximidad siguen aisladas en el currículum escolar, dando como consecuencia, la enorme dificultad que surge en términos pedagógicos para la aplicación de una metodología STEM-STEAM en las aulas debido al uso de una actitud propia de estas disciplinas. Esta actitud se distingue de otras formas de uso de nuestro entendimiento por su tendencia a explorar, cuestionar, indagar, dudar,

experimentar, medir, calcular, poner en perspectiva, buscar indicios y un largo etcétera (Pérez Álvarez, 2018).

### **3.2 Desarrollo de la educación STEM en el mundo**

A nivel mundial, el término STEM y posteriormente STEAM, es usado ampliamente, destacándose los países de alto desempeño en educación como Corea del Sur, Australia, Francia, Gran Bretaña, Alemania, Singapur, Japón, China y muchos más que han adoptado seriamente la educación STEM como una alternativa de progreso. En los Estados Unidos la educación STEM-STEAM se ha convertido en una de las reformas educativas más importantes de su historia y se han generado iniciativas tan importantes como las de “Next Generation Science Standards - NGSS” (Estándares de Ciencias para la Próxima Generación) que hace mayor énfasis en la educación interrelacionada entre las mencionadas asignaturas (García *et al*, 2017).

Algunos autores indican que, en Latinoamérica, si bien se ha comenzado a hablar de educación en áreas STEM- STEAM, aún prevalece una amplia brecha en el desarrollo científico y tecnológico con relación a otras regiones del mundo (Gómez *et al.*, 2015; Tovar Rodríguez, 2019). Se pretende disminuir esa brecha para generar mayor empleabilidad y competitividad, haciendo que, a largo plazo, se traduzca en un impulso al desarrollo económico para nuestros países latinoamericanos.

De igual forma, Tovar Rodríguez (2019) indica el estado actual de la iniciativa de la incorporación de la educación STEM-STEAM en los países de América Latina, principalmente Suramérica. Este movimiento educativo ha sido impulsado y promovido por entidades como la fundación Siemens *Stiftung*, con sede en Alemania y que ha direccionado

sus esfuerzos a través de Experimento: red STEM Latinoamericana, como se presenta a continuación:

- **Colombia:** La iniciativa STEM se empezó a gestar hace ya varios años al interior de la Universidad de los Andes. Diferentes programas y proyectos empezaron a hablar del tema, siendo Pequeños Científicos el que más tiempo se ha desarrollado. Este programa nace en 1998, si bien oficialmente se crea s en 2000 en asocio con otras instituciones colombianas. Si bien Pequeños Científicos ha liderado muchas actividades que podían llamarse STEM en Colombia y Latinoamérica, la iniciativa STEM de la Universidad de los Andes: Atarraya-STEM, tiene de hecho una visión más amplia que la de este programa. Se convierte en un espacio de interacción con iniciativas de varias facultades y aliados y pretende contribuir al mejoramiento de la calidad educativa en las diferentes áreas STEM en toda la cadena educativa desde la educación básica hasta la educación superior.
- **Uruguay:** en diciembre de 2017 del Ministerio de Educación y Cultura uruguaya confirmaba la firma de un convenio en cooperación con la UNESCO para un proyecto piloto, Proyecto “SAGA” (STEM and Gender Advancement), pensado para promover la igualdad de género en las carreras STEM.
- **Argentina:** Si bien el país se encuentra hace tiempo con problemas de base con respecto a la educación pública, los esfuerzos por integrar a los niños y niñas en el sistema STEM se hacen notar. Con el programa de robótica y tecnología para educar del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación se anota un punto en esta materia.

- **Ecuador:** Desde el Ministerio de educación Ecuatoriana confirman que forman parte de la coalición STEM, formada por el Ministerio de Educación, la Universidad Nacional de la Educación, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología, La Red de Mujeres Científicas, entre otras instituciones. Todas estas instituciones comprenden que para mejorar la calidad educativa deben trabajar en conjunto, aportando su máximo esfuerzo y compromiso.
- **Perú-Bolivia:** La educación STEM en Perú se desarrolla a través del programa MineduLAB, presentado por el Ministerio de Educación peruano, que intenta no solo mejorar la educación estudiantil en ciencia y tecnología con el sistema STEM, sino a reducir la brecha de género en carreras STEM. En el caso de Bolivia, la UNISEF (2019) promovió una actividad cuyo centro fue la participación femenina en carreras STEM, presentando los datos sobre el desbalance de género en la educación en ciencia y tecnología y planteó que la generación de políticas públicas debe incorporar el hecho de que las mujeres no son un grupo homogéneo y por consiguiente hay diferentes expectativas sociales.
- **Chile:** En 2016 el Ministerio de Educación, como ente encargado de orientar de manera explícita los saberes que se deben desarrollar en Chile, establece un apartado específico para la educación STEM alojado en la página de currículo nacional, en donde se declara oficialmente que la línea que orienta este trabajo es el Aprendizaje Basado en Proyectos y se ofrece un pequeño repositorio de materiales con los que se detallarían asuntos relacionados con la aplicación de este enfoque.
- **México:** El Modelo de Enseñanza-Aprendizaje STEM ha sido dirigido a la capacitación de docentes, logrando desarrollar las habilidades del siglo XXI en

alumnas y alumnos de primaria, secundaria y preparatoria, para que puedan hacer frente a la Revolución 4.0 y generar soluciones innovadoras que contribuyan al cumplimiento de la Agenda 2030 de la ONU. Con estas acciones, México refrendó su compromiso de seguir trabajando incansablemente por impulsar localmente y en Latinoamérica la educación en STEM, los empleos del futuro y la innovación con visión social e incluyente.

En **Centroamérica**, la inclusión de la educación STEM para la región se propuso desde el 2014, a través de una alianza entre un organismo internacional como Laspau (Academic and Professional Programs for the Americas), afiliado con la Universidad de Harvard y programas interinstitucionales de universidades locales en los países centroamericanos, con el fin de llevar a cabo un plan de trabajo involucrara idealmente la participación de al menos 10 universidades de la región (Laspau, 2019). De esta forma, se capacitaron a docentes de Honduras, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Panamá con metodologías activas para promover un cambio crítico en la experiencia de aprendizaje, y para empoderar a instituciones, investigadores, y profesores, que en última instancia impulsarán el desarrollo económico de la región.

### **3.3 Inicios y desarrollo de la educación STEM en Panamá**

Para hablar de los inicios de la aplicación de la educación STEM en Panamá, debemos tener en cuenta que, según el Banco Internacional de Desarrollo (BID), la capacidad de un país para innovar en ciencia, tecnología e investigación influirá en su posición y crecimiento a nivel mundial (Ferrada *et al*, 2019). Es por esto, que se crea en Panamá hacia el año 2015, el centro extracurricular de aprendizaje PANAMA STEM EDUCATION, bajo asesoría del Centro de Innovación de la Fundación Ciudad del Saber y dos profesionales panameños

especialistas en informática, capacitados y certificados en robótica educativa con *LEGO® Education* y la metodología de Aprender Haciendo (Panama Stem Education, 2019). Su principal objetivo en sus inicios fue motivar e introducir a los niños de primaria en la robótica, promoviendo el aprendizaje significativo y colaborativo. Las capacitaciones ofrecidas al personal docente de niveles primarios o secundarios, interesados en la metodología de trabajo, se han hecho por interés propio de los docentes y no siguiendo algún tipo de plan capacitación.

Posteriormente, en 2016 y sintiendo la necesidad de que la educación STEM llegara a los niveles iniciales de escolaridad panameña, el Consejo de Rectores de Panamá, la Asociación de Universidades Privadas de Panamá y el Ministerio de Educación (MEDUCA) junto con Laspau-Harvard University, firmaron un acuerdo de cooperación para realizar la capacitación de 110 participantes de 10 universidades públicas y particulares con la propuesta de desarrollar el proyecto de educación STEM-PANAMA. El proyecto tuvo como objetivo fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de STEM en Panamá mediante el uso del aprendizaje centrado en el alumno y la creación de comunidades de práctica en cada una de las 10 universidades participantes. Se implementaron las sesiones de la clase invertida o *flipped classroom* como método de trabajo a distancia y se presentaron diversas estrategias didácticas innovadoras que buscan promover el trabajo colaborativo, tales como aprendizaje basado en proyectos (ABP), instrucción entre pares (*peer instruction*) y la evaluación auténtica en el aula de clases.

En el año 2018 y junto con mi asesor de tesis el Dr. Abdiel Aponte, fuimos postulados por la Universidad de Panamá ante la Organización de Estados Americanos para participar del curso internacional de la Diplomatura en Educación STEM – STEAM, como un programa de capacitación para el desarrollo profesional de docentes y agentes educativos, certificado

por la OEA y la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia. Esta capacitación tuvo una duración de 6 meses, con un desarrollo principalmente en un entorno virtual de aprendizaje en el que se aprovechan las ventajas de las TIC para acceder, gestionar y conectar secuencias de contenidos y para facilitar la autodirección del aprendizaje de los cursantes.

Los contenidos tratados y aprobados sobre las estrategias didácticas para la educación STEM-STEAM fueron ofrecidos al personal docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, a través del seminario de capacitación del año 2019 en el Centro de Investigaciones para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas (CIMECNE), sobre el aprendizaje colaborativo, como parte del compromiso de facilitadores ante la institución. Por último, durante el año 2019, se realiza una capacitación en la metodología STEM promovida por el MEDUCA y financiada por SENACYT, a través de la Universidad Interamericana de Panamá, con la finalidad de capacitar tanto a docentes de educación media y superior.

### **3.4 Estrategias didácticas promovidas por la educación STEM-STEAM**

Según Largo Fernández (2019), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) hacen un llamado a las naciones para incorporar la Ciencia, la Tecnología y la Innovación al quehacer educativo en vía de promover las diferentes estrategias y programas de espacios de formación que permitan reducir las brechas tecnológicas en las diferentes regiones de América Latina particularmente. Es por ello, que estas organizaciones instan a contemplar la incorporación de las estrategias y las competencias STEM-STEAM en el currículo académico y se conviertan en una pauta para promover el desarrollo y la posibilidad de potenciar las habilidades y destrezas en los educandos hacia las competencias del Siglo XXI.

De acuerdo con lo planteado por en Díaz-Barriga y Hernández, (2002) se considera estrategia didáctica de enseñanza a “Procedimientos y arreglos que los agentes de enseñanza utilizan en forma flexible y estratégica para promover la mayor cantidad y calidad de aprendizajes significativos en los alumnos. Debe hacerse un uso inteligente, adaptativo e intencional de ellas, con la finalidad de prestar la ayuda pedagógica adecuada a la actividad constructiva de los alumnos”.

Por su parte Salinas (2004) considera que las estrategias didácticas hacen referencia a la organización y a la planificación de los espacios, materiales, tiempos, entre otros. Implica además el uso de métodos, medios y técnicas que puedan facilitar el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos. Con frecuencia confundimos las estrategias con los medios, métodos, técnicas y hasta con las actividades de aprendizaje, por eso es importante aclarar que la estrategia didáctica es un concepto más amplio y flexible, pues por su carácter estratégico tiene la posibilidad de adaptarse a los diferentes contextos y necesidades de aprendizaje, mientras que las técnicas y métodos tienen unos pasos o procedimientos definidos y las actividades de aprendizaje son acciones y tareas concretas.

En resumen, una estrategia didáctica hace uso de métodos, técnicas, medios, materiales y herramientas a través de una organización analizada y planeada conscientemente para lograr los objetivos y metas de aprendizaje propuestas. A continuación, se describe las estrategias didácticas promovidas por la educación STEM-STEAM, según López Gamboa *et al.* (2020).

### **3.4.1 Aprendizaje basado en indagación**

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias orientada desde la indagación, es un enfoque pedagógico que tiene en cuenta la forma en que los estudiantes construyen

progresivamente sus ideas científicas, desde el desarrollo de habilidades que hacen parte de la dinámica científica como: formular preguntas, plantear y ejecutar una metodología de investigación, analizar los resultados, concluir y abrir espacios de discusión y socialización (OEA-Portal Educativo, 2016). Es importante desatacar que un cambio fundamental e importante al momento de considerar la indagación como estrategia pedagógica para la educación en STEAM, es el cambio de paradigma de uno tradicional a otro más actual y activo. Es por esto, que es indispensable plantear un adecuado planeamiento de esta estrategia para el logro de las competencias que se desean desarrollar en los estudiantes en la educación STEAM.

### **3.4.2 Aprendizaje basado en proyectos (ABPY)**

Es una metodología que se desarrolla de manera colaborativa, exponiendo a los estudiantes a situaciones diversas, que los hacen desarrollar propuestas ante una determinada problemática. Maldonado (2008) citado por López Gamboa *et al.* (2020), describe algunas características del ABPY:

- Se acerca a una realidad concreta en un ambiente académico, por medio de la realización de un proyecto de trabajo.
- Estimula en los estudiantes el desarrollo de habilidades para resolver situaciones reales, con lo cual se motivan a aprender.
- Exige que el profesor sea un creador, un guía, que estimule a los estudiantes a aprender, a descubrir y sentirse satisfecho por el saber acumulado.

### **3.4.3 Aprendizaje basado en problemas**

Esta estrategia didáctica está centrada en el estudiante y para su aplicación se desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real, a través de la búsqueda de la solución al problema, lo que da un norte al proceso de enseñanza de aprendizaje. Algunas características del ABP según Morales (2018) y citado por López Gamboa *et al.* (2020) son:

- Promueve el aprendizaje abierto, reflexivo y crítico, con un enfoque holístico del conocimiento que reconoce su naturaleza compleja y cambiante.
- Involucra a una comunidad de personas que interactúan en colaboración para tomar decisiones en relación con diferentes situaciones problemáticas que deben enfrentar.
- Promueve la interacción de diferentes factores que involucran a estudiantes y profesores, pero manteniendo el rol central en los primeros.

### **3.4.4 Aprendizaje basado en retos (ABR)**

El ABR es un enfoque pedagógico que se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, y demanda una perspectiva del mundo real porque sugiere que el aprendizaje involucra el hacer o actuar del estudiante respecto a un tema de estudio. Es por eso por lo que es utilizado para desarrollar la educación STEM/STEAM. Algunas de las características que indican Blanco, Sein-Echaluce y García (2017) y citado por López Gamboa *et al.* (2020) son:

- Se basa en abordar el aprendizaje a partir de un tema genérico y plantear una serie de retos, relacionados con ese tema, que el alumnado debe alcanzar.

- Se inspira en la búsqueda de soluciones a grandes desafíos globales y originados en contextos externos a la formación.
- Su proceso de aprendizaje y su forma de implementación toma sus principios de modelos de aprendizaje activo, como el ABP, el aprendizaje basado en proyectos.

### **3.5 Ventajas y retos de la educación STEM-STEAM**

Es fundamental que, para desarrollar las competencias en los estudiantes, se debe contar con estrategias didácticas que promuevan una cultura de pensamiento científico e inspiren a los alumnos, futuros ciudadanos, a utilizar el razonamiento basado en la evidencia para la toma de decisiones para la resolución de problemas y la innovación, así como el análisis y el pensamiento crítico (Marcos, 2016).

Según Rabajoli (2016), una verdadera educación con enfoque STEM ofrece a los estudiantes oportunidades para dar sentido a su desempeño y hacerse cargo de su aprendizaje comprendiendo cómo funcionan las cosas, resolviendo problemas del mundo real a través de proyectos de aprendizaje experimental que conducen a un alto nivel de pensamiento, descubriendo soluciones innovadoras y haciendo conexiones entre la escuela, la comunidad y el trabajo con ayuda de las áreas académicas de las ciencias, la ingeniería y las matemáticas interconectadas y utilizando la tecnología como la herramienta para integrarlas.

Algunos autores (Cilleruelo y Zubiaga, 2014; García *et al*, 2017; Coello Pisco *et al*, 2017) concuerdan que las metodologías activas que promueve la educación STEM se consideren perfecta para utilizarlas en cualquier caso y que presentan muy pocas desventajas, según el contexto aplicado. Según Largo Fernández *et al*. (2017), entre las ventajas que se han encontrado están:

- Trabajo autónomo.
- Desarrollo de la capacidad de resolución de problemas.
- Promueve el pensamiento crítico.
- Posibilidad de introducirse al lenguaje de programación informática. Crece la curiosidad y motivación por el aprendizaje significativo, con una utilidad en la vida real.
- Los estudiantes trabajan en equipo y aprenden a tomar decisiones conjuntas porque llevan a cabo investigaciones, colaboran y diseñan hipótesis.
- Utilizan tecnologías emergentes, minimizando la sensación «intimidatoria» que a veces producen.

Por supuesto, no existen estrategias didácticas infalibles o que sean todo beneficios y la educación STEM-STEAM no es la excepción (García *et al*, 2017; Coello Pisco *et al*, 2017) y se han encontrado retos que superar tales como:

- La dificultad de mantener la atención de los estudiantes, sobre todo en las etapas más tempranas.
- Escasez de recursos tecnológicos, tanto por parte del centro educativo, como de las familias.
- Otro problema puede ser la formación de los profesores, ya que no todos tienen tiempo ni ganas de aprender otras formas de enseñar, más acorde con los nuevos tiempos.
- Cada vez se requiere una optimización mayor de los contenidos educativos en la escuela, haciendo que muchas veces no se obtenga el tiempo necesario para un aprendizaje de calidad. Esto repercute directamente de forma muy negativa en los niños.

## **B. El modelo de la clase invertida (MCI) o “flipped classroom” como modelo didáctico en la educación STEM**

Según Vidal Ledo *et al* (2016), la clase invertida es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo a un espacio de aprendizaje individual al estudiante y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema.

En términos generales, los profesores tienen más tiempo en el aula para trabajar con cada estudiante, conocer mejor sus necesidades y sus avances. Asimismo, el alumnado tiene la oportunidad de hacer preguntas y resolver los problemas con la guía de sus profesores, de modo que se favorece la creación de un ambiente de aprendizaje colaborativo (Melo y Sánchez, 2017). Es importante destacar que, debido a que es una metodología novedosa, aún es escaso el número de estudios encaminados a determinar su efectividad en términos de aprendizaje (González Gómez *et al.* 2017). Sin embargo, en el campo de la enseñanza de las ciencias experimentales, los pocos estudios existentes apuntan a que los resultados de aprendizaje mejoran en los cursos donde se sigue una metodología invertida en comparación con metodologías tradicionales.

### **1. Orígenes y bases pedagógicas del modelo de la clase invertida (MCI)**

El modelo didáctico de la clase invertida (MCI) o *Flipped classroom* en su versión en inglés, fue consolidado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams en 2007 en Estados Unidos, muchos años después que el físico Eric Mazur incursionara por primera vez en 1988 con la técnica *per instructions* o instrucción entre pares que motivaba a los estudiantes a trabajar colaborativamente en pareja los temas de estudio (Bergmann y Waddell, 2012). Este modelo

se basa en modificar la estructura tradicional de las clases, haciéndolas más cooperativa e interactivas, proponiendo el intercambiando de las actividades que realiza el docente con sus estudiantes en clases y en casa, para trasladar las tareas o ejercicios que los estudiantes hacen en casa al tiempo de la clase con la tutoría del docente y llevando a realizar el estudio en casa, a través de clases interactivas con vídeos tutoriales y guías de aprendizaje diseñadas para una plataforma virtual educativa (Bergmann y Waddell, 2012; Terrasa y Andreu, 2015).

Mediante el uso de internet los alumnos acceden a los contenidos de la asignatura visualizándolos fuera del aula, normalmente a través de videos. Este recurso permite al alumno tener un primer contacto con los temas de la materia y en clase, los alumnos realizan tareas de producción: debates, consultas, prácticas, aprendizaje basado en problemas (ABP) entre otros. De este modo, se utilizan las clases presenciales en el aula para profundizar y trabajar los contenidos, mediante actividades dinámicas que fomenten el trabajo colaborativo (Cornacchione y Barbagallo, 2014).

Este modelo permite que el alumno pueda obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia física del profesor. Constituye un enfoque integral para incrementar el compromiso y la implicación del alumno, de manera que construya su propio aprendizaje, lo socialice y lo integre a su realidad. El aula invertida permite también, que el profesor dé un tratamiento más individualizado, logrando así los componentes básicos para el aprendizaje como se aprecia en la Figura 2 (Martínez Olvera, 2014).





Figura No. 2. Componentes básicos para el aprendizaje en la clase invertida (Martínez Olvera *et al.* (2014).

Las bases pedagógicas que fundamentan el MCI son las propuestas para el enfoque constructivista sociocultural (Díaz Barriga y Hernández, 2010; González Gómez *et al.*, 2017; Santiago y Bergman, 2018; Arráez Vera *et al.* 2018) ya que las actividades de aula se planifican con el propósito de incentivar el aprendizaje colaborativo y cooperativo. Otros autores (Vidal Ledo *et al.*, 2016; Andrade y Chacón, 2018) concuerdan que el aula invertida se basa en el constructivismo sociocultural, ya que la actividad docente durante el proceso de instrucción queda definida y el profesor, con su orientación guía a los estudiantes en la medida que éstos asimilan los contenidos en la solución de diferentes tareas docentes según el tema que se aborde, de ahí que en este enfoque resulta importante destacar la interacción profesor-alumno como elemento esencial y el papel del que enseña como orientador del contenido para el logro de los objetivos previstos, lo que garantiza, en diferentes momentos del proceso docente, la actividad independiente del estudiante y el adecuado uso de los

recursos de aprendizaje que aportan la internet y la web, lo que en última instancia permite la asimilación del contenido.

### **1.1 Taxonomía de Bloom modificada y el MCI**

Como parte de los lineamientos del enfoque constructivista del modelo de la clase invertida, se destaca el desarrollo de los objetivos de aprendizaje a través de la Taxonomía de Bloom. Éste consiste en clasificar los objetivos del aprendizaje en cuanto al desarrollo de habilidades que están organizadas a modo de pirámide desde las más básicas hasta las más complejas (Galante, 2015; Melo y Sánchez, 2017). Originalmente el sistema de Bloom desarrollado en 1956 estaba descrito utilizando sustantivos y tenía un orden ligeramente diferente al que se utiliza ahora y que refleja las últimas revisiones actualizadas hecha a este modelo por Anderson y Krathwohl en el 2001 y Churches en el 2008 (Moreno y Cantos, 2017). La taxonomía de Bloom es considerada como el sistema más utilizado comúnmente para identificar y jerarquizar las habilidades que toda institución educativa debería desarrollar en sus alumnos.

Para comprender la relación entre la taxonomía de Bloom modificada y la MCI es importante recordar el objetivo de la clase invertida: invertir las actividades realizadas en el aula y en casa para facilitar el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior de manera colectiva con nuestros alumnos (Santiago y Bergman, 2018). En la Figura No. 3 se presenta la modificación hecha a la taxonomía de Bloom por Anderson y Krathwohl en el 2001 (A) y (B) la adaptación de Santiago y Bergman (2018).

Según la interpretación de los autores, el uso del MCI implica que las actividades que se realizan en casa son las que se ubican ahora en los niveles más bajos de la taxonomía

de Bloom, como se observa en la Figura No. 3, mientras que aquellas que requieren de mayor esfuerzo cognitivo se pueden realizar en la sala de clases con la orientación del profesor.

## **2. Dinámica educativa del MCI**

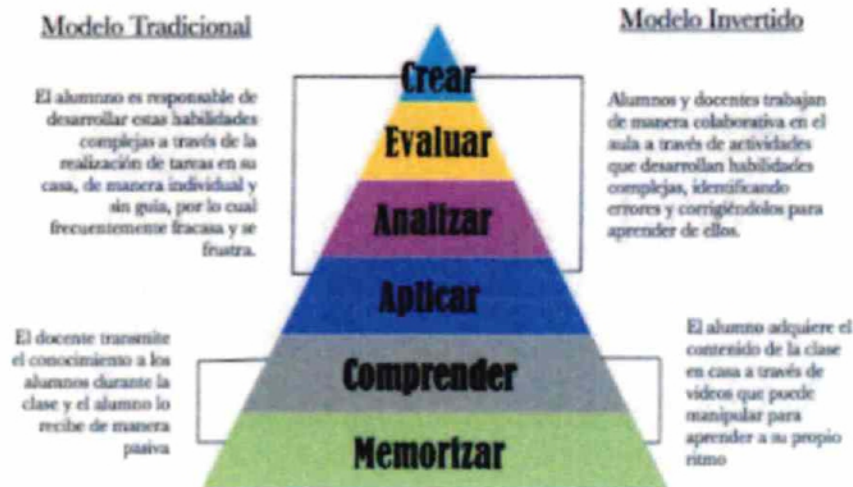
Melo y Sánchez (2017) consideran que la clase invertida se refiere a un conjunto amplio de consideraciones curriculares dirigidas a aumentar la participación de los estudiantes, tanto fuera como dentro del aula. Además, la realización de actividades centradas en el estudiante favorece y atrae de forma más eficaz al proceso de aprendizaje, tales como pequeñas investigaciones o la resolución de problemas o casos prácticos, demostrándose el impacto muy positivo en el proceso de aprendizaje, especialmente en el aprendizaje de la ciencia (González Gómez *et al.* 2017).

Para que esta dinámica se lleve a cabo, diversas investigaciones han recomendado varias etapas antes, durante y después de la aplicación del MCI para que se obtengan mayores y mejores resultados (Tourón *et al.* 2014; Martínez Olvera *et al.* 2014; Vidal Ledo *et al.* 2016; González Gómez *et al.* 2017; Melo y Sánchez, 2017), pero no se ha establecido una secuencia didáctica clara del mismo. Sin embargo, algunos autores (Escamilla *et al.*, 2014; Radman *et al.*, 2015; Raffaghelli, 2017; Santiago y Bergman, 2018) concuerdan en que hay momentos importantes que se deben tener en cuenta al aplicar el MCI como método de enseñanza:



A

### Taxonomía de Bloom y la Clase Invertida



B

Figura No. 3. Modificaciones de la taxonomía de Bloom para la clase invertida. (A) Modificación Anderson y Krathwohl en el 2001. (B) Adaptación Santiago y Bergman (2018).

**Momento 1.** Fuera del aula de clases. Se motiva al aprendizaje autónomo y al ritmo propio del estudiante, a través del material de estudio con videos educativos y textos.

**Momento 2.** En clases presenciales. Se promueve el trabajo grupal colaborativo de los temas estudiados con anterioridad y la evaluación formativa.

**Momento 3.** Los estudiantes evalúan su entendimiento y extienden su aprendizaje (Figura No. 4)



Figura No. 4. Momentos importantes durante la clase invertida (Escamilla *et al*, 2014)

Radman *et al.* (2015) propusieron rediseño de las etapas de atención para el desarrollo del MCI, como guía de preparación previa para el docente, y así minimizar los problemas relacionados con la poca atención o desmotivación de los estudiantes con el estudio individualizado previo que deben hacer (Figura No. 5).

### 3. Ventajas y desventajas del MCI

Como toda propuesta pedagógica para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, el MCI presenta ventajas y desventajas. Moreno y Cantos (2017) detallan algunas de las

fortalezas y debilidades que presenta el método, que se detallan a continuación en el Cuadro No 2.

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La clase se adapta al ritmo del estudiante.</li> <li>• Mejora significativamente el clima de trabajo en el aula.</li> <li>• Incrementa la atención educativa a cada estudiante.</li> <li>• Transforma la clase en un espacio de interactividad</li> <li>• Promueve la creatividad, el pensamiento crítico y la interacción social.</li> <li>• Incluye a todos los miembros de la comunidad educativa en el proceso de aprendizaje.</li> <li>• Evalúa no solo el resultado, si no, el proceso entero.</li> <li>• Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere una preparación previa de materiales y dinámicas. Esto conlleva esfuerzo y tiempo por parte del profesor/a.</li> <li>• El docente tiene que seleccionar rigurosamente los contenidos para preparar y organizar los videos y actividades que ayuden a alcanzar los objetivos preestablecidos.</li> <li>• Es imprescindible, para la visualización de los videos, que el alumnado disponga de conexión a Internet.</li> <li>• En caso de encontrarnos con alumnos/as que no dispongan de este recurso, el profesor/a puede grabar dichos videos en otros dispositivos electrónicos (DVD, USB, etc) como medida para solventar este problema.</li> </ul>

Cuadro No. 2. Fortalezas y debilidades del método de la clase invertida (Fuente: elaboración propia)

Es importante destacar que Raffaghelli (2017) llevó a cabo una revisión de la literatura existente entre 2013 y 2017 en 232 estudios sobre la aplicación del MCI y de los cuales 17 investigaciones encontradas fueron para la enseñanza a nivel superior. Sus hallazgos indicaron que un 80 % de las investigaciones a nivel superior demostraban un alto grado de efectividad positiva en los estudiantes como modelo instruccional por las destacadas fortalezas que se encontraron al aplicar el modelo, pero que concluían que se debía utilizar con mucha organización y cautela debido a que no podían dejarse de lado las debilidades detectadas.

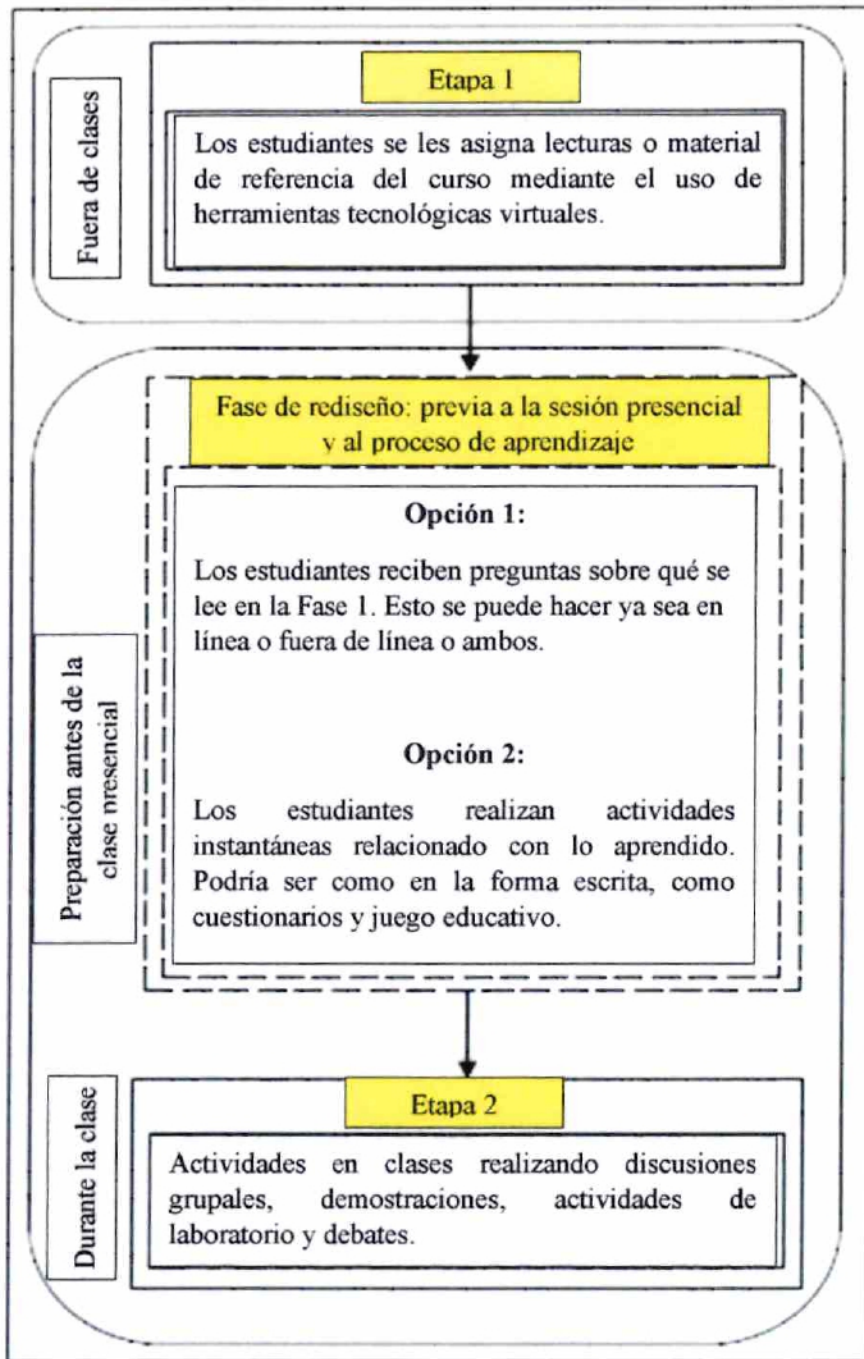


Figura No. 5. Rediseño de la etapa de preparación del aula invertida (Radman *et al.* (2015))

#### 4. La evaluación de los aprendizajes en el MCI

Para conseguir que el estudiante sea un agente activo en las clases, diversos autores sostienen que la metodología de enseñanza se convierte en elemento clave para el logro de los objetivos de aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández, 2010; Moreno y Cantos, 2017; Arráez Vera, 2018; Ureña y López, 2019). Es por esto por lo que, lo más relevante en la selección de un tipo de evaluación para el proceso educativo es que hay que tener en consideración la coherencia entre los objetivos propuestos, la estrategia metodológica diseñada y la estrategia evaluativa utilizada (IPCHILE, 2017). El MCI propone básicamente que el docente aproveche las potencialidades que presentan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para acercar al alumnado los recursos necesarios que pueden ser consultados fuera del aula y aprovechar, de este modo, el tiempo en clase y desarrollar actividades de carácter más práctico.

El desarrollo del MCI orienta al docente a trabajar las evaluaciones de los aprendizajes como se recomienda para las metodologías disruptivas, basados en el enfoque constructivista (Díaz Barriga y Hernández, 2010; González Gómez *et al*, 2017; Santiago y Bergman, 2018; Arráez Vera *et al.* 2018) Es indispensable que, en todo proceso educativo, se incorpore permanentemente la evaluación de los aprendizajes, tanto diagnóstica, formativa o sumativa, con esta última considerada como parte de la promoción y aprobación de las asignaturas por los estudiantes. Sin embargo, el cambio de paradigma en el proceso de enseñanza con las metodologías activas promueve la evaluación diagnóstica y formativa (Ureña y López, 2019) mediante el seguimiento del proceso de aprendizaje por ser realizada *in situ* y gracias a las aportaciones de los mismos estudiantes.

Al momento de llevar a cabo el proceso de evaluación de los aprendizajes a través del MCI, hay que tener en consideración las dimensiones de la evaluación de los aprendizajes,

con preguntas fundamentales que se derivan de los estudios realizados para el logro de la evaluación de los aprendizajes en cualquier contexto educativo: quién evalúa, cómo se evalúa, cuándo se evalúa, qué evalúa y qué tipo de evaluación se llevará a cabo (Figura No. 6). De esta forma, el docente decide la mejor estrategia de evaluación para los aprendizajes, basado en el método de enseñanza aplicado y los objetivos de aprendizaje propuestos (IPCHILE, 2017; Sánchez Rivas *et al.* (2019)



Figura No. 6. Dimensiones de la evaluación educativa para la clase invertida (IPCHILE, 2017)

Según algunos autores (Hernández Silva y Tecpan Flores, 2017; IPCHILE, 2017; Blasco-Serrano *et al.* 2018) consideran que para la evaluación de los aprendizajes en el MCI se debe tener en cuenta la cantidad de información entregada de cada tema tratado para ser

estudiada en casa a través de los vídeos educativos y del trabajo realizado en clases, dependiendo significativamente del desarrollo por etapas reguladas por tiempo por parte del docente. De igual forma, las propuestas de herramientas para la evaluación de los aprendizajes están relacionados con el tiempo y contenido del tema de estudio en casa, recomendando las evaluaciones formativas de los audiovisuales educativos, a través de preguntas relacionadas con el tema y que sean discutidas en clases. Además, los talleres grupales en clases se pueden evaluar de manera formativa con software educativos como *Socrative* y *Mentimeter* y la técnica de instrucción entre pares (*Peer instruction*) propuesta y desarrollada por Eric Mazur. También se recomienda que los docentes utilicen las rúbricas con criterios específicos de evaluación individual antes y durante la clase, como instrumento de comprobación de los aprendizajes (Flores *et al*, 2020).

### **C. Modelo Educativo basado en competencias a nivel superior**

La formación universitaria que parte de modelos basados en una concepción del conocimiento y de los contenidos como los objetivos primordiales del aprendizaje está siendo modificada, debido al acelerado cambio de los conocimientos, el acceso y la manera en cómo fluye y, en consecuencia, la provisionalidad de los saberes (Irigoyen *et al.*, 2011). Las instituciones educativas superiores en la era del conocimiento giran alrededor de la promoción de competencias, que son las que pueden dar repuestas a las exigencias del mundo actual. Estas mismas instituciones educativas, inmersas en una redefinición de sus políticas, programas, orientaciones, currículos y capacidades de gestión (Moncada-Cerón, 2013).

Durante las últimas décadas las competencias han penetrado en los diversos niveles educativos en los países de economías emergentes o en vías de desarrollo (Acuña *et al.* 2013), introduciéndose el concepto a partir del proyecto *Tuning* para América Latina, con la

finalidad de aumentar la demanda social y mejorar la preparación del educando para su incorporación al ambiente laboral (Tobón, 2006). Así, el modelo educativo basado en competencias se sustenta en un enfoque holístico de la educación, por lo que enfatiza el desarrollo constructivista de los conocimientos, las habilidades, actitudes y valores que permitan a los alumnos insertarse en la sociedad como agentes de cambio y que desarrollen los aprendizajes básicos: aprender a conocer (conceptos), aprender a hacer (procedimientos) y aprender a ser y convivir (actitudes) (Carabaña-Morales, 2011; García-Retana, 2011).

### **1. La educación basada en competencias en la era del conocimiento**

Los principios que sustentaron la realidad moderna durante gran parte del siglo XX se basaron en corrientes filosóficas como el positivismo, empirismo y conductismo, que requirieron pedagogías centradas en la transmisión de conocimiento para modelar la conducta humana (Moncada-Cerón, 2013). Algunos autores concuerdan que se han quedado atrás los esquemas que consideraban que el conocimiento era estable y que, al concluir una formación académica, ésta era suficiente para incorporarse al mundo productivo; (Aristimuño, 2004; Díaz-Barriga, 2006; 2011; Salas-Zapata, 2008; Irigoyen *et al.*, 2011). Sin embargo, el nuevo modelo educativo debe procurar una cualificación del individuo que le permita emprender acciones de planificación, ejecución y control autónomos, así como, utilizar los conocimientos y las destrezas y relacionarlos con los procesos y los productos ligados a la motivación y el aprendizaje autónomo (García-Retana, 2011).

Según Irigoyen *et al.* (2011) la educación basada en competencias requiere pasar de una lógica de la enseñanza que incluye sólo la modalidad discursiva, a otra en situaciones problema, en donde el docente auspicie, modele, ilustre y retroalimente los desempeños idóneos como alternativas de solución. Informes como los de la CEPAL y la UNESCO han

advertido, desde hace más de veinte años, que el conocimiento se convertirá en el elemento central para la nueva sociedad, incluso en el ámbito de la reproducción material de vida, obligando a la humanidad a desarrollar sus capacidades de innovación y creatividad. En este marco el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) será determinante para generar mayores posibilidades para la comunicación y el diálogo intercultural generando mayores posibilidades y condiciones de igualdad simbólica, revirtiéndose, así, la posición de rezago o de subordinación que las sociedades latinoamericanas presentan hoy frente al mundo industrializado (Valeiras y Meneses, 2005).

## 2. Revisión del concepto de competencia

La palabra *competencia* se deriva del griego *agon* y *agonistes*, que se refiere a quien se ha preparado para ganar en las competencias olímpicas, con la obligación de salir victorioso. En sus raíces latinas, el término reúne las palabras *comp*, que significa “pedir, aspirar, tender a” *petere*, idea de compañía, de compartir. Competencia es *competere*, es decir, ir al encuentro de una cosa. A partir del siglo XV, *competere* adquiere el significado de “pertener, incumbir, corresponder a” y crea el sustantivo “competencia” el adjetivo “competente” que significan “apto o adecuado” (Moncada-Cerón, 2013).

Con estas primeras definiciones etimológicas, los términos *aptitudes* y *habilidades* se encuentran de alguna forma relacionados con el de *competencias*, si bien el primero da cuenta de diversas disposiciones de cada individuo, el segundo remite a la pericia que ha desarrollado a partir de tales disposiciones. La incorporación del tema competencias a la educación es muy reciente, sea en el plano de la formulación curricular o en el plano de la organización de estrategias educativas en el aula, en este corto plazo se puede identificar la construcción de escuelas de pensamiento que tienen características propias y cuyo

conocimiento ayudará notoriamente a establecer orientaciones significativas para ambas tareas educativas, la curricular y la didáctica. (Díaz-Barriga, 2006; 2011).

Para Tobón (2006) y Tobón *et al.* (2010), con el desarrollo de competencias, se pretende responder a las presiones de índole social, económico y disciplinar: en lo social, al replantear una educación para la vida y para el trabajo con calidad; en lo económico, al responder a las demandas que las empresas hacen a las instituciones de educación superior en lo que corresponde a la formación de profesionales idóneos, lo que les permite competir con otras empresas tanto nacionales como internacionales; en lo disciplinar, implica trascender del énfasis en lo puramente conceptual y discursivo a la movilización de los saberes, que demandan habilidades de búsqueda, procesamiento, análisis y aplicación del saber de manera pertinente.

El proyecto *Tuning* (Beneitone *et al.*, 2007) define la competencia como: “una combinación dinámica de atributos, en relación con conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo o lo que los alumnos son capaces de demostrar al final de un proceso educativo”. En este contexto fueron propuestas diferentes tipos de competencias (Martens, 1996 citado por Rodríguez-Zambrano, 2007) dependiendo la finalidad en la formación educativa y el propósito del aprendizaje de los estudiantes y clasifican en básicas, genéricas o transversales y específicas.

### **3. Tipos de competencias**

Algunos autores (Perrenoud, 2004; Solanes Puchol *et al.*, 2008; Tobón *et al.*, 2010; Díaz Barriga, 2011; Zabalza, 2013) establecen que las competencias se han clasificado para

su mejor entendimiento y desarrollo de estas, en tres grandes grupos y que detallamos a continuación.

### **3.1 Competencias básicas**

Son la combinación de destrezas, conocimientos y actitudes que se aplican para adaptarse en diferentes contextos sociales. Podría decirse que son el conjunto de habilidades cognitivas, que suelen ser alcanzadas o logradas en el desarrollo educativo de una persona, las cuales son indispensables para poder tener un correcto desenvolvimiento personal y social. Se han definido 8 competencias básicas: comunicativas, matemática, conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y las TIC, social y ciudadana, artística y cultural, aprender a aprender, iniciativa y espíritu emprendedor.

### **3.2 Competencias genéricas o transversales**

Se refieren al conjunto de conocimientos, actitudes, valores y habilidades que están relacionados entre sí, ya que, en combinación, permiten el desempeño satisfactorio de la persona que aspira a alcanzar metas superiores a las básicas. Estas habilidades también se usan como atributos, características y cualidades, puesto que son capaces de desarrollarse en el aprendizaje cotidiano. Se han definido 27 competencias genéricas (Bravo-Salina, 2008) que son comunes a todos los grados de titulación.

#### **3.2.1 Instrumentales**

Son capacidades cognitivas, metodológicas, técnicas y lingüísticas que se consideran necesarias para la comprensión, la construcción, el manejo, el uso crítico y ajustado a las particularidades de las diferentes prácticas profesionales, de los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos profesionales. Estas competencias son nueve (9) descritas así:

capacidad de abstracción, análisis y síntesis; capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; capacidad para organizar y planificar el tiempo; conocimientos sobre el área de estudio y la profesión; responsabilidad social y compromiso ciudadano; capacidad de comunicación oral y escrita; capacidad de comunicación en un segundo idioma; habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación; capacidad de investigación.

### **3.2.2 Sistémicas**

Son aquellas habilidades y destrezas que conciernen a los sistemas como totalidad. Suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento, que permiten comprobar la interrelación entre el todo y las partes. Estas competencias son siete (7) descritas así: capacidad de aprender y actualizarse permanentemente; habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas; capacidad crítica y autocrítica; capacidad para actuar en nuevas situaciones; capacidad creativa; capacidad para identificar, plantear y resolver problemas; capacidad para tomar decisiones.

### **3.2.3 Interpersonales**

Son aquellas que poseen como objetivo la armonía interpersonal. Incluyen el desarrollo de destrezas individuales y sociales. Estas competencias son once (11) descritas así: capacidad de trabajo en equipo; habilidades interpersonales; capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes; compromiso con la preservación del medio ambiente; compromiso con su medio socio-cultural; valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad; habilidad para trabajar en contextos internacionales; habilidad para trabajar en forma autónoma; capacidad para formular y gestionar proyectos; compromiso ético; compromiso con la calidad.

### **3.3 Competencias específicas**

Las competencias específicas se adquieren con la transmisión y asimilación por parte de la persona, a partir de una serie de contenidos relativos a las áreas básicas del saber humanístico; conceptos, teorías, conocimientos instrumentales, habilidades de investigación, formas de aplicación o estilos de trabajo que definen una disciplina concreta. Competencias que resultan necesarias para dominar un conocimiento, para después aplicarlo a un área específica. En síntesis, las competencias *básicas* son ese conjunto de habilidades que se adquieren durante los primeros años de vida y que son indispensables para poder tener un correcto desarrollo personal; las *genéricas* son los atributos y cualidades que se refuerzan con la creatividad, innovación, etc.; y, por último, las competencias *específicas*, se refieren a un conocimiento mucho más especializado.

## **4. Concepto de competencias científicas: definición y dimensiones**

La teorización acerca de las competencias científicas, en las ciencias naturales, señala que se establecen a partir de observaciones de la naturaleza y el uso de métodos de análisis, modelos o teorías que, para ser válidos, deben ser sometidos a verificación experimental. Esto obliga necesariamente a formular planteamientos concretos y a analizar los datos de manera crítica (Torres *et al.*, 2013). Pero, con esta premisa de análisis formal del conocimiento científico se debe interpretar que el ciudadano común debe tener elementos importantes para comprender aspectos inherentes a fenómenos naturales y sacar de ellos interpretaciones concretas. En este contexto, se ha definido el *conocimiento de la ciencia* como el conocimiento del mundo natural, a través de las principales disciplinas científicas, esto es, la física, la química, la biología, las ciencias de la Tierra y del espacio y las tecnologías con base científica. Por su parte, el *conocimiento acerca de la ciencia* hace

referencia al conocimiento de los medios (investigación científica) y las metas (explicaciones científicas) de la ciencia (PISA-OCDE, 2015).

Por otra parte, algunos autores indican que la competencia científica se interpreta como una unidad que define el pensamiento científico como la capacidad de comprender los procesos de lo real, manejar el lenguaje de la ciencia de manera oral y escrita, dominar el lenguaje especializado de la ciencia, criticar las teorías de los demás y las propias, complementado con el trabajo en equipo (Chona Duarte *et al*, 2006; Alvarado *et al*, 2015; Goytia *et al*, 2015).

#### **4.1 Definiciones de competencia científica**

El tema de las competencias científicas podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda, las competencias que caracterizan a unos y a otros no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos los ciudadanos (Hernández, 2005).

Los datos aportados por estudios regionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA-OCDE, 2015) y el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE, 2015) de la UNESCO, para el aprendizaje de las Ciencias Naturales, indican un bajo rendimiento en los contenidos y destrezas logrados en esta asignatura. Si bien estos resultados no proceden de pruebas académicas formales, sino de evaluaciones de los

estándares mínimos en base a los objetivos educativos de los países miembros, por medio de un análisis de los currículos de las áreas evaluadas, dan las pautas para adoptar decisiones y políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos, principalmente en ciencia y tecnología (TERCE, 2015).

Según algunos autores, estas debilidades ocurren debido al limitado trabajo de procesos cognitivos y volitivos para el desarrollo de competencias científicas, a las prácticas de aula influenciadas por el positivismo que buscan el conocimiento objetivo y acumulativo, lejos de las tendencias actuales de la construcción del conocimiento científico y evidencia del predominio de una concepción tradicional centrada en la transmisión de información y el aprendizaje memorístico (García y Ladino, 2008; Castro, 2012; Torres, *et al.* 2013).

Dentro de las diversas definiciones sobre el concepto *competencia científica* presentada por diversos autores (Hernández, 2005; Chona Duarte *et al.*, 2006; García y Ladino, 2008; Fernández-López, 2011; Cañal, 2012; Castro, 2012; Alvarado Argueda *et al.*, 2015; Benarroch y Núñez, 2015; Coronado y Arteta, 2015; Franco-Mariscal, 2015; Goytia *et al.*, 2015; Caño y Burgoa, 2017) fue elegido para esta investigación la definición que se publicó para el proyecto del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) desde 2006 y actualizado al 2017 (Caño y Burgoa, 2017) y que se describe así: “*La capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él*” y se actualiza incluyendo la *habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como ciudadano reflexivo*. Este constructo de competencia científica en PISA se proyecta como el conjunto de capacidades que sería esperable que una alumna o

alumno científicamente competente desarrolle a lo largo de su vida, sean personas científicas o no, para que se conviertan en ciudadanas y ciudadanos informados y críticos del conocimiento científico

Teniendo en cuenta la exposición de Rebollo Bueno (2010), con relación a las comparaciones de las definiciones del concepto de competencia científica, se escogió esta definición expuesta para el proyecto PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017) por las siguientes razones didácticas: es aceptado como un término que representa las metas de la educación en ciencias que son aplicables a todos los estudiantes, sugiriendo la gran amplitud y el carácter aplicado que tiene como objetivo la educación en ciencias. Además, representa un continuo que engloba tanto el conocimiento científico como las habilidades científicas asociadas a la investigación en ciencias e incorpora una multiplicidad de dimensiones, incluyendo las relaciones entre la ciencia y la tecnología.

#### **4.2 Dimensiones e indicadores de las competencias científicas**

La competencia científica se estructura en grandes bloques que se denominan dimensiones. Cada una de estas dimensiones agrupa una serie de sub-competencias y para cada una de estas sub-competencias se señalan unos indicadores de evaluación que son las tareas u operaciones concretas que se espera que el alumnado sea capaz de desarrollar para demostrar el dominio de la competencia (Rebollo Bueno, 2010).

Alvarado Arguedas *et al.*, (2015) concretizan estas dimensiones, que se describen a continuación y que posteriormente Caño y Burgoa (2017) resumen tal como se presenta en la Figura No. 7:

**Contexto:** ámbitos en los cuales se emplean los conocimientos, capacidades y las actitudes científicas desarrolladas (personal, local o global).

**Capacidades:** se entienden como las estrategias, habilidades y destrezas que se utilizan para identificar e interpretar datos, fórmulas y pruebas a través de un pensamiento razonable, lógico y crítico. Por ende, permiten explicar, predecir y llegar a conclusiones propias sobre las circunstancias científicas.

**Conocimientos:** Se refiere a los saberes propios y a los que ocurren en su entorno, enfatizando en la comprensión de conceptos, principios y leyes de las diferentes disciplinas que atiende la ciencia, asimismo al conocimiento en dicha área. Es decir, los métodos científicos con los cuales se hacen las investigaciones y se logran explicar e interpretar los fenómenos

**Actitudes:** se encuentran enfocadas en el interés, motivación y curiosidad que debe tener un estudiante hacia la ciencia y su investigación, para que pueda tener una adquisición y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en beneficio personal, social y global, incluso debe valorar las repercusiones del avance tecnológico-científico y con ello ejercitar una responsabilidad hacia el desarrollo sostenible del medio ambiente y de su salud.

Según la interpretación de algunos autores (Zúñiga Meléndez *et al.*, 2011; Franco Mariscal, 2015; Padilla Canales *et al.*, 2016) las dimensiones de la competencia científica conllevan elementos que son necesarios para la adquisición de estas, indicándose que la dimensión contextual ubica al individuo en el ámbito personal, local o global para aplicar ese conocimiento sobre la ciencia y tecnología que puede adquirir, a través de contenidos o procedimientos que pongan de manifiesto el interés por la ciencia y la tecnología.

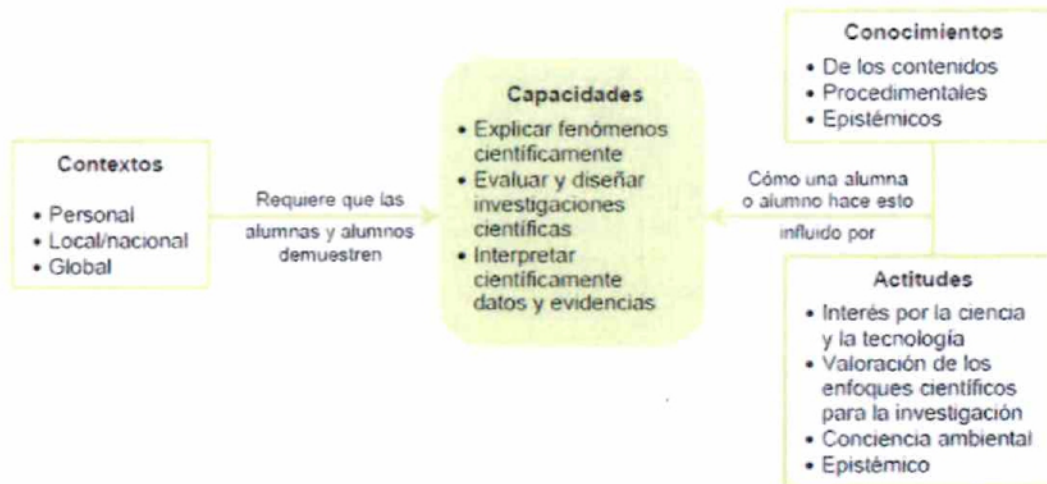


Figura No. 7. Dimensiones de las competencias científicas interrelacionadas (Caño y Burgoa 2017).

Dentro de las cuatro dimensiones que propuso el proyecto PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017) y que se presentan completas en la sección de Anexo 4, para esta investigación se eligieron dos de ellas: las dimensiones conocimientos y actitudes, ya que los indicadores de evaluación propuestos para estas dimensiones cumplían con el desarrollo de los objetivos de investigación (Cuadro No. 3).

Rebollo Bueno (2010), indica que las competencias científicas conocimientos, capacidades y actitudes son interdependientes, es decir que, para cada una de ellas, se debe hacer hincapié en una serie de elementos tales como la reflexión crítica, la creatividad, la iniciativa, la resolución de problemas, la evaluación de riesgos, la toma de decisiones y la gestión constructiva de los sentimientos.

DIMENSIONES	CAPACIDADES O SUBCOMPETENCIA	INDICADORES
Conocimientos	- Conceptual o de contenidos	- Identifica los principales elementos del entorno natural, analizando sus características más relevantes, su organización e interacciones.
		- Apoya con ejemplos específicos el conocimiento de conceptos generales.
		- Relaciona conceptos científicos con los comportamientos y propiedades de los sistemas materiales.
	- Procedimental	- Actúa ordenadamente y según fines propuestos en sus actividades científicas y tecnológicas.
		- Busca pruebas que confirmen o desechen teorías o hipótesis.
		- Coopera en el trabajo en grupo y asume responsabilidades.
Actitudes	- Interés por la ciencia y la tecnología. - Valoración de los enfoques científicos para la investigación. - Conciencia ambiental.	- Demuestra el interés por la ciencia y la tecnología.
		- Demuestra una actitud reflexiva ante los fenómenos científicos y los productos tecnológicos.
		- Demuestra un sentido de responsabilidad personal sobre la conservación de un medio ambiente sostenible.

Cuadro No. 3. Dimensiones seleccionadas de las competencias científicas según PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017).

### **4.3 Evaluación de las competencias científicas**

En todos los niveles educativos, cobra mucha importancia la evaluación de los aprendizajes para garantizar los requisitos mínimos de promoción de los estudiantes (Cañal, 2012). Son varios los autores que han establecido que la evaluación en la formación universitaria cumple dos funciones fundamentales; por una parte, la función sumativa de certificación de unos aprendizajes exigidos y, por otra, la función formativa para favorecer el logro de dichos aprendizajes, a través de las competencias o de los elementos de las competencias propuestas para los perfiles profesionales (Villardón Gallego, 2006; Díaz Barriga, 2006; Poblete Ruíz, 2007; Tobón *et al.*, 2010; Moncada-Cerón, 2013).

Para evaluar las competencias, incluyendo las competencias científicas, el primer requisito imprescindible es establecer con claridad qué rasgos personales caracterizan la posesión, en algún grado, de esta competencia por los estudiantes. Lograda esa caracterización, el problema didáctico se centra en determinar momentos, procedimientos y herramientas adecuadas para estimar la presencia y nivel de desarrollo de los aspectos identificadores para la competencia científica en el alumnado (Rodríguez Zambrano, 2007; Irigoyen *et al.*, 2011; Cañal, 2012).

La evaluación de competencias requiere distintos procedimientos y técnicas de evaluación según las competencias que desea evaluar (Cuadro No 4). Puede intentarse evaluar conocimientos, utilizando diversas técnicas: pruebas de respuesta larga, pruebas de respuesta corta, pruebas objetivas, pruebas con preguntas abiertas, etc. La evaluación de habilidades y destrezas o cómo aplicar los conocimientos a situaciones concretas, requiere pruebas tales como: escribir determinados tipos de escritos, desarrollar diferentes tipos de pensamiento. La evaluación de actitudes y valores requiere: técnicas de observación, pruebas de autoevaluación, escalas de actitudes, etc. (Poblete Ruíz, 2007).

Para resumir, y como se expresa en la literatura sobre evaluaciones de las competencias genéricas y científicas (Villa y Poblete Ruíz, 2011; Cañal, 2012; Goytía *et al*, 2015), la evaluación de las competencias científicas involucra el grado de significatividad, integración y funcionalidad por parte del docente y los estudiantes para compendiar la adquisición de los saberes propuestos para la educación. Es por esto, que la competencia científica no es algo que se posea o no en términos absolutos, sino que su desarrollo es un proceso continuo en el que hay distintos grados, de forma que ésta podría y debería progresar a lo largo de la escolaridad y más allá de la misma.

<b>Técnica</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Actitudes</b>
<b>Prueba objetiva</b>		XX	
<b>Solución de problemas</b>	XX	XX	XX
<b>Mapa conceptual</b>	X	XX	
<b>Presentación oral</b>	X	XX	
<b>Diario</b>	XX	X	XX
<b>Observación</b>	XX	X	XX
<b>Debate</b>	XX	X	XX
<b>Resolución caso</b>	XX	XX	X
<b>Proyecto</b>	XX	XX	XX
<b>Portafolios</b>	XX	XX	XX
<b>Ensayo</b>	X	XX	

Cuadro No. 4. Técnicas de evaluación recomendadas para los aprendizajes por competencias (Poblete Ruíz, 2007)

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO METODOLÓGICO**

## A. Diseño y Tipo de Investigación

Esta investigación se realizó durante el segundo semestre académico 2017 con una muestra de estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación en la Universidad de Panamá. El título obtenido en esta licenciatura habilita a los egresados a ejercer como maestros de educación primaria en el ciclo de educación básica general en Panamá. El estudio se realizó en el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales, impartida en el segundo semestre de segundo año de la carrera, como asignatura obligatoria del plan de estudios y con 4 horas semanales de contacto y 3 créditos (ver Anexos 1).

En función a los objetivos planteados en este estudio, la investigación fue experimental, transeccional, descriptiva y exploratoria, ya que es un tema poco estudiado (Hernández Sampieri *et al.*, 2014) que buscaba identificar las competencias de referencia del programa internacional PISA 2015, escogidas para esta investigación, con miras para el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales, a través de una pre-prueba de conocimientos, para luego interpretar el desarrollo de las mismas en el aula y en los contextos significativos de los discentes objeto de estudio, después de la intervención educativa con el MCI.

Las fuentes primarias fueron todos los estudiantes que participaron de la asignatura Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) en la carrera de Educación Primaria de la Universidad de Panamá y como las fuentes secundarias se contemplaron el programa analítico por competencias del curso Bio 210 de la carrera en Educación primaria de la Universidad de Panamá, los boletines informativos del Departamento de Estadística de la Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria (DIGEPEU) y la literatura

referenciada con la educación STEM, el MCI y las competencias científicas descritas para el programa PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017).

## **B. Hipótesis**

Según el diseño de investigación planteado, se formularon las siguientes hipótesis:

- **Nula:** No se observarán diferencias significativas en el desarrollo de competencias científicas seleccionadas del programa PISA 2015 entre los grupos experimental y control de esta investigación posterior a la implementación del MCI.
- **Alternativa:** Se observará diferencia significativa en el desarrollo de competencias científicas seleccionadas del programa PISA 2015 entre los grupos experimental y control de esta investigación, posterior a la implementación del MCI.

## **C. Definición conceptual y operacional de variables**

- **Variable Independiente: Modelo de clase invertida (MCI)**

Definición conceptual:

Enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo (en el aula) a un espacio de aprendizaje individual al estudiante (en casa) y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema (Vidal Ledo *et al*, 2016).

- **Variable dependiente: Competencias científicas**

Definición conceptual:

Debido a las diversas definiciones sobre el concepto *competencia científica* encontradas en la literatura consultadas (Hernández, 2005; Chona Duarte *et al.*, 2006; García y Ladino, 2008; Fernández-López, 2011; Cañal, 2012; Castro, 2012; Alvarado Argueda *et al.*, 2015; Benarroch y Núñez, 2015; Coronado y Arteta, 2015; Franco-Mariscal, 2015; Goytia *et al.*, 2015; Caño y Burgoa, 2017) se eligió para esta investigación la definición que se publicó para el proyecto del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) desde 2006 y actualizado al 2017 (Caño y Burgoa, 2017) y que se describe así: “*La capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él*” y se actualiza incluyendo la “*habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como ciudadano reflexivo*”. En el Cuadro No. 5 se presenta la descripción de las variables contempladas en esta investigación, y se indican las definiciones operacionales e indicadores. Para esta investigación, se seleccionaron las dimensiones de conocimiento y actitudes, con énfasis en los indicadores conceptuales, procedimentales y actitudinales.

#### **D. Población y muestra de estudio**

La población contemplada para esta investigación fueron estudiantes diurnos del curso de Principios básicos de Ciencias Naturales (Bio 210), de la carrera de Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación en la Universidad de Panamá, durante

el segundo semestre académico de 2017. La muestra se obtuvo a través del diseño probabilístico de muestreo aleatorio simple (MAS) (Hernández-Sampieri *et al*, 2014) y procesado con el programa Excel para Microsoft 365 (Cuadro No.6). El programa sintético de la asignatura utilizado para la intervención educativa presenta una frecuencia de 4 horas de semanales, en dos sesiones de dos horas teóricas y dos horas prácticas para tres créditos académicos (ver Anexos 1). El contenido programático del curso se divide en 5 módulos, que abordan conceptos generales sobre la materia y los seres vivos, relacionados principalmente con temas biológicos y de la cual se seleccionó el Módulo 1 para el planeamiento didáctico del MCI para la secuencia programática del curso.

Durante la investigación participaron 88 estudiantes, distribuidos en las cuatro instalaciones de educación superior obtenidas por el diseño de muestreo: Campus Octavio Méndez Pereira y Centros Regionales de San Miguelito y Panamá Oeste. Se decidió excluir para este estudio al Centro Regional Universitario de Los Santos, debido a que no hubo matrícula para el curso Bio 210 en el segundo semestre 2017 (Cuadro No.6).

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<b>INDEPENDIENTE</b> Modelo de clase invertida (MDCI)	Enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo (en el aula) a un espacio de aprendizaje individual al estudiante (en casa) y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema (Vidal Ledo <i>et al.</i> , 2016)	El MCI fue implementado en 8 sesiones presenciales para cada grupo de estudiantes seleccionado siguiendo el diseño didáctico de Santiago y Bergman (2017) y la plantilla de programación de la clase invertida (Santiago, 2013). Los temas tratados fueron: Bloque 1. Método científico Bloque 2. Biomoléculas Bloque 3. La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesiones individuales a distancia con videos tutoriales y documentos para estudio de temas</li> <li>- Sesiones grupales con trabajo colaborativo y resolución de problemas o talleres basado en las actividades previas.</li> <li>- Evaluación formativa y sumativa</li> </ul>
<b>DEPENDIENTE</b>  Competencias científicas	Capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él.	Capacidades clasificadas en cuatro dimensiones: contexto, capacidades, conocimiento y actitudes, en donde el alumno va a participar trabajando en grupo, va a interactuar con sus compañeros y con el profesor, con el fin de buscar, analizar e interpretar la información (Caño y Burgoa 2017). Esta variable será medida por pruebas de conocimiento y rúbricas estructuradas.	<b>DIMENSIÓN CONOCIMIENTO</b>
			1. CONCEPTUAL
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los principales elementos del entorno natural, analizando sus características más relevantes, su organización e interacciones.</li> <li>• Apoya con ejemplos específicos el conocimiento de conceptos generales.</li> <li>• Relaciona conceptos científicos con los comportamientos y propiedades de los sistemas materiales.</li> </ul>
			2. PROCEDIMENTAL
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actúa ordenadamente y según fines propuestos en sus actividades científicas y tecnológicas.</li> </ul>

Cuadro No. 5. Descripción de las variables independiente y dependiente definidas en la investigación.

Fuente: elaboración propia

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
DEPENDIENTE			<p><b>CONOCIMIENTO</b> 2. PROCEDIMENTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Busca pruebas que confirmen o desechen teorías o hipótesis.</li> <li>• Coopera en el trabajo en grupo y asume responsabilidades.</li> </ul> <p><b>ACTITUDES</b></p> <p><b>A. INTERÉS POR LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra que el interés por la ciencia y la tecnología.</li> </ul> <p><b>B. VALORACIÓN DE LOS ENFOQUES CIENTÍFICOS PARA LA INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra una actitud reflexiva ante los fenómenos científicos y los productos tecnológico.</li> </ul> <p><b>C. CONCIENCIA AMBIENTAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestra un sentido de responsabilidad personal sobre la conservación de un medio ambiente sostenible.</li> </ul>
Competencias científicas			

Cuadro No. 5. Descripción de las variables independiente y dependiente definidas en la investigación (continuación)

Fuente: elaboración propia

SEDE	EM FE	ELE PC	E BIO 210	Nº GRUPOS D/V/N	MAS	SEDE	Nº GRUPOS D/V/N	ESTIMACION
1. CAMPUS	1445	244	60	2	7	LOS SANTOS	0	0
2. AZUERO	120	45	9	1	1	CAMPUS	2	60
3. BOCAS DEL TORO	473	361	118	2	5	SAN MIGUELITO	2	57
4. COCLE	234	53	10	1	10	PANAMA OESTE	2	45
5. COLON	582	153	23	2	<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>162</b>
6. DARIEN	28	14	0	0				
7. LOS SANTOS	146	3	0	0				
8. PANAMA ESTE	138	108	20	1				
9. PANAMA OESTE	490	148	45	2				
10. SAN MIGUELITO	578	288	57	2				
11. VERAGUAS	406	151	33	1				
<b>TOTAL</b>	<b>4640</b>	<b>1568</b>						

MAS	SEDE	ED	GC	GE
7	CRU LOS SANTOS	0		
1	CAMPUS	35	17	18
5	CRUSAM	32	15	17
10	CRUPO	21	8	13
<b>TOTAL</b>		<b>88</b>	<b>40</b>	<b>48</b>

EMFE = ESTUDIANTES MATRICULADOS FACULTAD DE EDUCACION 2016

ELEPC = ESTUDIANTES DE LIC. EDUCACION PRIMARIA COMPLETA

EBIO 210 = ESTUDIANTES EN BIO 210 DEL 2DO. AÑO DE LA CARRERA

MAS = MUESTREO ALEATORIO SIMPLE

D/V/N= DIURNO/VESPERTINO/NOCTURNO

ESTIMACION = NÚMERO DE ESTUDIANTES ESTIMADOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN

ED= ESTUDIANTES DIURNOS

GC= GRUPO CONTROL                      GE= GRUPO EXPERIMENTAL

Cuadro No. 6. Estimación de la muestra de estudiantes seleccionada para la investigación basado en el número de estudiantes matriculados en el segundo semestre académico 2017. Fuente: DIGEPLU-UP (2018).

## **E. Diseño de instrumentos para la investigación**

Se diseñaron cuatro instrumentos para esta investigación, basados en los objetivos planteados (ver Anexos 2). Los instrumentos utilizados fueron revisados para su coherencia y validez de contenido por el método de juicio de expertos en el Centro Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología y para la fiabilidad se llevó a cabo una prueba piloto (Supo, 2013) durante el segundo semestre 2016 con un grupo de 26 estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210), quienes dieron su consentimiento informado, voluntario y anónimo para la participación en dicho proceso. Para el análisis de datos de la prueba piloto, se siguió el enfoque de análisis de consistencia interna de los ítems, a través del cálculo de los coeficientes de Alpha de Crombach (Hernández Sampieri *et al.* 2014).

### **1. Instrumento No. 1. Cuestionario para el grado de percepción por los maestros en formación sobre las competencias científicas que promueve la enseñanza de las ciencias naturales**

Se adaptó el cuestionario sobre la percepción de la enseñanza por competencia de García Fernández *et al.* (2017), utilizando la escala tipo Lickert para determinar el grado de percepción de los estudiantes participantes en la intervención educativa, con una ponderación de 1 para muy en desacuerdo, 2 para indiferente y 3 para de acuerdo (ver Anexo 2). Este instrumento estuvo dividido en dos partes: la primera parte relacionada con los datos generales básicos, con la finalidad de ubicarse en el contexto del estudiantado de las sedes visitadas y para la segunda parte se formularon 15 preguntas relacionadas con la percepción de las competencias científicas que promueve la enseñanza de las ciencias naturales.

## **2. Instrumento No. 2. Pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas de PISA 2015**

Se utilizó el programa sintético por competencias del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) (ver Anexo 1) y se seleccionaron los temas académicos contemplados para el Módulo 1: Orígenes y bases químicas de la vida. Este programa sintético del curso Bio 210 fue elaborado por una comisión académica de la Escuela de Biología, siguiendo los lineamientos solicitados por la Facultad de Educación basado en competencias, para la actualización de la carrera en Educación Primaria en el año 2013. Se realizaron ajustes en el orden del contenido del programa sintético con la finalidad de llevar a cabo una adecuada secuencia didáctica de los temas. El instrumento contaba con 30 preguntas (ver Anexo 2), divididas en tres áreas relacionadas con los temas académicos tratados para esta investigación: Método científico, bases químicas de la vida y la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.

## **3. Instrumento No. 3. Cuestionario para el nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida**

Se adaptó el cuestionario sobre la satisfacción de la enseñanza por el MCI para competencia de Gómez González *et al.* (2017), utilizando la escala tipo Lickert para determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes participantes en la intervención educativa, con una ponderación de 1 para muy en desacuerdo, 2 para indiferente y 3 para de acuerdo (ver Anexo 2). Se utilizó el reactivo matemático de Estimador de Satisfacción Estudiantil (Figura No. 8) para calcular el índice de satisfacción de los estudiantes a nivel

superior según Sánchez Quintero (2018), en donde los resultados se comparan con una escala de valoración de 1 a 7, siendo 1 totalmente insatisfecho y 5 totalmente satisfecho.

Formula de cálculo para hallar el índice de satisfacción

$$I^c = \frac{M - 1}{K - 1}$$

Donde

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k i n_i \text{ y } 1n_1 + 2n_2 + \dots + kn_k = \sum_{i=1}^k i n_i.$$

M = Suma ponderada del número de estudiantes multiplicado por cada calificación otorgada a cada pregunta.

K = El número de opciones de respuesta de las distintas preguntas formuladas a los estudiantes en este caso K = 6.

$n_i$  = Es el número de estudiantes que responden a la pregunta respectiva con la opción i.

Figura No. 8. Fórmula adaptada para calcular el índice de satisfacción estudiantil por la implementación del MCI, según Sánchez Quintero (2018).

## F. Procedimiento

### 1. Etapa de capacitación de la investigadora sobre la educación STEM y el MCI

Antes de realizar mi investigación de tesis doctoral sobre el tema propuesto, realicé varias capacitaciones, nacionales e internacionales, sobre la educación STEM y el MCI, con la finalidad de tener bases sólidas sobre la metodología de enseñanza y su aplicación a nivel de la educación superior.

En el año 2016, el Consejo de Rectores de Panamá, la Asociación de Universidades Privadas de Panamá y el Ministerio de Educación (MEDUCA) junto con el organismo internacional Laspau (*Academic and Professional Programs for the Americas*), afiliado con la Universidad de Harvard, llevaron a cabo la capacitación de 110 profesores, de 10 universidades oficiales y particulares del área científica en la educación STEM (*Science,*

*Technology, Engineering and Math* en sus siglas en inglés). El proyecto tuvo como objetivo fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de STEM en Panamá mediante el uso del aprendizaje centrado en el alumno y la creación de comunidades de práctica en cada una de las 10 universidades participantes.

La Universidad de Panamá seleccionó para este programa de capacitación 10 profesores de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, entre los cuales participé junto con mi asesor de tesis. En ese curso de 110 horas de trabajo semipresencial, se implementaron las sesiones de la clase invertida o *flipped classroom* como método de trabajo, a través de la plataforma educativa *Schoology*, y se ofrecieron diversas estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias que buscan promover el trabajo colaborativo, tales como aprendizaje basado en proyectos (ABP), instrucción entre pares (*peer instruction*) y la evaluación auténtica en el aula de clases (Figura No. 9).

En el año 2017, participe del programa de certificación internacional virtual sobre Flipped learning<sup>1</sup>, ofrecida por el Dr. Jonnthan Bergman co-creador del MCI y el Dr. Raúl Santiago de la Universidad de la Rioja, España, con la finalidad de reforzar la capacitación ofrecida por Laspau sobre la clase invertida y aplicación en la educación superior (Figura No. 9). De igual forma en el año 2018, participé de la Diplomatura STEM-STEAM, ofrecida por la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia, a través del Portal Educativo de las Américas. Esta capacitación me permitió ampliar los conceptos sobre la educación STEM y su relación con las metodologías disruptivas como el MCI y llevar a cabo un mejor análisis sobre los datos obtenidos, luego

---

<sup>1</sup> <https://learn.flglobal.org/courses/FLCertificationNivel1>

Enlace de referencia del Flipped Learning Global initiative, institución certificadora

de la intervención educativa y el desarrollo de competencias científicas en maestros en formación (Figura No. 10).



Figura No. 9. Profesores participantes y autoridades de la Universidad de Panamá en el proyecto educativa STEM Panamá, 2016.



Figura No. 10. Certificaciones internacionales sobre Flipped Learning (2017) y Educación STEM-STEAM (2018) como parte de la capacitación para la investigación doctoral.

## **2. Etapa de prueba piloto para la implementación del MCI**

Se llevó a cabo una prueba piloto (Supo, 2013) durante el segundo semestre de 2016 con 26 estudiantes del curso Principios básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación del Campus Octavio Méndez Pereira en la Universidad de Panamá. Esta prueba piloto tuvo el propósito de validar la confiabilidad y fiabilidad de los instrumentos de investigación, a través del coeficiente de Alfa de Cronbach, con un valor de aceptación de 0.8 (ver Anexo 3), con los datos obtenidos con la intervención educativa.

El diseño de la investigación en esta fase fue pre-experimental con un solo grupo, ya que se manipuló la variable independiente con el fin de observar su efecto sobre la variable dependiente y se aplicó un pre-prueba y post-prueba con el fin de evaluar los resultados antes y después de la intervención del MCI para una comparación estadística. En esta fase, se le solicitó el consentimiento informado de los participantes al inicio de la intervención y aplicó el pretest de conocimiento de 30 preguntas sobre los tres temas que fueron tratados, como el método científico, bases químicas de la vida y la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos, además de las pruebas de percepción de la educación STEM y competencias científicas y el grado de satisfacción con la metodología. Se explicó a los estudiantes la metodología de MCI, el calendario de trabajo y la información detallada del contenido de videos y material de estudio que sería usado para la atención a distancia, depositado en una cuenta de *Google drive*, como entorno virtual de aprendizaje de los temas del curso que serían evaluados (ver Anexos 5).

La información suministrada con esta prueba piloto se analizó para validar los instrumentos de investigación y el desarrollo de la intervención educativa. El contenido

preliminar de los resultados se presentó en el III Congreso Científico de la Universidad Autónoma de Chiriquí en agosto 2017 (ver Anexo 6).

### **3. Fases de intervención educativa con el MCI**

Para llevar a cabo esta fase, se diseñó una programación semanal para cuatro semanas en cada sede visitada, según etapa de trabajo (Cuadro No. 7). Cada semana constaba de dos sesiones presenciales de dos horas académicas cada sesión, como establece la programación curricular del curso en el plan de estudios, haciendo un total de 16 sesiones de visitas para cada sede universitaria. Además, se diseñó la planificación didáctica del MCI según Pasmíño Cruzatti (2014) para desarrollar la secuencia correspondiente a una clase invertida (ver Anexo 7) y se entregó el plan de trabajo a seguir, tanto a los docentes encargados, como a los estudiantes (Cuadro No. 8)

Se solicitaron los permisos correspondientes a las autoridades encargadas de las actividades académicas-administrativas de las sedes, para el ingreso y atención de los estudiantes durante la intervención educativa. De esta forma, se le notificó por escrito a la directora de la Escuela de Formación Pedagógica de la Facultad de Ciencias de la Educación en el Campus Octavio Méndez Pereira y a los Directores de Centros Regionales Universitarios (CRU) de San Miguelito y Panamá Oeste, al igual que a los profesores encargados de los cursos durante ese semestre para la visita y desarrollo de la intervención educativa (ver Anexos 8).

Etapa de Trabajo Sede	Fase Diagnóstica	Fase de Capacitación	Fase de Implementación	Fase de Evaluación
	Fechas Presenciales II Sem 2017	Fechas Presenciales II Sem 2017	Fechas Presenciales II Sem 2017	Fechas Presenciales II Sem 2017
<b>Campus Octavio Méndez Pereira</b>	15 y 18 agosto	22 y 25 agosto	28 ago y 1 sept	5 y 8 sept
<b>CRU San Miguelito</b>	4 y 5 sept	11 y 12sept	18 y 25 sept	26 y 2 oct
<b>CRU Panamá Oeste</b>	5 y 6 oct	12-13 oct	19-20 oct	26-27 oct

Cuadro No.7. Cronograma de visitas por fecha y etapa de trabajo en las sedes seleccionadas universitarias de la Universidad de Panamá. Fuente: elaboración propia

### 3.1 Fase 1. Diagnóstica, capacitación y aplicación de pre-test

En esta fase se informó a todos los estudiantes que aceptaron participar de la intervención educativa y a los docentes, el propósito de la investigación y la metodología que se utilizaría para la misma. Se procedió a aplicar los instrumentos No. 1 y 2 (ver Anexo 2) a todo el grupo completo, para luego dividir en dos grupos a los participantes seleccionados, con la finalidad de contar con un grupo control en cada sede que atenderían los profesores encargados y llevar a cabo las comparaciones metodológicas respectivas.

UNIVERSIDAD DE PANAMA

FACULTAD SEDE: CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
 ASIGNATURA: PRINCIPIOS BASICOS DE CIENCIAS NATURALES (BIO 210)  
 SEDE UNERSITARIA \_\_\_\_\_

CARRERA: LICENCIATURA EN EDUCACION PRIMARIA  
 CODIGO DE HORARIO: 6919  
 SALÓN DE CLASES \_\_\_\_\_

PLAN DE TRABAJO  
 INTERVENCIÓN EDUCATIVA-TESIS DOCTORAL 2017

Profesora encargada: **Mgter. Maricel Tejeira R.**  
 Contactos: e-mail [tejeira13@gmail.com](mailto:tejeira13@gmail.com), Tel. 523-6247/6209

Facultad de servicio: Ciencias Nat. Exac. y Tec. – Depto. de Zoología  
 Oficina: Escuela de Biología, secretaría administrativa, planta baja

**COMPETENTICAS:**

- Aplica y relaciona el uso del método científico para resolver problemas vinculados con la vida cotidiana
- Describe y compara las teorías que proponen los orígenes de la vida sobre la Tierra.
- Explica y relaciona los orígenes y bases químicas de la vida que rigen y permiten funcionar a los sistemas biológicos.
- Reconoce y diferencia la estructura y función de los organelos celulares en procariontas y eucariontas

Semana de Intervención	Tema	Actividades en casa	Prácticas en clases
1	Método científico	Vídeo y estudio individual sobre el método científico. Preguntas sobre el tema. Plataforma <i>Schoology</i>	Explicación de la metodología de trabajo presencial y a distancia. Práctica 1. El método científico y su aplicación en la vida cotidiana. Trabajo presencial colaborativo.
2	Orígenes y bases químicas de la vida	Vídeos y estudio individual sobre las Teorías del origen de la vida sobre la Tierra. Vídeos y estudio individual sobre bioelementos y el agua en los procesos vitales. Preguntas sobre el tema.	Práctica 2. Teorías del origen de la vida sobre la Tierra. Trabajo presencial colaborativo. Práctica 3. Bioelementos y el agua en los procesos vitales. Trabajo presencial colaborativo.
3	Orígenes y bases químicas de la vida	Vídeos y estudio individual sobre las biomoléculas orgánicas: carbohidratos o glúcidos, lípidos o grasas, proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas.	Práctica 4. Las biomoléculas orgánicas. Trabajo presencial colaborativo con presentaciones grupales
4	La célula: estructura y función	Vídeo y estudio individual sobre las células y sus partes: célula procariota (bacterias) y eucariota (célula animal y vegetal)	Práctica 5. Parte a. Crucigrama sobre las partes de la célula. Parte b. Modelización de la célula. Trabajo presencial colaborativo con presentaciones grupales
5	<b>PRUEBA</b>	<b>POSTEST</b>	

Cuadro No. 8. Distribución del plan de trabajo para la intervención educativa con MCI durante el segundo semestre 2017.

De esta forma, el número de estudiantes total que participó de la investigación fue 88, divididos en 45 estudiantes que fueron atendidos con el MCI y 43 estudiantes como grupo control. Cada sede visitada contó con el siguiente número de estudiantes participantes:

<b>GRUPO</b> <b>SEDE</b>	<b>CONTROL</b> <b>n</b>	<b>EXPERIMENTAL</b> <b>n</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Campus Octavio Méndez Pereira	18	17	<b>Grupo control</b> se siguió una metodología de instrucción tradicional (MIT) consistente en clases teóricas magistrales utilizando presentaciones multimedia y talleres prácticos grupales en clases o investigaciones en casa. Los talleres prácticos fueron proporcionados por la investigadora al docente encargado como recursos didácticos dentro del esquema de trabajo.
CRU San Miguelito	17	15	
CRU Panamá Oeste	8	13	<b>Grupo Experimental</b> Los estudiantes de este grupo siguieron una metodología de clase invertida o MCI. El esquema temporal del curso fue el mismo que el seguido en el grupo control.

Cuadro No. 9. Número de estudiantes que participaron en la intervención educativa del MCI según sede visitada. Fuente: elaboración propia

Se utilizaron los instrumentos de investigación propuestos y validados en la prueba piloto, que contemplaban diagnosticar la procedencia escolar de los estudiantes participantes, su percepción sobre las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias. De igual forma, se aplicó la prueba pre-test de conocimientos previos sobre tres los temas propuestos para la investigación, extraídos del programa analítico del curso. Se le explicó a los estudiantes el MCI como metodología de trabajo, el uso de videos educativos como apoyo al estudio a distancia, a través de los entornos virtuales de aprendizaje como la plataforma educativa *Schoology*® y la aplicación *WhatsApp* para aquellos estudiantes que sólo contaban con dispositivos móviles con data. Además, se indicó el trabajo en clases presenciales con las prácticas o talleres sobre los temas que se harían según la programación.

### 3.2 Fase 2. Implementación del MCI

Para llevar a cabo el MCI, se usaron dos formas de interactividad y conectividad para la ejecución de la intervención educativa: la primera descrita por Santiago y Berdman (2017), a través de una plataforma educativa gratuita de aprendizaje *Schoology*® (Figura No. 11), para los estudiantes que contaban con dispositivos electrónicos como las computadoras personales, tabletas o teléfonos móviles con conexión a internet y la segunda alternativa descrita por Suárez Lantarón (2017) con la aplicación *WhatsApp* para los estudiantes que expresaron su limitación en el manejo de plataformas educativas, pero contaban con teléfonos inteligentes (*smartphone*) para acceder al material de estudio y videos educativos.

El uso de plataformas educativas como *Schoology*® permite generar un mayor interés por parte de los alumnos, esto debido a que día a día están más familiarizados con las herramientas digitales en lugar de los métodos convencionales. Al integrar el uso de las tecnologías digitales y móviles es posible tener un acceso remoto a la información que se encuentra disponible para el alumno en todo momento (Montelongo y Barraza, 2018).

El contenido contemplado para esta investigación se seleccionó del programa sintético del curso de la siguiente forma:

Bloque 1. Método Científico. Etapas del método científico. Aplicación del método científico a experiencias cotidianas de la vida. Se utilizó el contenido de la página web de acceso gratuito *BrainPOP* en español para el trabajo con los videos para estudiar individualmente en casa sobre el método científico y las prácticas de talleres colaborativos presenciales.

Se eligió esta aplicación debido a su contenido educativo relacionado con la enseñanza de las ciencias naturales ofrecido a educadores de primaria y su fácil acceso para ordenadores como para el aprendizaje a través de dispositivos móviles como los *smartphones* o tabletas.

Para el uso del contenido y cuestionarios, se solicitó la apertura de cuenta y la autorización a través de los Términos de uso (Figura No. 12).

The screenshot shows the Schoology interface for a course titled "Principios Básicos de Ciencias Naturales (BIO 210): II SEM 2017". The top navigation bar includes "UPGRADE", "CURSOS", "GRUPOS", and "RECURSOS". The user profile "Monica Tejero" is visible in the top right. The left sidebar contains a "Materiales" menu with sub-items like "Actualizaciones", "Grupos de la Formación", "Configuración de lasificaciones", "Medidas", "Sistema", and "Grupos". A green box at the bottom of the sidebar says "Código de Acceso: 7123-2874-321456789". The main content area has a header with "Agregar Contenido" and "Opciones". Below this is a red box with "A manera de presentación" and a circular graphic that says "Sigue las indicaciones" with an illustration of a person at a computer. A blue text block follows, welcoming students to the course and describing its focus on scientific methods, life formation, and energy transformation. Below this is a section titled "Temas del curso BIO 210" with a red square icon, containing text about individual study and collaborative participation. This section includes an image of a laptop displaying a bookshelf. The next section is "Libros de consulta" with a yellow square icon, containing text about recommended texts and an image of books and a tablet.

Figura No. 11. Ilustración del entorno virtual de la plataforma *Schoology* para la atención de los participantes durante la intervención educativa del MCI.  
Fuente: <https://laspau.schoology.com/course/3260656783/materials#foldersexpanded=>



Figura 12. Ilustración del entorno virtual elegido *BrainPop* para el estudio en casa del método científico. Fuente: <https://maestros.brainpop.com/>

Bloque 2. Teorías sobre la aparición del agua sobre la Tierra, bioelementos y biomoléculas orgánicas. Para este bloque se usaron vídeos relacionados con los temas para el trabajo individual en casa y presencialmente se trabajaron las prácticas con talleres grupales.

Bloque 3. La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. Se trabajaron igual que los anteriores, a través de vídeos educativos que promovían el autoaprendizaje y la colaboración para el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Se siguió el esquema de trabajo para el MCI según Pasmíño Cruzatt (2014) y Radman *et al.* (2015), con las etapas descritas para antes, durante y después del trabajo individual y grupal. El material usado para la intervención fue colocado en la plataforma *Schoology*, con los videos educativos, propios o de otros recursos de los temas de estudio individual en casa y las preguntas de estudio. Para los estudiantes que no contaban con ordenadores, se utilizó los grupos de WhatsApp para enviar los videos, el material y las preguntas de estudio. Durante la clase presencial, los alumnos trabajaron diversas técnicas de aprendizaje motivadoras como la técnica justo a tiempo (*just time*), instrucción entre pares (*peer instruction*) desarrolladas por Eric Mazur y el aprendizaje colaborativo (ApreCol) recomendadas para el MCI (González Gómez *et al.*, 2017; IPCHILE, 2017).

Además, durante las sesiones presenciales se realizaron las prácticas diseñadas para tratar los temas en grupo (ver Anexo 9), de acuerdo con los tiempos destinados para los mismos y la evaluación formativa de éstos. Se realizaron plenarias para compartir el trabajo realizado grupalmente y con la investigadora, para hacer las aclaraciones que se consideren recomendables. Durante la fase de implementación, se aplicaron las pruebas formativas correspondientes a cada tema, luego de realizadas las prácticas presenciales.

### **3.3 Fase 3. Evaluación de la intervención educativa**

En cada grupo intervenido con el MCI, se discutieron las ventajas y desventajas del uso del MCI como metodología disruptiva para la enseñanza de las ciencias naturales y se aplicó el cuestionario para el nivel de satisfacción de la enseñanza a través de la clase invertida. Se aplicó la post-prueba de conocimientos para el desarrollo de competencias científicas y los datos obtenidos fueron sistematizados para el análisis estadístico respectivo.

## **G. Diseño estadístico**

Los datos obtenidos por los instrumentos de investigación fueron ingresados a una base de datos de Excel Microsoft 365 para su análisis con las pruebas para estadística descriptiva paramétrica recomendadas para extraer información sobre la muestra y aplicada al estudio de dos variables (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). El análisis de datos se realizó mediante la prueba t Student para la comparación de dos promedios (antes y después) para los datos obtenidos con la intervención educativa del MCI, con un nivel de confianza del 95 %. Se utilizó la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) como prueba recomendada para comparar grupos con características cualitativas discretas para los datos sobre la percepción las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias y la satisfacción de la enseñanza con el MCI de los estudiantes participantes, con un nivel de confiabilidad del 95% (Flores-Ruiz *et al.*, 2017).

## **H. Aspectos éticos de la investigación**

El ejercicio de la investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia demandan conductas éticas en el investigador y el maestro. Para llevar a cabo esta investigación durante el segundo semestre de 2017, con estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales de la carrera de Educación Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá, se solicitó el aval correspondiente a las autoridades encargadas de la atención académico-administrativas de las sedes universitarias seleccionadas. De esta manera, se enviaron las cartas explicativas para solicitar el ingreso a las aulas de clases de los grupos seleccionados, dirigido a los directores encargados, profesores responsables de los cursos y a los estudiantes participantes de los grupos

investigados (ver Anexos 8). Se proporcionó la información sobre la finalidad, los riesgos y los beneficios de la investigación. Se indicó a los estudiantes seleccionados, a través del consentimiento informado, que su participación era una decisión libre y no forzada en la investigación. En todo momento, y mientras duró la intervención educativa, se respetaron los derechos humanos de los participantes, como se establece en las normas para investigaciones educativas (Cáceres Contreras, 2007).

**CAPÍTULO IV**

**PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS**

**RESULTADOS**

La presente investigación se basó en la implementación del modelo de la clase invertida como una estrategia metodológica para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales de segundo año de la Licenciatura de Educación primaria en tres sedes de la Universidad de Panamá, durante el segundo semestre académico 2017. Los datos fueron recogidos a través tres instrumentos diferentes, revisados para su coherencia y validez de contenido por el método de juicio de expertos en el Centro Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología y para la fiabilidad de estas, se llevó a cabo una prueba piloto (Supo, 2013) y analizada cada pregunta a través del coeficiente de Alfa de Crombach (0.8) (ver Anexos 3). De esta forma, se garantizó la aplicación de los instrumentos para la obtención de la información durante la intervención, siguiendo los objetivos de investigación. A continuación, se describen y analizan los resultados, según cada instrumento aplicado durante la intervención educativa para una muestra de 88 estudiantes participantes.

### **1. Instrumento No. 1. Cuestionario para el grado de percepción por los maestros en formación sobre las competencias científicas que promueve la enseñanza de las ciencias naturales**

El análisis de los datos de esta sección se inicia con la pregunta ¿El modelo de la clase invertida influyó en la percepción de los estudiantes que participaron del curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá sobre las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias?

La información recabada se recogió con el instrumento No. 1, aplicado al inicio de la intervención a cada grupo de estudiantes de las sedes universitarias visitadas. En la primera

parte del cuestionario, se solicitaron datos generales de los participantes, con la finalidad de conocer el contexto de los grupos investigados y su posible influencia o no en el desarrollo de la intervención educativa. De esta forma, con el análisis de frecuencias relativas se comprobó que la muestra de estudiantes seleccionada estuvo compuesta por un 97.7 % de sexo femenino y un 2.3 % masculino (Cuadro No. 10), confirmando la tendencia registrada en la Universidad de Panamá de un aumento en la matrícula del grupo femenino (DIGEPLEU-UP, 2018).

<b>SEDE</b> <b>SEXO</b>	<b>CAMPUS</b>	<b>CRUSAM</b>	<b>CRUPO</b>	<b>TOTAL</b>
FEMENINO	34	31	21	86
MASCULINO	1	1	0	2
<b>TOTAL</b>	35	32	21	<b>88</b>

Cuadro No. 10. Distribución según sexo y sede visitada de los estudiantes seleccionados que participaron de la investigación del MCI.  
Fuente: Cuadro No. 11 (ver Anexos).

Otro análisis de frecuencias relativas con el instrumento No. 1, indicó que el tipo de colegio de procedencia corresponde históricamente a colegios oficiales, con poco más del 90 %, comparados con el 9.7 % de estudiantes de procedencia de colegios particulares (Figura No. 13). Se destaca la sede del Campus Octavio Méndez Pereira con un mayor porcentaje de estudiantes procedentes de colegios particulares. Se pudo comprobar durante la intervención educativa que los estudiantes procedentes de colegios particulares presentaron mayores

conocimientos y destrezas en el manejo de la informática, aunque no relacionado con plataformas educativas.

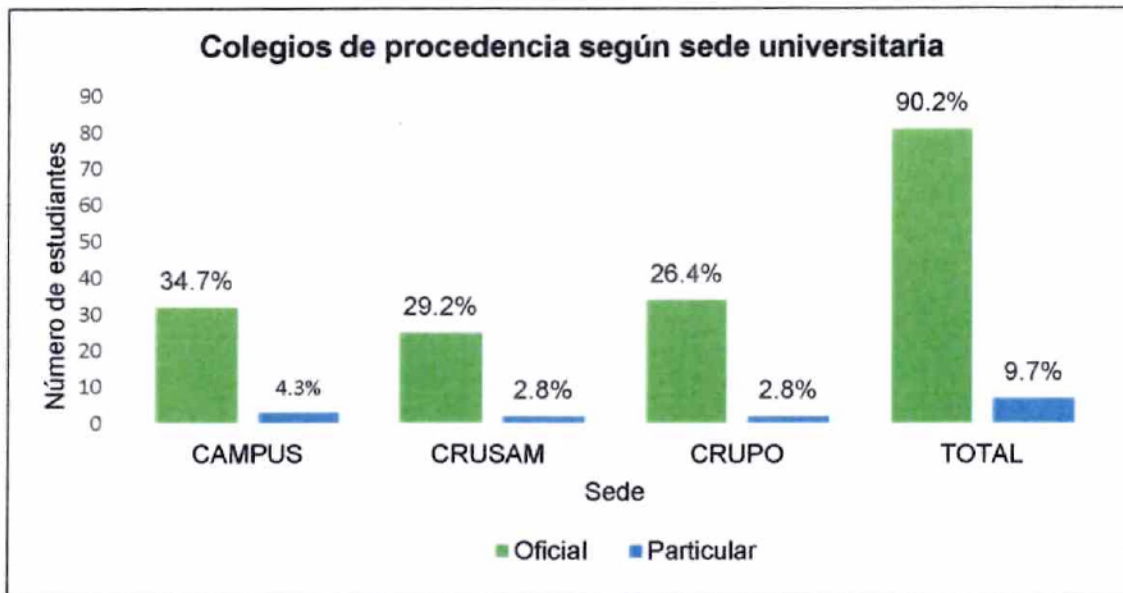


Figura 13. Resultados obtenidos sobre el tipo de colegio de procedencia de los participantes en la investigación, según sede universitaria. Fuente: Cuadro No. 11 (ver Anexo 10).

Con respecto al criterio laboral de los estudiantes participantes, el 21.6 % de estos afirmaron que trabajaban mientras estudiaban y de ese grupo que manifestó actividades laborales, el 9 % confirmó que se desempeñaban como docentes de educación primaria o inicial (Figura No. 14). Este hecho lleva a suponer que un estudiante universitario en jornada diurna que tenga compromisos laborales aumenta el grado de ansiedad y desconcentración en las actividades en aula o fuera de ella, impidiendo un desarrollo adecuado del estudio individual que debe realizarse como parte del MCI. Vargas Ríos (2010) encontró una relación directa de afectación entre el grado de ansiedad de los estudiantes y el rendimiento académico, indicando que la falta de concentración es promovida ante una situación de varios compromisos que enfrenta el individuo, como el trabajo formal o informal. En nuestro

estudio, encontramos que los estudiantes trabajadores no cumplían con la revisión de material en casa, afectando el trabajo en presencial colaborativo en clases.

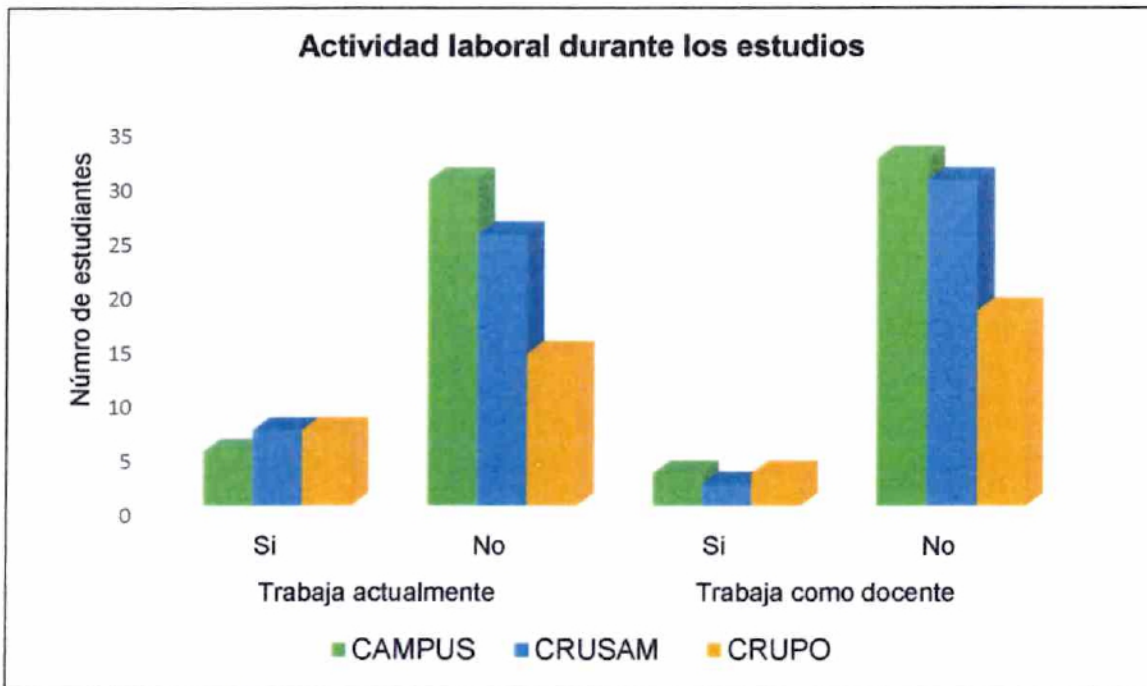


Figura No. 14. Actividad laboral durante los estudios manifestada por los participantes, según sede visitada. Fuente: Cuadro No. 11 (ver Anexo 10).

De los estudiantes que respondieron sobre el tipo de bachillerato que poseían para el ingreso a la Universidad de Panamá, se comprobó que, de la totalidad de participantes en esta investigación, un 39.7 % son bachilleratos en comercio o comercio con algún énfasis (Figura No. 15), contrastado con un 34.1 % de bachilleres en ciencias o ciencias con algún énfasis. El análisis de este criterio según las sedes visitadas, indica que los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación del Campus Octavio Méndez Pereira presentaron un 50 % de esta titulación en bachilleres en ciencias, comparado con los títulos de bachillerato en comercio y humanístico. Los estudiantes con bachilleratos pedagógicos sólo representaron un 6.8% de la totalidad, un indicador de la escasa oferta de este bachillerato en las regiones educativas de procedencia de los participantes. Esta información, relacionada con el tipo de

bachillerato de estudios secundarios para el ingreso a la carrera, se tomó muy en cuenta para la propuesta del MCI, ya que las competencias científicas en términos de manejo de conceptos científicos e informática se esperaban encontrar más desarrolladas en los bachilleratos en ciencias.

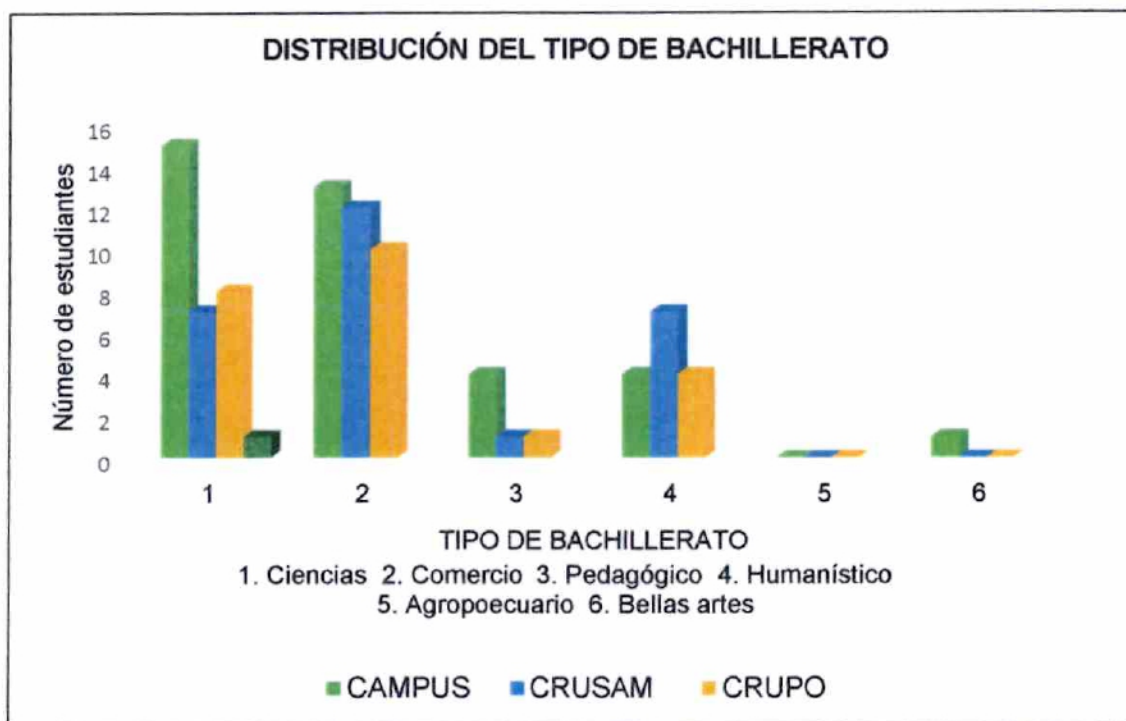


Figura No. 15. Distribución del tipo de bachillerato presentado por los participantes de la investigación según las sedes visitadas.  
Fuente: Cuadro No. 11 (ver Anexo 10).

Dentro de las preguntas de aspectos generales se les solicitó informar a los participantes si conocían el acrónimo STEM y su aplicación en la enseñanza de las ciencias y el 100 % de estos indicó que no lo conocían ni lo habían oído mencionar. Esto concuerda con el hallazgo de García *et al.* (2017), que señalan que los estudiantes en formación inicial para el profesorado en Pedagogía de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación indicaron no conocer el enfoque STEM y su aplicación en la enseñanza de las ciencias naturales como proyecto de innovación educativa, sin que ese desconocimiento

impidiera trabajar con los estudiantes en el contexto de las ciencias integradas y adecuar el currículo para que los estudiantes que sean alfabetizados bajo un enfoque STEM.

Con relación al manejo de entornos virtuales de aprendizaje y ofimática, la totalidad de los estudiantes seleccionados en las sedes visitadas informaron haber usado y conocer los programas ofimáticos de Microsoft Office, principalmente los programas Word, Power Point y Excel (Figura No. 16). Sin embargo, apenas un 6 % de los estudiantes indicaron que conocían y habían usado alguna plataforma educativa para el aprendizaje y un 20 % de los participantes señalaron a los videos educativos como metodología de enseñanza por parte del personal docente que atendió en otros cursos. Hay que destacar que, aunque el MCI involucra un manejo adecuado de los entornos virtuales, el docente que opta por utilizar esta estrategia didáctica no se ve limitado en llevar a cabo la enseñanza del contenido planteado, ya que según algunos autores (Santiago y Bergman, 2017; González Gómez *et al*, 2017; Norany, 2017) se pueden adaptar de otros recursos digitales para impartir las clases, como las nubes informáticas *Google drive*, *One drive*, *Dropbox* o *ICloud*, entre las más conocidas, los dispositivos móviles con mensajería asincrónica, para que las sesiones fuera del aula sean desarrolladas por los estudiantes y realizar un adecuado trabajo colaborativo durante las horas presenciales.

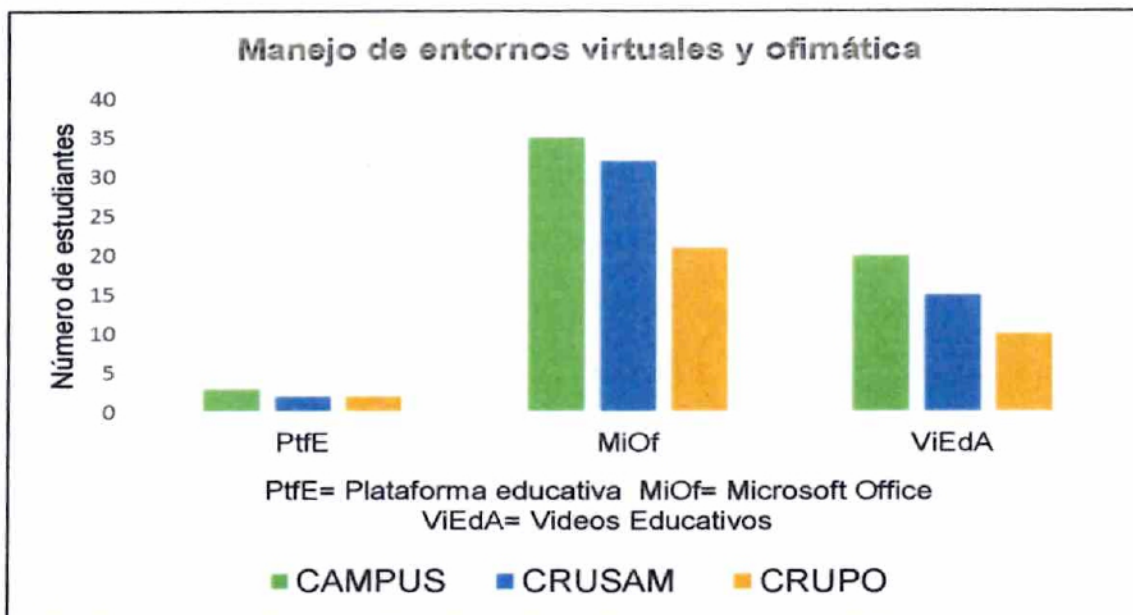


Figura No. 16. Manejo de entornos virtuales de aprendizaje y ofimática por los estudiantes seleccionados para el estudio.  
 Fuente: Cuadro No.11 (ver Anexo 10).

Para la segunda parte del instrumento No. 1, se recogieron las respuestas de los participantes sobre la percepción de si la enseñanza de las ciencias naturales promueve las competencias científicas, antes y después de la intervención educativa (Cuadro No. 12, ver Anexo 10). De acuerdo con los resultados, comparativamente antes de la intervención educativa, un 67.4 % de los estudiantes del Campus, un 65.3 % de los participantes de CRUSAM y un 74 % de los estudiantes de CRUPO afirmaron estar de acuerdo respecto al desarrollo de la competencia científica promovidas por la enseñanza de las ciencias naturales (Figuras No. 17 al 22). Este hallazgo sugiere que los estudiantes de las tres sedes perciben que las actividades y procesos que ejecutan la enseñanza de las ciencias permiten el desarrollo de las competencias científicas.

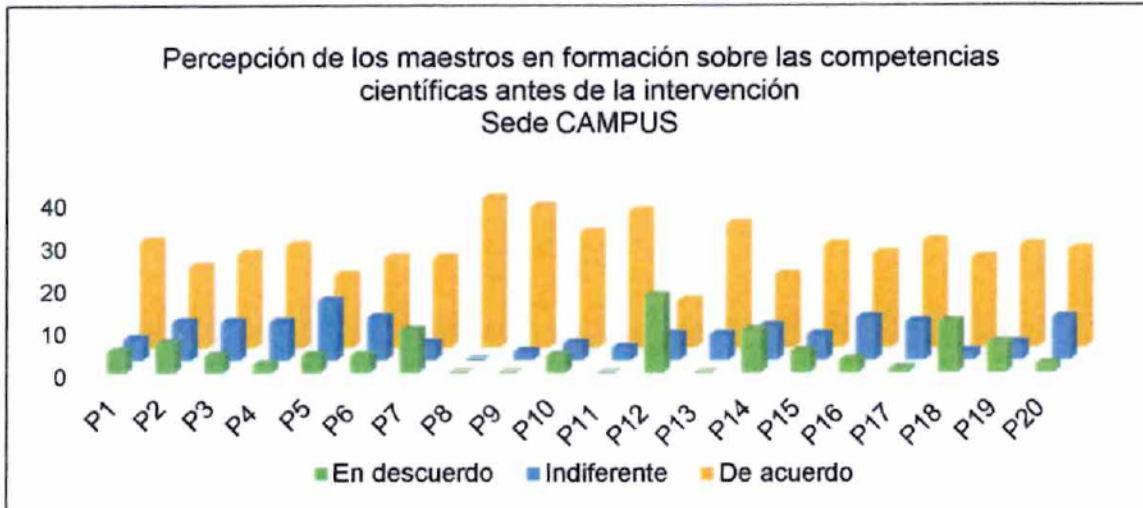


Figura No. 17. Percepciones de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias antes de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12. (ver Anexo 10).

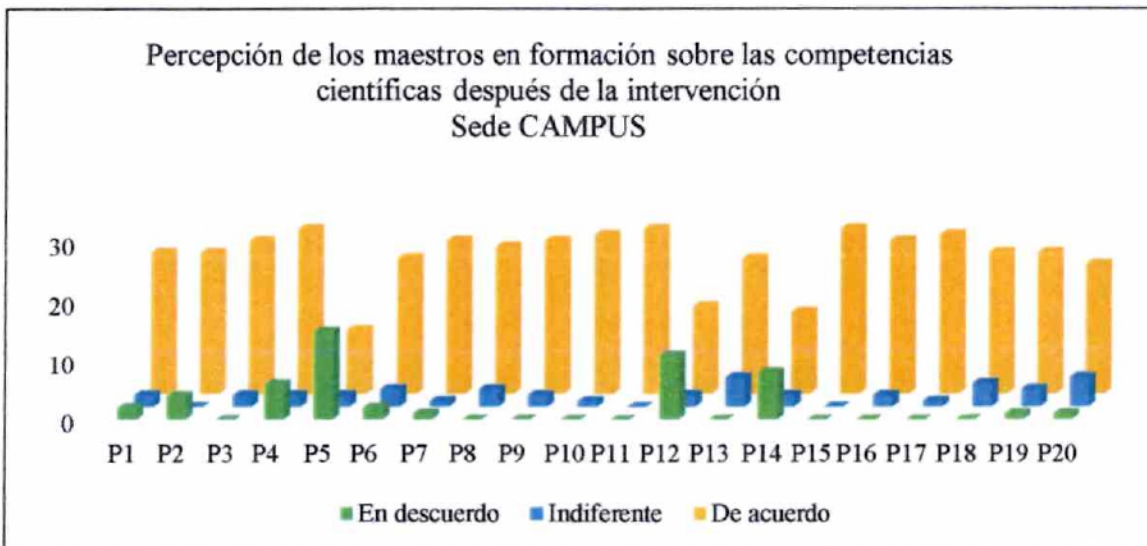


Figura No. 18. Percepciones de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias después de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12. (ver Anexo 10).

Hay que destacar en este apartado que, en las tres sedes estudiadas se observó la una alta frecuencia en desacuerdo con afirmaciones que relacionan la enseñanza de las ciencias con el beneficio de las competencias científicas para las personas, tales como la prevención

de enfermedades en los animales y las plantas y que puede contribuir a eliminar la pobreza y hambre del mundo. Perines y Murillo (2017) investigaron con una muestra de estudiantes en la carrera de Educación Primaria de la Universidad Autónoma de Madrid, sobre la percepción que tenían sobre competencias investigativas en la enseñanza y comparado con este estudio, encontramos coincidencia en que los maestros en formación no relacionan la importancia de competencias científicas e investigativas con la enseñanza de las ciencias o la docencia en general.

Sin embargo, luego de la intervención educativa estas frecuencias variaron para los grupos experimentales en las tres sedes (Figuras No. 18, 20 y 22), destacándose un aumento en mostrarse de acuerdo en una gran parte de las afirmaciones relacionadas con las competencias científicas. Un aspecto notable por resaltar es que las afirmaciones que sustentan que las competencias científicas previenen el deterioro del medio ambiente y promueven el trabajo individual, mostraron un aumento en la percepción en desacuerdo en las sedes de Campus y CRUSAM, no así en CRUPO. Se puede argumentar que este cambio de percepción desfavorable sobre el medio ambiente en los grupos de Campus y CRUSAM, se debió a que el material proporcionado para el estudio de los bioelementos se analizara pensando en los productos contaminantes que son producidos por las actividades humanas como el azufre, plomo, mercurio entre otros y que son vertidos al medio ambiente. Los grupos de estudiantes estuvieron en desacuerdo con que se promueve el trabajo individual con las competencias científicas posterior a la intervención educativa.

Del análisis comparativo de las sedes visitadas para la investigación educativa, se observó que una alta frecuencia relativa (99 %) (Figuras No. 17 al 22), la percepción de los estudiantes cambió de estar en desacuerdo a estar de acuerdo después de la intervención con la afirmación de que la enseñanza de las ciencias naturales puede llevar a fomentar la

experimentación y demostración de eventos naturales, indicando que relacionan la experimentación y la demostración con las competencias científicas. Además, los grupos de estudiantes indicaron estar de acuerdo que durante las clases de ciencias naturales se puede fomentar el uso de la tecnología (83.6 %), permite comprender y utilizar el lenguaje científico (90 %) y fomenta la flexibilidad intelectual y el rigor científico. Se apreció muy claramente que la percepción de los estudiantes hacia las actividades propias de las competencias científicas está vinculada con conceptos como rigor científico, tecnología y lenguaje propio de las ciencias, sugiriendo una percepción favorable con la implementación del MCI, cumpliendo con el objetivo propuesto de fomentar la educación STEM o científica.

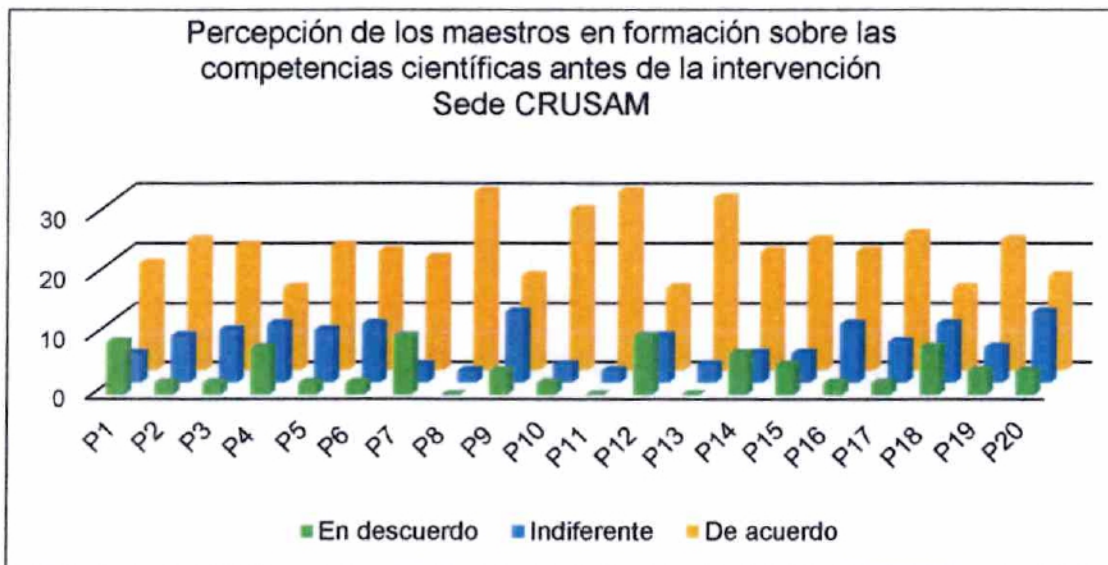


Figura No. 19. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de San Miguelito respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias antes de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12 (ver Anexo 10).

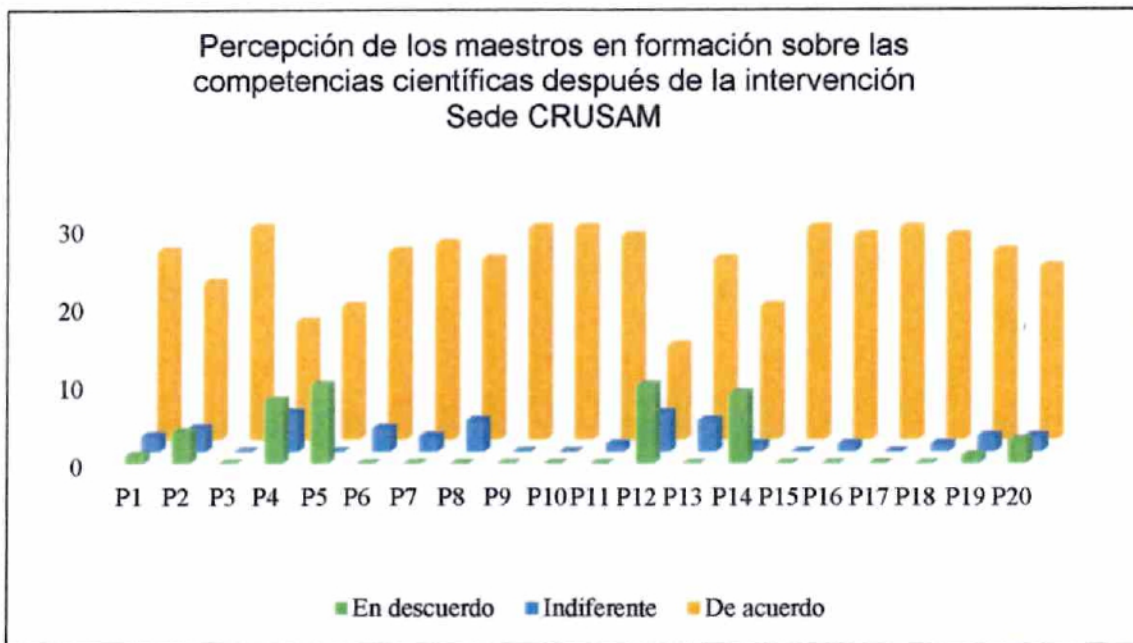


Figura No. 20. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de San Miguelito respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias después de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12 (ver Anexo10 )

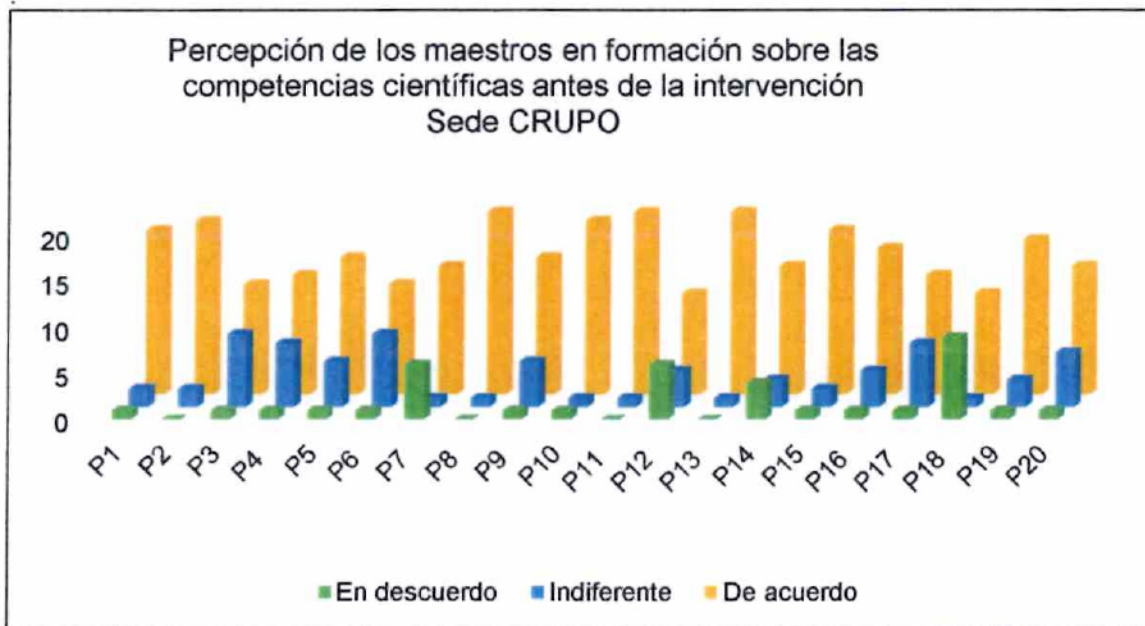


Figura No. 21. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de Panamá Oeste respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, antes de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12. (ver Anexo 10).

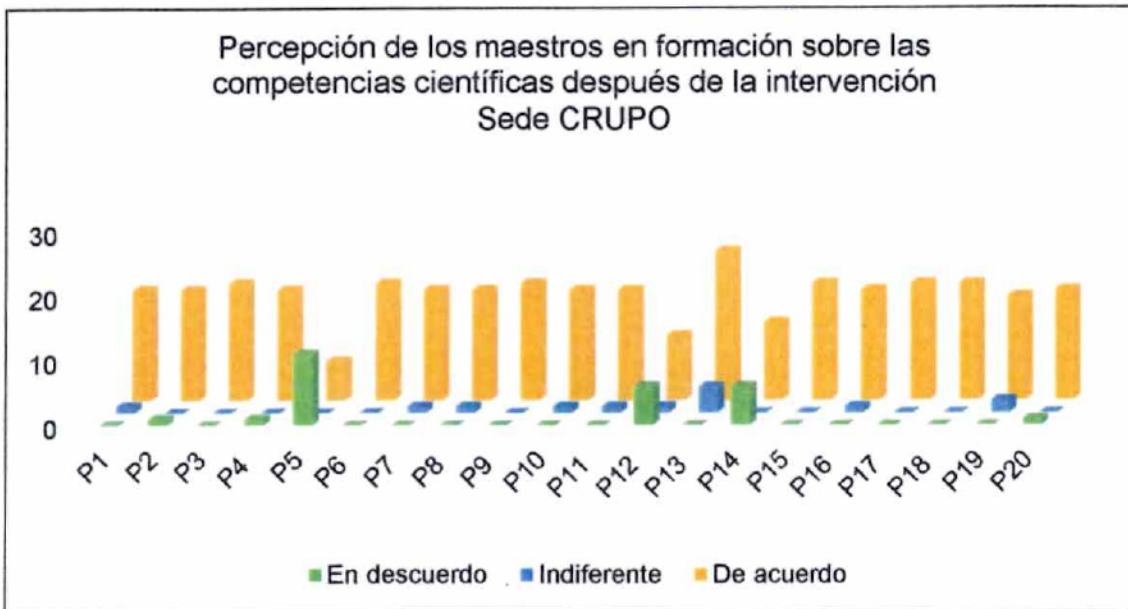


Figura No. 22. Percepciones de los estudiantes del Centro Regional Universitario de Panamá Oeste respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, después de la intervención educativa. Fuente: Cuadro No. 12. (ver Anexo 10).

Al realizar el análisis estadístico Chi-cuadrado ( $X^2$ ) con un 95 % de confiabilidad, para comprobar el grado de asociación entre la percepción hacia las competencias científicas que señalaron los estudiantes con la aplicación del MCI, se encontró una diferencia significativa entre estas variables en todas las sedes visitadas (Cuadro No. 13), indicando que el MCI influyó en el cambio de percepción en la muestra de estudiantes que participaron de la intervención educativa. Esta evidencia nos sugiere que los cambios en la percepción hacia las competencias científicas que presentaron los maestros en formación estuvieron relacionados con la metodología disruptiva de enseñanza que les permitió desarrollar nuevos conocimientos.

Zacarias *et al.* (2016) derivaron conclusiones parecidas sobre la percepción de los alumnos respecto a la metodología y resultados de aprendizaje del curso, indicando que hubo un cambio de percepción de los alumnos relacionada con la estrategia de aprendizaje y el

desarrollo de competencias digitales a través de las TIC. De igual forma, Pérez Martín (2017) demostró, en una experiencia educativa con maestros en formación en la Universidad Nacional de educación a Distancia de Madrid, España, que el cambio de actitud hacia las conceptualizaciones de las ciencias naturales se vio influenciada por la utilización de la clase invertida como metodología activa, mostraron que esta herramienta les permitió desarrollar estrategias de aprendizaje activo y autónomo fuera del aula.

CAMPUS OCTAVIO MENDEZ PEREIRA		Cálculo de Chi Cuadrado		
		Variables Preguntas		
		P1	P2	Total
Variable Efecto	En Desacuerdo	0.965	1.201	2.166
	Indiferente	13.520	16.840	30.360
	De Acuerdo	3.910	4.870	8.779
	Total	18.394	22.911	41.305

CRUSAM		Cálculo de Chi Cuadrado		
		Variables Preguntas		
		P1	P2	Total
Variable Efecto	En Desacuerdo	2.5	2.9	5.4
	Indiferente	20.6	24.3	44.9
	De Acuerdo	6.9	8.2	15.1
	Total	29.9	35.4	65.4

CRUPO		Cálculo de Chi Cuadrado		
		Variables Preguntas		
		P1	P2	Total
Variable Efecto	En Desacuerdo	0.34	0.39	0.73
	Indiferente	15.64	17.90	33.54
	De Acuerdo	2.64	3.02	5.67
	Total	18.62	21.31	39.94

Cuadro No. 13. Comparación de la prueba de Chi cuadrado sobre percepción de los estudiantes de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias, según sede visitada. Fuente: elaboración propia.

## **2. Instrumento No. 2. Pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015**

En esta sección se trabajaron los datos para contestar la pregunta ¿El modelo de la clase invertida (MCI) contribuye al desarrollo de competencias científicas en el curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá?

Se aplicó la pre-prueba a los grupos de estudiantes controles y experimentales en las sedes visitadas (Figura No. 23), con los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y las competencias científicas seleccionadas del proyecto PISA 2105. El grupo control de cada sede visitada fue atendido por los docentes encargados durante las 4 semanas planeadas para la intervención en cada sede (Cuadro No. 7) y se les proporcionó los talleres prácticos que se realizaron en las sesiones presenciales con los grupos experimental (Figura No. 24 y 25). Los temas de los talleres prácticos fueron: Práctica No. 1: El método científico; Práctica No. 2: Teorías del origen de la vida sobre la Tierra; Práctica No.3. Bioelementos y el agua en los procesos vitales; Práctica No. 4 Las biomoléculas orgánicas; Práctica No. 5. Parte a. Crucigrama sobre las partes de la célula. Parte b. Modelización de la célula (ver Anexo 9).

A los grupos experimentales de cada sede visitada, se les facilitaron las formas programadas de los diferentes vídeo-lecciones y el material para el estudio individual en casa, a través de los medios digitales seleccionados (plataforma *Schoology* o grupos *WhatsApp*). De igual forma, durante las sesiones presenciales se trabajó la fase del MCI en aula con los talleres prácticos colaborativos (Figura No 23 y 24), a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la discusión de los temas tratados. En todo momento se fomentó la



A

B



C

Figura No. 23. Aplicación de la pre-prueba de conocimientos sobre competencias científicas, según sede visitada.; A. CAMPUS; B. CRUSAM; C. CRUPO.

participación activa de los estudiantes en el curso, para que visualizaran las vídeo-lecciones de forma previa a su trabajo en clase. Durante las sesiones presenciales, se trabajaron las prácticas diseñadas para los temas propuestos y se motivó la participación colaborativa entre los estudiantes (Figura No. 24).



**A**

**B**



**C**

Figura No. 24. Trabajo colaborativo presencial en los talleres prácticos, según sede visitada. A. CAMPUS; B. CRUSAM; C. CRUPO.

**PRÁCTICA No 3**  
**LOS BIOELEMENTOS Y LAS BIOMOLECULAS**

Prof. Maricel Tejeda R.

Integrantes del grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**COMPETENCIA 1**  
Obtiene, describe y interpreta el conocimiento para responder a preguntas de carácter científico consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.

**PARTE I: CONSTRUCCIÓN DE MODELO 1 DE BIOELEMENTOS Y BIOMOLECULAS INORGANICAS I**

Los seres vivos son estructuras organizadas de materia. Todos los seres vivos están formados por el mismo tipo de átomos, entre los que destaca el **carbono** (su **átomo** es la unidad constituyente más pequeña de la materia que tiene las propiedades de los elementos químicos. Cada átomo está formado y creado a partir de átomos, neutrones y electrones. Los átomos son muy pequeños, sus tamaños equivalen a un centímetro de 10<sup>10</sup> y su masa es aproximadamente la mitad de la del protón. No obstante, los átomos se agrupan formando moléculas y hay diferentes formas de definir su tamaño que dan lugar a diferentes tipos de moléculas.

Cada **átomo** es un conjunto de un **núcleo** compuesto de uno o más **protones** (en número igual de **neutrones**) y uno o más **electrones** orbitando al núcleo. Más del 99,94 % de la masa del átomo está en el núcleo. Los protones tienen una carga eléctrica positiva, los neutrones, tienen una carga eléctrica neutra y los electrones tienen una carga eléctrica negativa. Los átomos se agrupan formando moléculas, iones, sales, ácidos, bases, aminoácidos y proteínas, entre otros. Los átomos se agrupan formando moléculas y iones, sales, ácidos, bases, aminoácidos y proteínas, entre otros. Los átomos se agrupan formando moléculas y iones, sales, ácidos, bases, aminoácidos y proteínas, entre otros.

Los elementos químicos se agrupan en la tabla periódica de elementos y son 118 en total, pero 20 pertenecen a los seres vivos. Se clasifican en **bioelementos** y **no bioelementos**, entre los que se encuentran los **bioelementos primarios** y **secundarios** y los **oligoelementos** (ver tabla 1).

**Bioelementos primarios:** Se encuentran en la materia viva en una cantidad superior al 1% de la materia viva. Los elementos más abundantes en la materia viva son el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre.

**Bioelementos secundarios:** Este grupo incluye al sodio, al calcio, al potasio, al magnesio, al cloro, al yodo y al cromo. Estos elementos representan poco menos del 1% de la materia viva. Aunque generalmente los elementos secundarios son indispensables para las células, sus requerimientos son muy bajos.

**Oligoelementos:** Se encuentran en la materia viva en cantidades muy insignificantes, pero son necesarios para la vida. Los oligoelementos más importantes son el hierro, el zinc, el cobre, el manganeso, el selenio, el cobalto, el molibdeno, el níquel, el vanadio y el silicio.

**Cuadro 1: Relación de bioelementos primarios, secundarios y oligoelementos presentes en los seres vivos.**

Bioelementos primarios		Bioelementos secundarios		Oligoelementos	
Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo
Hidrógeno	H	Sodio	Na	Calcio	Ca
Oxígeno	O	Potasio	K	Fósforo	P
Nitrógeno	N	Calcio	Ca	Magnesio	Mg
Carbono	C	Cromo	Cr	Manganeso	Mn
Fósforo	P	Magnesio	Mg	Cobalto	Co
Azufre	S			Zinc	Zn
				Selenio	Se
				Cromo	Cr

**MATERIALES**  
Bolas de diferentes colores de diferentes tamaños; Modelos físicos de moléculas orgánicas.  
Fichas de madera; Tizas.  
Pegamento adhesivo; Marcadores permanentes.  
Fichas de cartulina (8 x 11 cm); Regla.

**PROCEDIMIENTO**

**A. CONSTRUCCIÓN DE MODELO 1**

- Utilizando el código de colores proporcionado para los bioelementos, colorear las bolas de los seres vivos.
- Realizar un modelo físico de las moléculas orgánicas más importantes de la materia viva, utilizando las fichas de cartulina y las tizas.

**Código de colores.**

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Nombre biomolécula inorgánica	Fórmula
Agua	H <sub>2</sub> O
Oxígeno	O <sub>2</sub>
Cloruro de sodio	NaCl
Metano	CH <sub>4</sub>
Amoníaco	NH <sub>3</sub>
Fosfato	P <sub>4</sub>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>
Carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>
Bicarbonato	HCO <sub>3</sub>

**TRIMEMORAMA 1 DE BIOMOLECULA 1**

**TRIMEMORAMA 1**

- El **agua** es una molécula formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. El agua es una molécula polar y es esencial para la vida. El agua es una molécula polar y es esencial para la vida.
- El **oxígeno** es un elemento químico que forma parte de la materia viva. El oxígeno es un elemento químico que forma parte de la materia viva.
- El **carbono** es un elemento químico que forma parte de la materia viva. El carbono es un elemento químico que forma parte de la materia viva.

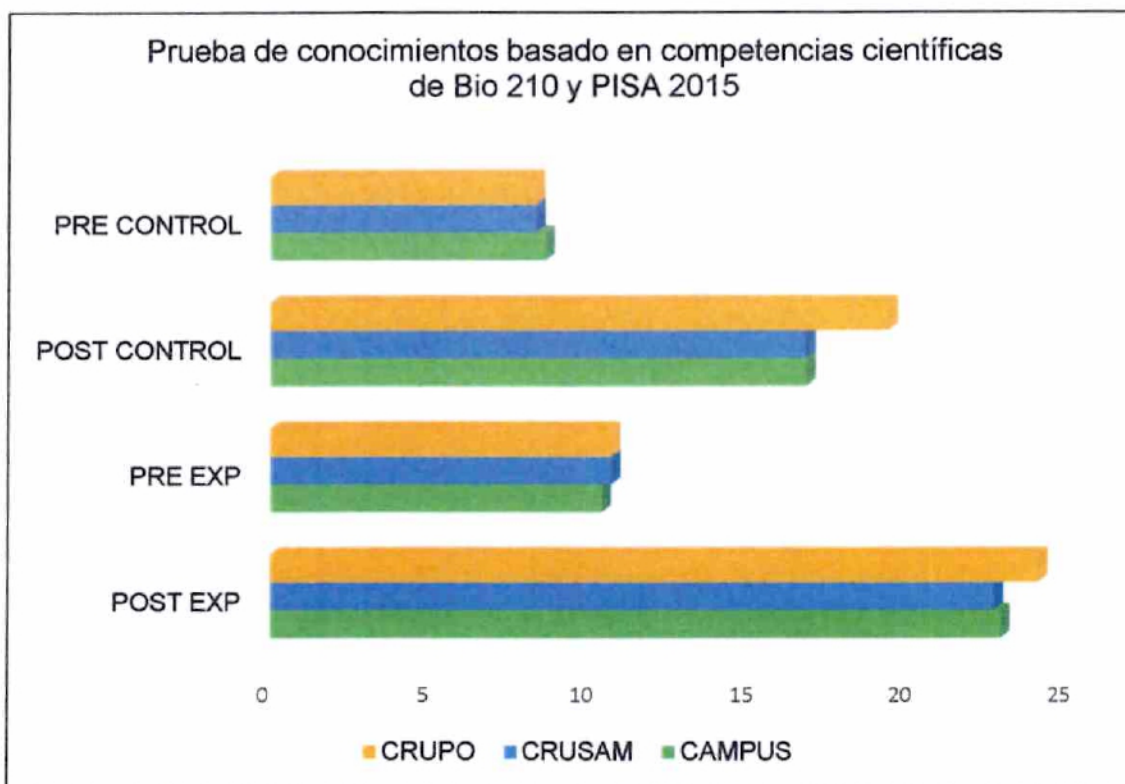
**PARTE II: BIOMOLECULA 1 ORGANICA I**

Existen cuatro grandes grupos de **biomoléculas orgánicas**: **los lípidos**, **los carbohidratos**, **los aminoácidos** y **los ácidos nucleicos**. Los lípidos son moléculas orgánicas que se caracterizan por ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Los carbohidratos son moléculas orgánicas que se caracterizan por estar formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Los aminoácidos son moléculas orgánicas que se caracterizan por estar formados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Los ácidos nucleicos son moléculas orgánicas que se caracterizan por estar formados por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo.

Figura No. 25. Ejemplo del material didáctico proporcionado para el trabajo presencial a los grupos experimentales. Los talleres prácticos se trabajaron colaborativamente durante el período presencial para posteriormente realizar pruebas formativas (ver Anexo 9). Fuente: elaboración propia

Los resultados de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes participantes en los grupos experimentales y controles para las diferentes sedes visitadas se resumen en el Cuadro No. 14 (ver Anexo 11), basado en el instrumento No. 2 de 30 preguntas relacionadas con las competencias científicas de conocimiento y actitudinal de PISA 2015 y del Módulo 1 del programa sintético del curso Bio 210 (Figura No. 26), según sedes visitadas.

El análisis de los datos estadísticos descriptivos en esta sección indicó que el valor promedio de las calificaciones en la pre-prueba, obtenidas por los estudiantes del grupo control de Campus, CRUSAM y CRUPO, fue de  $8.6 \pm 3.8$ ,  $8.5 \pm 3.8$  y  $9.1 \pm 2.9$  respectivamente. En este grupo control de las tres sedes visitadas, la calificación más baja obtenida fue de 3 puntos, y la más elevada fue de 15 puntos de 30. Con respecto al grupo experimental de las tres sedes, la calificación media de la pre-prueba fue  $10.4 \pm 3.0$ ,  $10.7 \pm 2.9$  y  $10.7 \pm 2.9$  puntos para Campus, CRUSAM y CRUPO respectivamente, obteniéndose como 6 puntos la calificación más baja y 16 puntos la calificación más alta. Para los resultados de la post-prueba, luego de la intervención y aplicado el instrumento No. 2, se encontró que los estudiantes de Campus obtuvieron en valor promedio  $22.9 \pm 4.8$  puntos, los estudiantes de CRUSAM, un valor de  $22.7 \pm 4.9$  puntos y las estudiantes de CRUPO un valor promedio de  $24.1 \pm 3.7$  (Figura No. 26).



PRUEBA \ SEDE	PRE	POST	APC	RPC	PRE	POST	APE	RPE
	CONTROL	CONTROL			EXP	EXP		
CAMPUS	8.6 ± 3.8	16.8 ± 4.9	4	11	10.4 ± 3.0	22.9 ± 4.8	8	4
CRUSAM	8.5 ± 3.8	16.8 ± 4.9	5	10	10.7 ± 2.9	22.7 ± 4.9	8	5
CRUPO	9.1 ± 2.9	19.4 ± 6.1	3	7	10.7 ± 2.9	24.1 ± 3.7	9	2

Figura No. 26. Comparación de los resultados en las pruebas de conocimiento antes y después de la intervención educativa con el MCI, según sede visitada. APC: Aprobados grupo control; RPC: Reprobados grupo control; APE: Aprobados grupo experimental; RPE: Reprobados grupo experimental Fuente: Cuadro No. 14 (ver Anexo 11).

Considerando los criterios de evaluación de todo el curso y los valores de promoción establecida por la Universidad de Panamá, un total de 12 estudiantes del grupo control y 25 estudiantes del grupo experimental de las tres sedes aprobaron la prueba de conocimientos

basada en competencias científicas (Figura No. 26). Para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental de las sedes estudiadas, con relación al desarrollo de competencias científicas cognitivas finales, se aplicó el test t-Student de dos colas con un 95 % de confiabilidad y se encontró que los valores de las pruebas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental de las tres sedes fueron significativamente mayores ( $p < 0.05$ ) que los valores de las pruebas obtenidas por los estudiantes del grupo control (ver Anexo 11).

Estos resultados se aproximan a los obtenidos por otras investigaciones relacionadas con la propuesta de la clase invertida como metodología de enseñanza. Por ejemplo, Cornacchione y. Barbagallo (2014) describen los resultados obtenidos por sus estudiantes en un curso de Cálculo elemental, ofrecido para todas las carreras de ingenierías en la Universidad Católica de Argentina. Estas docentes investigadoras indican que, los grupos atendidos mejoraron significativamente cuando se siguió una metodología invertida como método de instrucción y las competencias científicas y digitales presentadas por los estudiantes, se reforzaron a través de la metodología. Al igual que en esta investigación, se comprobó que los alumnos realizaron un cambio de rol, dejando la postura de observador, para adoptar el de protagonista de su aprendizaje.

Otras evidencias investigativas que apoyan la efectividad de la modelo de clase invertida la encontramos en González Gómez *et al.* (2017), en donde informaron que cuando aplicaron una metodología de clase invertida o *flipped* se mejoró de forma significativa el rendimiento académico teórico-práctico de los estudiantes de la carrera en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura, España. Estos investigadores comentaron que una metodología invertida les permitía organizar de forma más eficaz su tiempo y marcar un ritmo de aprendizaje adecuado a cada situación/ estudiante. Por otro lado, Hernández-Silva

y Tecpan Flores (2017) y Flores *et al.* (2020) indican que, si bien se observa una mejoría en las calificaciones de los estudiantes, es necesario disponer de un mayor número de estudios para establecer unas conclusiones adecuadas.

Melo y Sánchez (2017) establecieron algo similar a esta investigación sobre la percepción de la metodología de clase invertida que realizaron con estudiantes de la carrera técnica de laboratorio en la Universidad de Salamanca, España, donde los estudiantes indicaron estar de acuerdo de que las competencias digitales se consolidaban con la metodología disruptiva y que la revisión de los videos de los temas tratados en las plataformas educativas influye en el proceso de aprendizaje.

Un aspecto relevante en la realización de esta investigación fue la desmotivación y el desinterés observado al inicio de la intervención educativa hacia los contenidos científicos por parte de los estudiantes participantes, tanto del grupo control como grupo experimental de las sedes visitadas. Se observó en esta investigación que la formación académica del tipo de bachillerato obtenido para ingresar a la carrera en Educación Primaria pudiera estar relacionada con esta actitud (Cuadro No. 11, ver Anexo 10), ya que un 40 % de los participantes manifestaron poseer títulos de bachillerato en comercio o comercio con algún énfasis, comparado con el 34 % de bachillerato en ciencias y el 18 % de bachillerato humanístico (Figura No. 15).

Bajo esta perspectiva, varios autores han exteriorizado que, a nivel de educación media y superior inicial, el descontento y el poco interés por temas con competencias científicas por los estudiantes va en aumento, observándose una imagen y valoración negativa de la ciencia y su enseñanza (Solbes, 2011; Solbes *et a.*, 2007; Esteve y Solbes, 2017). Otros resultados encontrados por Oliva Martínez y Acevedo Díaz (2005) y Hasni y Postvin (2015) argumentan que el desinterés por los contenidos científicos está ligado con los métodos de

enseñanza de las ciencias transmisiva, basada en explicaciones magistrales en la pizarra, el libro de texto y sin aplicación de problemas argumentativos que promuevan el pensamiento crítico. Por esa razón, observamos que durante la intervención educativa hubo un aumento en la percepción de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias naturales a través del MCI, ya que estos autores sostienen que las propuestas de enseñanza activas con métodos que permitan a los estudiantes establecer vínculos entre lo aprendido en la escuela y su vida cotidiana, pueden ayudar a aumentar el interés de los alumnos por el estudio de las Ciencias.

Otras limitaciones competenciales observadas en los estudiantes participantes fueron con las competencias genéricas instrumentales como las habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), comprensión lectora de conceptos científicos y el autoaprendizaje a través de vídeos-lecciones, debido presumiblemente a su formación académica del tipo de bachillerato para ingresar a la carrera. Hay que destacar que otra limitación manifestada por los estudiantes en las sedes visitadas fue la conectividad a las redes informáticas y el uso de plataformas educativas, utilizadas para el acceso a la información para el estudio individual en casa. Flores *et al.* (2020) concluyeron, en una investigación realizada con estudiantes de primer ingreso del nivel superior, que las debilidades en las competencias tecnológicas y digitales van en aumento por la falta de equipos adecuados, conectividad a redes informáticas en los planteles escolares y desmotivación del estudiantado por metodologías inconvenientes y repetitivas para el proceso de enseñanza-aprendizaje en los diversos cursos que son atendidos. Resaltaron que el MCI como metodología disruptiva, ayuda al logro de competencias genéricas, siempre y cuando los procesos cognitivos y destrezas tecnológicas sean atendidos en su formación académica de forma óptima.

El enfoque de la educación STEM propone incorporar las competencias científicas y tecnológicas en el currículo educativo básico para promover el aprendizaje constructivista en los estudiantes y para ello, es muy importante y necesario la formación del profesorado en estas nuevas concepciones educativas, como por ejemplo las TIC (Gutiérrez, 2008; Coello Pisco *et al.* (2018). En esta investigación, aunque se alcanzó el objetivo propuesto sobre la contribución que promueve el MCI al desarrollo de competencias científicas para los maestros en formación, se plantea realizar más investigaciones sobre el tema, con miras a atraer más la atención de los futuros maestros hacia los contenidos científicos que enseñarán a escolares de primaria y de esa forma, promover las competencias científicas y tecnológicas que son evaluadas en programas internacionales como el proyecto PISA.

### **3. Instrumento No. 3. Nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida**

En este apartado se observó el nivel de satisfacción de la implementación del MCI para la enseñanza de las ciencias naturales, por medio de la intervención educativa, con un grupo de estudiantes de segundo año de la carrera de Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación, en tres sedes de la Universidad de Panamá y cuyos resultados se presentan en el Cuadro No. 15 (ver Anexo 12). Se calculó el índice de satisfacción estudiantil a nivel superior (Sánchez Quintero, 2018) para comparar los resultados según las sedes visitadas.

Según los datos obtenidos en el Cuadro No. 15 (ver Anexo 12), se observó que un 66.7 % de los estudiantes de la Facultad de Educación del Campus Octavio Méndez Pereira manifestaron estar de acuerdo con la posibilidad de ver videos-lecciones de los temas del curso en vez de tener una clase tradicional expositiva, comparado con los Centros Regionales

Universitarios de San Miguelito y Panamá Oeste, en donde el 53.3 % y 80 % respectivamente, indicaron estar de acuerdo (Figuras No. 27, 28 y 29). Observamos un mayor desinterés en los estudiantes del CRUSAM en revisar el material de estudio, argumentando que el tiempo de dedicación para el estudio individual sin la compañía o guía de un docente le era muy complicado por la falta de supervisión durante su aprendizaje. Estos resultados se comparan mucho con los obtenidos por Arráez *et al.* (2018) en donde la presencia del docente parece resultar indispensable para a la asimilación de los contenidos, ya que cuando el maestro en formación se enfrenta al aprendizaje en solitario se siente desconectado.

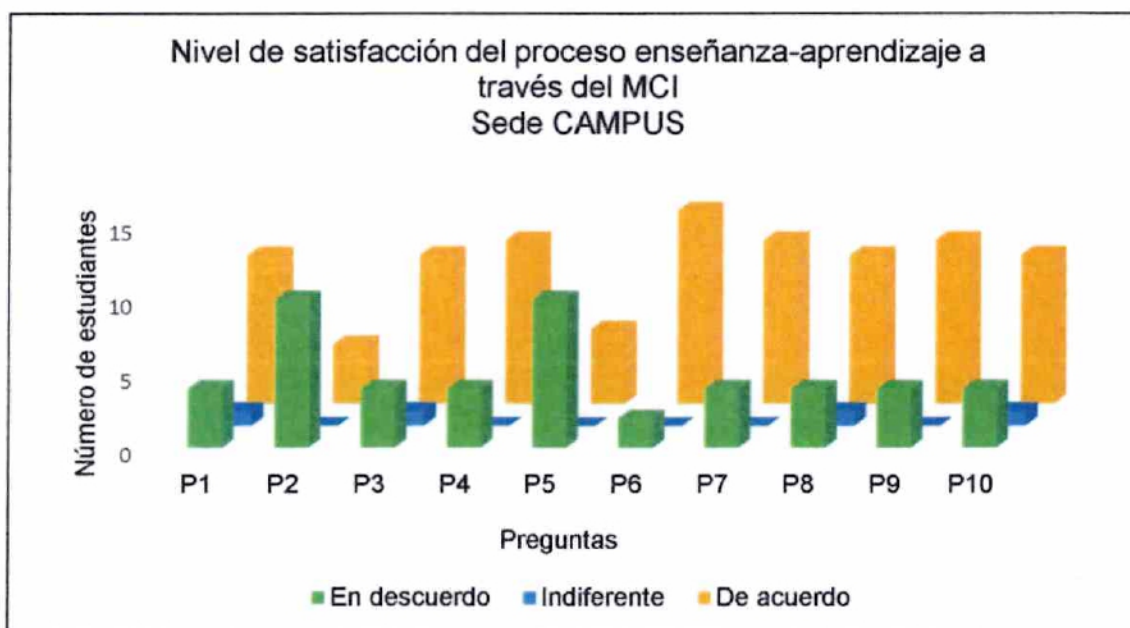


Figura No. 27. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Campus Octavio Méndez Pereira sobre la implementación de la clase invertida. Fuente: Cuadro No. 15 (ver Anexo 12).

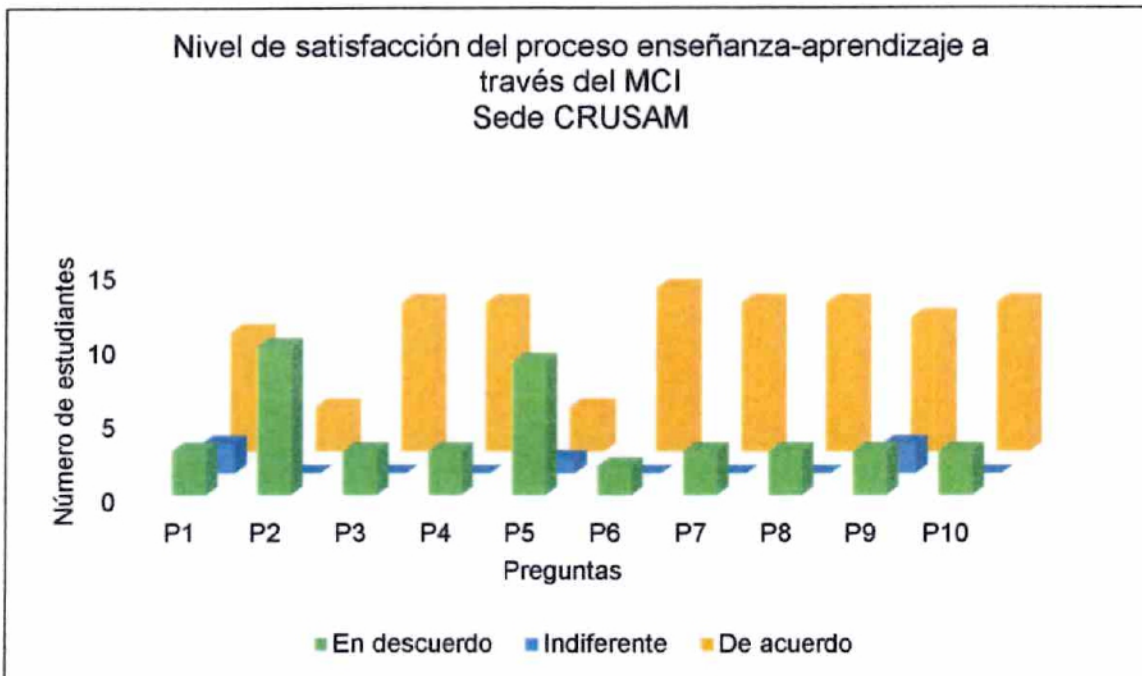


Figura No. 28. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Centro Regional de San Miguelito sobre la implementación de la clase invertida. Fuente: Cuadro No. 15 (ver Anexo 12).

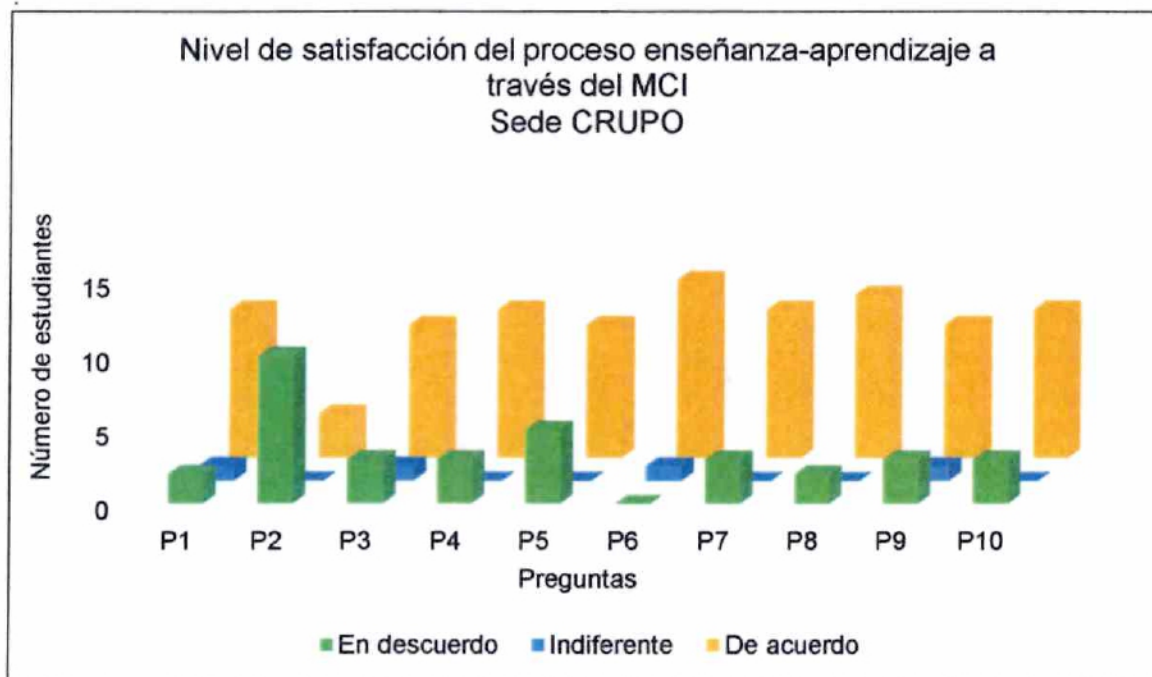


Figura No. 29. Nivel de satisfacción de los estudiantes del Centro Regional de Panamá Oeste sobre la implementación de la clase invertida. Fuente: Cuadro No. 15 (ver Anexo 12)..

Otro aspecto importante que destacar del análisis frecuencial de satisfacción es referente al desarrollo de actividades colaborativas y con gran participación del estudiante en las sesiones presenciales, contribuyendo de forma decisiva al aprendizaje significativo, como parte de los atributos ventajosos del modelo de instrucción invertido. Esta observación fue palpable en las tres sedes (86.6 % en CAMPUS, 73.3% en CRUSAM y 80 % en CRUPO), indicando que prefieren participar en clase a través de la realización de trabajos activos y grupales que una clase tradicional. Con relación con el material proporcionado a través de los medios tecnológicos utilizados (plataforma *Schoology* o WhatsApp), un 66.7 % del alumnado en las tres sedes consideran que aprendieron más a través de la revisión de videos que haciendo lecturas de los temas. En cuanto a sentirse satisfechos de reforzar otras competencias a través del MCI, un 69 % considera que la metodología les ayudó a superar y reforzar otras competencias genéricas. Arráez *et al.* (2018) concluyeron en su estudio sobre la satisfacción de la metodología de la clase invertida que consideraban haber tenido algunas limitaciones, como fue concentrarse únicamente en la satisfacción de los alumnos con respecto a su experiencia con la metodología de la clase invertida y no cotejarlo con la evaluación de los rendimientos académicos conseguidos tras la implementación de esta metodología. En nuestro estudio, si se pudo realizar esta comparación en las tres sedes visitadas por el de hecho haber llevado a cabo la aplicación de pruebas de conocimiento antes y después de los temas de ciencias naturales propuestos y observamos que la aceptación de la metodología fue complementada con los óptimos resultados de dichas pruebas (Cuadro No. 14 y 15)

Por último, se analizó el índice de satisfacción propuesto por Sánchez Quintero (2018), como una medida para comparar el nivel de satisfacción entre los grupos estudiados. La escala utilizada es valorada de 1 a 5. De esta forma, se encontró que las preguntas con

mayor índice de satisfacción que manifestaron los estudiantes se encontraron en las preguntas 6 y 7 (Cuadro No. 15, ver Anexos) “La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados” y “Haber contado y revisado vídeo-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza” (Cuadro No. 16). Sin embargo, la aseveración de menor índice de satisfacción o insatisfacción que indicaron los estudiantes estuvo relacionada con la pregunta 5 “Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de vídeo-lecciones o actividades virtuales”.

Hay que destacar que las implicaciones educativas que involucran a la metodología de la clase invertida, conlleva una extensa preparación del material y vídeos proporcionados por el docente para garantizar el aprendizaje de sus estudiantes (González Gómez *et al.* 2017; Raffaghelli, 2017; Arráez *et al.*, 2018; Andrade y Chacón, 2018) pero se valora mucho el grado de compromiso por parte del estudiante para el logro de su propio aprendizaje, como indican los estudios para el aprendizaje activo, como en otras metodologías en donde se aplica las competencias científicas y tecnológicas (Acevedo *et al.*, (2017; Campusano y Díaz, 2017).

En esta investigación observamos que, aunque los discentes estuvieron de acuerdo en participar de esta actividad y se comprometieron con esta metodología desde el primer día de clase, no se logró mantener a la totalidad de la muestra seleccionada en las sedes visitadas, presentándose egresos de estudiantes de los grupos experimentales en las tres sedes. La razón de esta falta de compromiso por parte de los estudiantes puede estar relacionada, como indica Arráez *et al.* (2018), al tipo de material utilizado, pues según estos autores es menos probable que los estudiantes participen en actividades previas a la clase que carecen de interactividad o conectividad, ya que no proporcionan mecanismos de retroinformación formativa y no están vinculados coherentemente con la clase presencial.

	CAMPUS	CRUSAM	CRUPO
Pregunta	M-1/K-1	M-1/K-1	M-1/K-1
P1	4	2	4
P2	4	3	4
P3	4	3	3
P4	4	3	4
P5	3	2	4
P6	5	4	5
P7	5	4	5
P8	4	3	4
P9	5	4	4
P10	4	3	4

Cuadro No. 16. Índices de satisfacción de los estudiantes participantes de la clase invertida, calculado con el estimador de satisfacción estudiantil, según Sánchez Quintero (2018) y con escala de 1 totalmente insatisfecho a 5 totalmente satisfecho.

**Insatisfacción P5** “Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de vídeo-lecciones o actividades virtuales”

#### **Mayor satisfacción**

P6 “La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados”

P7 “Haber contado y revisado vídeo-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza”

# **CAPITULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los retos permanentes en el campo educativo que imponen nuestros tiempos han hecho que los docentes se aboquen a una búsqueda constante de innovaciones pedagógicas, a través de la investigación educativa, que favorezcan el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas innovaciones en áreas específicas como las estrategias metodológicas son un medio eficaz para el desempeño del docente universitario dentro del aula de clases.

En este estudio sobre la implementación del modelo de la clase invertida como metodología didáctica innovadora para el desarrollo de competencias científicas en docentes de primaria en formación, se trató de descubrir los elementos positivos y negativos que inciden en el desarrollo de este importante y novedoso modelo didáctico para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales. El análisis de los datos y hallazgos encontrados en esta intervención educativa permite derivar algunas conclusiones, fundamentadas en los objetivos y preguntas de investigación:

1. El modelo de la clase invertida influyó en la percepción de los estudiantes que participaron del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Universidad de Panamá de manera significativa ( $p < 0.05$ ).
2. El modelo de la clase invertida contribuyó en el desarrollo de competencias científicas del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Universidad de Panamá de manera significativa ( $p < 0.05$ ).
3. El nivel de satisfacción en los estudiantes que participaron del curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá, después de la intervención educativa

con el MCI fue significativamente favorable con relación a la metodología propuesta ( $p < 0.05$ ).

4. El tipo de bachillerato de procedencia de los estudiantes participantes de la investigación, relacionado con áreas comerciales pudo influir en el desempeño académico durante la intervención académica para lograr las competencias científicas propuestas.
5. La falta de conectividad e interactividad con las redes informáticas que se observó durante la intervención pudo haber influido en el trabajo solicitado a los participantes, disminuyendo su motivación por el aprendizaje individualizado.
6. El tiempo de ejecución de la intervención educativa con el MCI debió ser mayor de 8 sesiones propuestas para obtener una mejor pertenencia y apropiación del proceso por parte de los estudiantes participantes.
7. El enfoque de la educación STEM no ha sido divulgado ampliamente dentro de los maestros en formación.

La docencia como desempeño, no puede ser definida sólo descriptivamente a partir de los elementos teóricos ofrecidos en el aula de clases, sino también a través de las experiencias adquiridas a través del aprendizaje auto-dirigido que ofrecen los entornos virtuales y que se vinculan con los conocimientos y destrezas tecnológicas. Es en este sentido, que el modelo de la clase invertida proporciona una vía importante al binomio docente-discente para que interaccionen en beneficio del proceso enseñanza-aprendizaje, dentro de la comunicación interactiva digital que ofrecen los entornos virtuales.

Dentro de las recomendaciones que emanan de esta investigación podemos indicar las siguientes:

### **RECOMENDACIONES RELACIONADAS AL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA**

- \* Los docentes que utilicen el MCI como una estrategia metodológica deberán elaborar una guía de didáctica adecuada que describa los objetivos para realizar las actividades, antes, durante y después de las sesiones con los estudiantes. Esta guía se entregará con anticipación tanto a los estudiantes como al personal de apoyo.
- \* Los docentes deberán conocer la conectividad con que cuenten sus estudiantes y la institución educativa para garantizar un adecuado uso de la metodología.
- \* Los docentes que opten por el uso del modelo de clase invertida deberán capacitarse en los detalles que implican su uso, como es el grabar las clases en videos con un tiempo no mayor de 8 minutos para el estudio individualizado, con preguntas de estudio incorporadas para su discusión en las clases presenciales.
- \* Se recomienda el uso de la evaluación formativa de los aprendizajes durante el tiempo individual y grupal en clases para garantizar el aprendizaje significativo

## **RECOMENDACIONES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

- \* Revisar y actualizar el programa sintético del curso Bio 210, enfatizando en las competencias científicas requeridas para los maestros en formación según los estándares internacionales.
- \* Ofrecer cursos propedéuticos de ciencias naturales a los estudiantes que ingresan a la carrera de Educación en Primaria con bachilleratos no científicos.
- \* Se sugiere una interrelación entre los cursos principios básicos de ciencias naturales y didáctica de las ciencias naturales debido a los resultados obtenidos en esta investigación.
- \* Fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de competencias científicas para maestros en formación, a través de proyectos interinstitucionales (MEDUCA-SENACYT-Universidad de Panamá) que promuevan la educación STEM-STEAM.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Acevedo Díaz, J., A. García Carmona, M. Aragón Méndez, J. Oliva Martínez. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. **Revista científica** 30:1-22. Recuperado de: <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>.

Acosta, M.C. (2012). Aplicación de un modelo didáctico alternativo en la enseñanza y aprendizaje del contenido plantas como sistemas autótrofos. **I Jornada Formación docente e investigación educativa: desafíos para el nivel superior y vinculaciones con la escuela secundaria**. Libro de resúmenes. Recuperado de: <http://www1.faa.unicen.edu.ar/extension/notas/defie/trabajos.html>

Acuña, K., Irigoyen, J.J. y Jiménez, M. (2013). **La comprensión de contenidos científicos en estudiantes universitarios**. Hermosillo: Qartuppi. Creative Commons. Recuperado de: <http://www.qartuppi.com/docs/COMPRESION.pdf>

Adúriz-Bravo, A. (2010). Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. **En: Didáctica de las ciencias naturales: El caso de los modelos científicos**. Galagovsky, L. (ed). Lugar editorial. Buenos Aires. 216p.

Alvarado Argueda, A., R. Salas, A. Zúñiga, G. León, M. Torres. (2015). **Las competencias científicas y los modelos de enseñanza en el proceso de aprendizaje de Biología, Física y Química: el caso de dos grupos de la secundaria costarricense**. Editorial ReDIE. México. 208p. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/292996515>

Andrade, E., E. Chacón (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. **Pulso** 41: 251-267. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6742360.pdf>.

Angulo, L.V. (2004). Didáctica y modelos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Recuperado en: <http://www.monografias.com/trabajos25/didactica-ciencias-naturales/didactica-ciencias-naturales.shtml>

Aristimuño, A. (2004). Las competencias en la educación superior: ¿demonio u oportunidad? **Departamento de Educación, Universidad Católica del Uruguay**. Recuperado de: [http://academicos.iems.edu.mx/cired/docs/tg/macroacademiaquimica/Las%20competencias%20en%20la%20educacion%20superior.demonio%20u%20oportunidad\\_Aristimuno.pdf](http://academicos.iems.edu.mx/cired/docs/tg/macroacademiaquimica/Las%20competencias%20en%20la%20educacion%20superior.demonio%20u%20oportunidad_Aristimuno.pdf)

Arráez Vera, G., G. Lorenzo Ll., M. Gómez P., G. Lorenzo Ll. (2018). La clase invertida en la educación superior: percepciones del alumnado. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, N°1 - Monográfico 1 pp:155-162. Recuperado de: <http://www.infad.eu/RevistaINFAD/OJS/index.php/IJODAEP/article/view/1197/1047>

Benarroch, A., G. Núñez. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos. Una propuesta de evaluación. **Enseñanza de las Ciencias Naturales** 33.2:9-27. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293263/381763>

Beneitone, P., C. Esquetini, J. González, M. Marty. G. Siufi, R. Waggernar. (2007). **Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina**. Informe final-Proyecto Tuning, América Latina 2004-2007. Publicaciones de la Universidad de Deusto. 429p. Recuperado de: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>

Bergmann, J. & Waddell, D. (2012). **To flip or not to flip. Learning & Leading with Technology**. International Society for Technology in Education. Recuperado en: <http://www.iste.org/learn/publications/learningleading/issues/june-july-2012/point-counterpoint-to-flip-or-not-to-flip>

Blasco-Serrano, A. C., J. Lorenzo L., J. Sarsa. (2018). Percepción de los estudiantes al 'invertir la clase' mediante el uso de redes sociales y sistemas de respuesta inmediata. RED. Revista de Educación a Distancia. 57(6):1-19. Recuperado de: [http://www.um.es/ead/red/57/blasco\\_et\\_al.pdf](http://www.um.es/ead/red/57/blasco_et_al.pdf)

Blanco Acevedo, J., E. Hurtado Ibarra. (2009). Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales del ciclo complementario de las Normales Superiores del departamento del Atlántico. **Revista Justicia** 15:142-152. Recuperado de: [www.unisimonbolivar.edu.co/publicaciones/index.php/justicia](http://www.unisimonbolivar.edu.co/publicaciones/index.php/justicia)

Bravo-Salinas, H. (2008). Competencias proyecto Tuning-Europa, Tuning-América Latina. Centros Comunitarios de Aprendizaje (CCA). Instituto Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: [http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/hmfbcp\\_ut/pdfs/m1/competencias\\_proyectotuning.pdf](http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/hmfbcp_ut/pdfs/m1/competencias_proyectotuning.pdf)

Brown, J., Mizell, S. (2016) The current status of STEM education research. **Journal of STEM Education** 17(4), 52-56. Recuperado de: <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2169/1815>

Cáceres Contreras, E. (2007). Aspectos éticos en la investigación en ciencias de la educación. **En:** Kornfeld, E. (ed). **Bioética en Investigación en Ciencias Sociales**. Comité Asesor de Bioética de Fondecyt-CONICYT. Chile. 176p.

Campusano, K., C. Díaz O. (2017). **Manual de estrategias didácticas: orientaciones para su selección**. Ediciones INACAP. Chile. 50p. Recuperado de <http://www.inacap.cl/web/2018/documentos/Manual-de-Estrategias.pdf>

Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? **Investigación en la escuela** 78:5-17. Recuperado de: <http://ice2.uab.cat/formadors/Ca%C3%B1al.pdf>

Caño, A., Burgoa, B. (2017). **PISA: Competencia Científica**. I. Marco y análisis de los ítems 2017. Editorial ISELIVEI. Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. 290p. Recuperado de: [https://www.berrigasteiz.com/site\\_argitalpenak/docs/312\\_evaluacion\\_pisa/3122017006c\\_Pub\\_ISEI\\_PISA\\_2017\\_zientifikoa\\_I\\_c.pdf](https://www.berrigasteiz.com/site_argitalpenak/docs/312_evaluacion_pisa/3122017006c_Pub_ISEI_PISA_2017_zientifikoa_I_c.pdf)

Carabaña-Morales, J. (2011). Competencias y universidad, o un desajuste por mutua ignorancia. **Bordón. Revista de Pedagogía** 63 (1), 2011, 15-31. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3600070>

Castro, A. (2012). Docentes Vs Estudiantes. Contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de Competencias Científicas. **Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía** 1:1-22.

Chona Duarte, G., J. Arteta, S. Martínez, X. Ibáñez, M. Pedraza, G. Fonseca. (2006). ¿Qué competencias promovemos en el aula? **TED** 20: 62-79. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/315113999>

Cilleruelo, L., A. Zubiaga. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. **Jornadas de Psicodidáctica**, 1-18. Recuperado de: <https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>

Coello Pisco, S., V. Crespo, J. Hidalgo, J. Díaz. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** 12(2): 1-8. Recuperado de: [http://www.lajpe.org/index\\_jun18.html](http://www.lajpe.org/index_jun18.html)

Cornacchione, A., M. Barbagallo (2014). La clase invertida: el alumno protagonista de su aprendizaje. **Actas de las X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior**. Septiembre. Recuperado de: <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1021.pdf>

Coronado, M., J. Arteta (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias Naturales. **Zona Próxima** 23. Recuperado de: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewArticle/5797/8135>

Díaz-Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? **Perfiles educativos XXVIII** (111):7-36. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v28n111/n111a2.pdf>

Díaz-Barriga, A. (2011). “Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula”. **Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES) II** (5): 3-24. Recuperado de: <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/126>

Díaz-Barriga, F., G. Hernández R. (2010). **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo**. 3ª. ed. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. México. 405p.

Delorenzi, O., Blando, C. (2008). Enseñanza y Aprendizaje en Ciencias Naturales Construcción de un Modelo Didáctico. **Voces de la Educación Superior** / Publicación Digital N° 2. Dirección Provincial de Educación Superior y Capacitación Educativa DGCyE. Recuperado de: <http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/default.cfm?page=sumario&IdP=35>

Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria. Universidad de Panamá. (DIGEPLEU-UP) (2008). **Modelo Educativo Académico**.

Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria. Universidad de Panamá. (DIGEPLEU-UP) (2018). **Boletín informativo 91**. Departamento de Estadística.

Escamilla, J., B. Calleja, É. Villalba, E. Venegas, K. Fuerte, R. Román, Z. Madrigal (2014). El aprendizaje invertido. **Edu Trends (oct)**. Revista mensual del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Recuperado en: <https://observatorio.tec.mx/redutrends>

Esteve, A., J. Solbes. (2017). El desinterés de los estudiantes por las ciencias y la tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios. **Enseñanza de las Ciencias, N.º Extraordinario**: 573-578. Recuperado de: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/12\\_Propuestas\\_de\\_educacion\\_cientifica\\_en\\_el\\_contexto.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/12_Propuestas_de_educacion_cientifica_en_el_contexto.pdf)

Fernández-López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. **En: Jiménez Aleixandre, M. (2011). Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica**. Colección: Aulas de Verano Serie: Ciencias. Ministerio de Educación. Secretaría General Técnica. OMAGRAF S.L. España. 52p.

Ferrada, C., D. Díaz-Levicoy, N. Salgado-Orellana, E. Puraivan. (2019). Análisis bibliométrico sobre educación STEM. **Revista ESPACIOS 40** (8):2. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n08/19400803.html>

Flores, L., M. Veytia, J. Moreno (2020). Clase invertida para el desarrollo de la competencia: uso de la tecnología en estudiantes de preparatoria. **Revista Educación 44**(1):2215-2644. Recuperado de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v44n1/2215-2644-edu-44-01-00192.pdf>.

Flores Ruíz, E., M.G. Miranda, M.A. Villasís (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial. **Rev. alerg. Méx. 64**(3): 364-370. Recuperado de: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/304/643>

Franco-Mariscal, A.J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. **Enseñanza de las Ciencias, 33**(2): 231-252.

Gairín Sallán, J. N. Sanmartí, C. Armengol, A. Marbà y M. de Talavera. (2009). **La enseñanza de las ciencias en el sistema educativo panameño**. MEDUCA-SENACYT. Informe del equipo EDO-Universidad Autónoma de Barcelona. 224p.

Galagovsky, L. (2010). **Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos**. Lugar Editorial. Buenos Aires. 216p

Galante, L. (2015) **Infografía: Taxonomía de Bloom y Clase Invertida**. Inevery Crea. Recuperado de: <https://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/infografia-taxonomia-de-bloom-y-clase-invertida/51107677-88cc-416a-a43c-75edc8c12365>

García Pérez, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, 5:207. Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm>

García-Retana, J.A. (2011). Modelo educativo basado en competencias: importancia y necesidad. **Revista Actualidades investigativas en educación** 11(3):1-24.

García, G., Y. Ladino. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. **Studiositas** 3(3):7-16.

García, Y., D. Reyes, F. Burgos. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. **Revista Electrónica Diálogos Educativos** 33(12): 37-112. Recuperado de: <http://www.dialogoseducativos.cl/revistas/n33/garcia>

García Fernández, B., A. Mateos Jiménez, V. Romo-Pérez (2017). Construcción y validación de un instrumento para identificar las percepciones de los docentes de Ciencias sobre el modelo de enseñanza por competencias. **Estudios pedagógicos (Valdivia)**, 43(1): 139-156. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000100009>

Gómez, M., M. Duque, M Canu, G. Danies. (2015). Educación STEM en educación básica: estudio de caso en dos países, Colombia y República Dominicana. **Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI**. Recuperado de: <https://acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1276/439>

González Gómez, D., J. S Jeong, F. Cañada Cañada, A. Gallego Picó. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «Flipped»: Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, 35.2, pp. 71-87

Goytía, E., I Besson, J. Gasco, J. Doménech (2015). Evaluar habilidades científicas. Indagación en los exámenes. ¿Una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula? **Alambique** 79: 1-11. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/280881159>

Gutiérrez, A. (2008). Las TIC en la formación del maestro: "realfabetización" digital del profesorado. **Revista interuniversitaria de formación del profesorado**, (63), 191-206. Recuperado de: <https://aufop.com/aufop/revistas/arta/impresa/128/1098>

Hasni, A., Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. **International Journal of Environmental and Science Education**, 10(3): 337-366. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069261.pdf>

Hernández, C.A. 2005. ¿Qué son las "competencias científicas"? Ponencia. Foro Educativo Nacional. Colombia. Recuperado de: [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-89416\\_archivo\\_5.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-89416_archivo_5.pdf)

Hernández Rodríguez, A., S. Francis S., W. Gonzaga M., M. Montenegro H. (2009). **Estrategias didácticas en la formación de docentes**. Editorial Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 256p.

Hernández-Sampieri, R., C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio. (2014). **Metodología de la investigación**. 6ª. ed. McGraw-Hill-Educación. México.

Hernández Silva, C., S. Tecpan Flores (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. **Estudios Pedagógicos XLIII** (3):193-204. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v43n3/art11.pdf>

Instituto Profesional de Chile (IPCHILE) (2017). **Ficha para implementar y evaluar metodología aula invertida (flipped classroom)**. Recuperado de: <https://www.ipchile.cl/ipchile/docencia/recursos-pedagogicos/>

Irigoyen, J., M. Jiménez, K. Acuña. (2011). Competencias y educación superior. **Revista Mexicana de Investigación Educativa** 16(48): 243-266. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v16n48/v16n48a11.pdf>

Jiménez Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. Cap. 7. **En: Perales, J. y Cañal, P. (ed). Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**. Editorial Marfil. España.

LASPAU (2019). Programa de enseñanza-aprendizaje. Recuperado de: <https://www.laspau.harvard.edu/es/>

Largo-Fernández, J., J. Marín, A. Mejía. (2017). Estrategias educativas para generar movimientos educativos juveniles entorno a las competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). **VirtualEduca** (Bogotá) Foro: Desarrollos Tecnológicos. Recuperado de: <https://virtualeduca.org/encuentros/colombia2017/ponencias/>

López Gamboa, M., C. Córdoba Gonzáles, J. Soto Soto. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. **Lat. Am. J. Sci. Educ.** 7, 1-16. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/341909377\\_Educacion\\_STEMSTEAM\\_Modelos\\_de\\_implementacion\\_estrategias\\_didacticas\\_y\\_ambientes\\_de\\_aprendizaje\\_que\\_potencian\\_las\\_habilidades\\_para\\_el\\_siglo\\_XXI](https://www.researchgate.net/publication/341909377_Educacion_STEMSTEAM_Modelos_de_implementacion_estrategias_didacticas_y_ambientes_de_aprendizaje_que_potencian_las_habilidades_para_el_siglo_XXI)

Marcos, A. (2016). Los ciudadanos del futuro y la educación STEAM. **Educación 3.0**. Recuperado de: <https://www.educaciontrespuntocero.com/opinion/los-ciudadanos-del-futuro-la-educacion-steam/33941.html>

Martínez Olvera, W., I. Esquivel G., J. Martínez C. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. En: **Los Modelos Tecnopedagógicos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI**. Esquivel, I. (ed). 143-160 México. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/280301257\\_Los\\_Modelos\\_Tecnopedagógicos\\_revolucionando\\_el\\_aprendizaje\\_del\\_siglo\\_XXI](https://www.researchgate.net/publication/280301257_Los_Modelos_Tecnopedagógicos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_XXI)

Mayorga, Ma. y D. Madrid (2010). Modelos didácticos y estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. **Tendencias Pedagógicas, 1** (15), 91-111. España: Universidad de Málaga. Recuperado de: [http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2010\\_15\\_04.pdf](http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2010_15_04.pdf)

Meinardi, E. (2011). **Propuestas Didácticas para enseñar Ciencias Naturales**. Recuperado de: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/libro/libro\\_n0004\\_Meinardi.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/libro/libro_n0004_Meinardi.pdf)

Melo, L., R. Sánchez. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología *flipped classroom* para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. **Educación Química 28**: 30-37. Recuperado de: <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/63889>

Mesías-Maraví, T.R. (2013). Influencia del método experimental en el rendimiento académico de los estudiantes de Didáctica de la Química I- II y Didáctica de la Biología I - II de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el año 2012. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3443>.

Moncada-Cerón, J.S. (2013). **Modelo educativo basado en competencias**. 2ed. Trillas. México. 256p.

Montelongo, G., A. Barraza (2018). **Aula invertida. Un proyecto para optimizar el tiempo**. Editorial Instituto Universitario Anglo Español. Universidad Pedagógica de Durango. Red Durango de Investigadores Educativos A. C. 103p.

Moreno, C., F. Cantos. (2017). **Aplicación del flipped classroom en un aula de educación primaria**. Tesis de postgrado. Universitat Jaume I. 46p. Recuperado en: [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/169648/TFG\\_2017\\_MorenoMartinez\\_Celia.pdf?sequence=1](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/169648/TFG_2017_MorenoMartinez_Celia.pdf?sequence=1)

Nerstheimer, K., K.Bielefeld, D. Scribner, T. Rink. (2016). **La gran guía de STEM. BoxLight mimio**. <https://mimio.boxlight-latam.com/experimentos-de-ciencia-stem-para-kinder-primaria-secundaria.html>

Norany, N., A. Karim, N. Abdullah, A. Halim (2017). Flipped Classroom Via Whatsapp. **Academia Edu (online)**. Recuperado de: [https://www.academia.edu/37291714/Flipped\\_Classroom\\_Via\\_Watsapp](https://www.academia.edu/37291714/Flipped_Classroom_Via_Watsapp)

OEA (Organización de Estados Americanos)-Portal Educativo (2016). La indagación como estrategia para la educación STEAM. Guía práctica. Recuperado en: <https://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/Final%20OEA%20Indagacio%CC%81n.pdf>

Oliva Martínez, J., J. Acevedo Díaz. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 2** (2), pp. 241-250. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3923/3490>.

Panama STEM Education (2019). <https://www.panamastem.com/about/us/>

Parra Pineda, D. (2003). **Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje**. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Colombia. 120p.

Pasmíño Crussati, I. (2014). **Planificación de la clase invertida**. EdiTek editions. Recuperado de: [https://www.academia.edu/28489498/Planificaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_Clase\\_Invertida?auto=download](https://www.academia.edu/28489498/Planificaci%C3%B3n_de_la_Clase_Invertida?auto=download)

Perines, H. y J. Murillo (2017). Percepciones de los docentes en formación sobre la investigación educativa. **Estudios Pedagógicos XLIII** (1): 251-268.

Perrenoud, P. (2004). **Diez nuevas competencias para enseñar**. Quebecor World, Gráficas Monte Albán. México. 166 p. Recuperado de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Philippe-Perrenoud-Diez-nuevas-competencias-para-ensenar.pdf>

Pérez Álvarez, M. (2018). Educación y STEM. **Revista El Semanario**. Recuperado de: <https://elsemanario.com/opinion/educacion-y-stem/>

Pérez Martín, J.M. (2017). Clase invertida en las ciencias naturales del grado de Educación Primaria. **Actas. VIII Jornadas de Redes de Investigación en Innovación Docente. UNED:** 517-524. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/301690066\\_CLASE\\_INVERTIDA\\_EN\\_LAS\\_CIENCIAS\\_NATURALES\\_DEL\\_GRADO\\_DE\\_EDUCACION\\_PRIMARIA](https://www.researchgate.net/publication/301690066_CLASE_INVERTIDA_EN_LAS_CIENCIAS_NATURALES_DEL_GRADO_DE_EDUCACION_PRIMARIA).

PISA-OCDE (2015). Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. OCDE. Recuperado en: <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264255425-en.htm>

Poblete Ruíz, M. (2007). **Evaluación de competencias en la educación superior.** Conferencia magistral en III Jornadas Universidad de Deusto. <http://paginaspersonales.deusto.es/mpoblete2/PONENCIA01.htm>

Porlán Ariza, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. **Enseñanza de las ciencias**, 36(3): 5-22. Recuperado de: <https://enciencias.uab.es/article/view/v36-n3-porlan/2795-pdf-es>

Rahman, A., B. Aris, M. Shafie Rosli, H. Mohamed, Z. Abdullah, N. Mohd Zaid (2015). Significance of Preparedness in Flipped Classroom. **Adv. Sci. Lett. X, XXX-XXX:** 1-4. Recuperado de: <http://www.aspbs.com/science/>

Raffaghelli, J. (2017). Does Flipped Classroom work? Critical analysis of empirical evidence on its effectiveness for learning. **Form@re - Open Journal per la formazione in rete** 17(3): 116-134. Recuperado de: <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3692>

Ramírez Montoya, M. (2012). **Modelos de enseñanza y métodos de casos.** Estrategias para ambientes innovadores de aprendizaje. Editorial Trillas. México. 340p.

Rabajoli, G. (2016). Las habilidades STEM. Recuperado de: <http://pidoayuda.blogspot.com/2016/02/las-habilidades-stem.html>

Requesens, E. y G. M. Díaz. (2009). Una revisión de los modelos didácticos y su relevancia en la enseñanza de la ecología. **Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales** 7(1):1-10. Recuperado de: [https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs\\_v7\\_n1\\_03.htm](https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n1_03.htm)

Rebollo Bueno, M. (2010). **Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones.** I Congreso de Inspección de Andalucía: Competencias básicas y modelos de intervención en el aula. Recuperado de: <https://docplayer.es/13152878-Analisis-del-concepto-de-competencia-cientifica-definicion-y-sus-dimensiones-rebollo-bueno-manuel.html>

Rodríguez-Zambrano, H. (2007). El paradigma de las competencias hacia la educación superior. **Rev.Fac.Cienc.Econ** XV(1):145-165. Recuperado de: <https://www.umng.edu.co/web/revistas/revista-fac.-ciencias-economicas>

Ruíz-Ortega, F. 2007, Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**. 3 (2): 41- 60. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134112600004.pdf>

Sánchez Quintero, J. (2018). **Satisfacción estudiantil en educación superior: validez de su medición**. Santa Marta; Bogotá: Universidad Sergio Arboleda. 139p. Recuperado de: <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1027/SATISFACCI%C3%93N%20ESTUDIANTIL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Sánchez Rivas, E., J. Sánchez R., J. Ruíz P. (2019). Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida. **Revista Internacional de Investigación en Educación**, 11 (23), 151-168. Recuperado de: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/24511/21327>.

Santiago, R. (2013). Programación de una clase Flipped. Scribd on line. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/189919480/Programacion-de-una-clase-Flipped>

Santiago, R., J. Bergman (2017). Curso para la certificación internacional de Flipped learning Nivel I. Recuperado de: <https://www.theflippedclassroom.es/certificacion-flipped-learning-nivel-i/>

Santiago, R., J. Bergman (2018). **Aprendizaje al revés**. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula. Paidós Educación. 237p. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/327040344\\_Aprender\\_al\\_reves\\_Flipped\\_Classroom\\_30\\_y\\_Metodologias\\_activas\\_en\\_el\\_aula](https://www.researchgate.net/publication/327040344_Aprender_al_reves_Flipped_Classroom_30_y_Metodologias_activas_en_el_aula)

Santillán, J., V. Cadena V., M. Cadena V. (2019). Educación STEM: Entrada a la sociedad del conocimiento. **Ciencia Digital** 3 (3.4): 212-227. Recuperado de: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/847/2047>

Salas-Zapata, W.A. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. **Revista Iberoamericana de Educación** 36(9):2-10. Recuperada de: <http://rieoei.org/1036salas.htm>

Salinas, J. (2004). Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. **Bordón**, 56(3-4), 469-481. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/39214325\\_Cambios\\_metodologicos\\_con\\_las\\_TI\\_C\\_estrategias\\_didacticas\\_y\\_entornos\\_virtuales\\_de\\_ensenanza-aprendizaje](https://www.researchgate.net/publication/39214325_Cambios_metodologicos_con_las_TI_C_estrategias_didacticas_y_entornos_virtuales_de_ensenanza-aprendizaje)

Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). (2015). **Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá y Plan Nacional 2015-2019**. Editora Novo Art, S.A. en Panamá. 154 p. Recuperado de: [http://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2016/03/Resolucion\\_Plan-y-Politicas.pdf](http://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2016/03/Resolucion_Plan-y-Politicas.pdf)

Solanes Puchol, A., R. Núñez, J. Rodríguez. (2008). Elaboración de un cuestionario para la evaluación de competencias genéricas en estudiantes universitarios. **Apuntes de Psicología** 26(1):35-49. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2674370>

Solbes, J., R. Montserrat, C. Furió. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales** 21:91-117. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2475999.pdf>

Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? **Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales**, 67: 53-61

Suárez Lantarón, B. (2017). WhatsApp como herramienta de apoyo a la tutoría. **Revista de Docencia Universitaria REDU** 15(2):193-210. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6276894.pdf>

Supo, J. (2013). **Cómo validar un instrumento**. Guía para validar un instrumento en 10 pasos. Biblioteca Nacional de Perú. ISBN 1492278904. 64p. Recuperado de: [http://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s\\_p/doc\\_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/coplavi/s_p/doc_ng/validacion-de-instrumentos-de-medicion.pdf)

Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) (2015). **Análisis Curricular**. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/ UNESCO Santiago). 320p. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002275/227501s.pdf>

Terrasa B., S., G. Andreu G. (2015). Cambio a metodología de clase inversa en una asignatura obligatoria. **Actas del simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación**. Recuperado de: [http://bioinfo.uib.es/~joemi/procJenui/Jen2015/Tte\\_camb.pdf](http://bioinfo.uib.es/~joemi/procJenui/Jen2015/Tte_camb.pdf)

Tobón, S. (2006). La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo. Universidad autónoma de Guadalajara curso Iglu. Instituto Cife.ws. Recuperado de: [http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20\(Sergio%20Tob%C3%B3n\).pdf](http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20(Sergio%20Tob%C3%B3n).pdf)

Tobón, S., J. H. Pimienta, J.A. García. 2010. **Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias**. Pearson Educación, México. 216p.

Tourón, J., Santiago, R. y Díez, A. (2014). **The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje**. Barcelona: Grupo Océano. Recuperado en: <https://www.theflippedclassroom.es/libros/>

Tovar-Gálvez, J.C. 2008. Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. **Revista Iberoamericana de Educación** 46(7):1-9. Recuperado de: <http://rieoei.org/2161.htm>

Tovar Rodríguez, D. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** 13(3):1-7

Torres, A., E. Mora, F. Garzón, N. Ceballos. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. **Tendencias XIV** (1):187-215. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4453237.pdf>

Ureña O., N., P. López M. (2019). Evaluación formativa y clase invertida para la adquisición de competencias en el máster de profesorado de educación secundaria. **Revista Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)** 5(2):470-479. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/335996405\\_Evaluacion\\_formativa\\_y\\_clase\\_invertida\\_para\\_la\\_adquisicion\\_de\\_competencias\\_en\\_el\\_Master\\_de\\_Profesorado\\_de\\_Educacion\\_Secundaria](https://www.researchgate.net/publication/335996405_Evaluacion_formativa_y_clase_invertida_para_la_adquisicion_de_competencias_en_el_Master_de_Profesorado_de_Educacion_Secundaria)

Vadillo, G., C. Klingler. (2004). **Didáctica: teoría y práctica de éxito en Latinoamérica y España**. Editorial McGraw- Hill, México.

Vargas Ríos, G. (2010). Relación entre el rendimiento académico y la ansiedad ante las evaluaciones en los alumnos del primer año de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana: ciclo 2009-I. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1684/Vargas\\_rg.pdf?sequence=1](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1684/Vargas_rg.pdf?sequence=1)

Velásquez, A.F. (2011). **Una mirada crítica a la didáctica de las ciencias, la educación científica y el papel de las TIC en la educación superior**. Editorial Universidad de Tolima. Colombia. 128p

Valeiras, N., J. Meneses. (2005). Modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias en línea. **Enseñanza de las Ciencias**. número extra. VII congreso: 1-5. Recuperado de: [http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp464modcon.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp464modcon.pdf)

Vidal Ledo, M., N. Rivera M., N. Nolla C., I. Morales S., M. Vialart. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. **Educación Médica Superior** 30(3):678-688.

Villa Sánchez, A., M. Poblete Ruíz (2011). Evaluación de las competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones. **Bordón** 63(1): 147-170. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3601062>

Villardón Gallego, L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. **Educatio siglo XXI**, 24: 57 – 76. Recuperado de: <https://revistas.um.es/educatio/article/view/153/136>

Vivas Franco, M. (2015). ¿Qué se está haciendo para motivar la ciencia? **IBERCIENCIA**. Recuperado de: <http://oei/iberciencia/divulgación>

Zabalza, M. A. (2013). **Competencias docentes del profesor universitario**. 2 ed. Ediciones de la U. Bogotá. 232 p.

Zúñiga-Meléndez, A., R. Leiton y J.A. Naranjo. (2011). Nivel de desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de secundaria de (Mendoza) Argentina y (San José) Costa Rica. **Revista Iberoamericana de Educación** 56(2):1-12.

Zacarías, V., E. Barrios, M. Córdoba (2016). Relación entre la metodología flipped classroom y el aprendizaje de alumnos en la universidad continental mediante el uso de TIC. **Repositorio digital**. Recuperado de: <https://repositorio.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/4651>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Programa sintético de la asignatura Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210)

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD DE PANAMA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS</b> <b>ESCUELA DE FORMACION PEDAGOGICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CARRERA: LICENCIATURA EN EDUCACION PRIMARIA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PROGRAMA SINTETICO DE ASIGNATURA</b></p>	
<p><b>I. DATOS GENERALES</b></p> <p>1 Nombre de la Asignatura: <b>BIO 210. PRINCIPIOS BÁSICOS DE CIENCIAS NATURALES</b></p> <p>2 Escuela: <b>Biología</b></p> <p>3 Carrera: <b>LICENCIATURA EN EDUCACION PRIMARIA</b></p> <p>4 Código: <b>24202</b></p> <p>5 Semestre: <b>IV</b></p> <p>6 Créditos: <b>3</b></p> <p>7 Horas: <b>Totales: 4 Teóricas: 2 Prácticas: 2</b></p> <p>8 Fecha de elaboración: <b>2012</b></p> <p>9 Fecha de Aprobación por el Departamento: <b>2012</b></p>		
<p style="text-align: center;">Plan de Estudio 2013 – Plan 0002. Aprobado en Consejo de Ciencias Sociales y Humanísticas N°1-13. Campus Central, Centros Regionales, Extensiones Universitarias y Programas Anexos.</p>		

### II. JUSTIFICACION

El conocimiento científico debe ser la base para la toma de decisiones personales y sociales de nuestra sociedad. Frente a lo anterior y sobre la base de promover una educación de calidad con equidad, dentro del contexto de un mundo globalizado y competitivo, se plantea la ejecución del curso Principios de Ciencias Naturales concebido bajo un enfoque constructivista, en la que se incorporaran situaciones de aprendizaje que se sustentan tanto en modelos teóricos como didácticos, y en la visión de perfil por competencias de la educación.

III. DESCRIPCION Esta asignatura de introducción a los principios que rigen a los sistemas biológicos, está dirigida a estudiantes de Licenciatura en Ciencias de la Educación, organizado en modalidad presencial, 2 horas teóricas y 2 horas prácticas. Con una ponderación de tres créditos. Los contenidos temáticos de esta asignatura se subdividen en 5 módulos, cada uno con secuencia lógica, apoyado principalmente en talleres para desarrollar sus habilidades científicas.

### IV. COMPETENCIAS

#### 1. Básicas

- Trabaja en equipo y toma decisiones adecuadas.
- Habilidad para trabajar de forma autónoma: buscar, procesar y analizar información de diferentes fuentes.
- Utiliza la tecnología en los procesos de enseñanza- aprendizaje.

#### 2. Genéricas

- Reconoce que el conocimiento científico es provisional.
- Comunica de forma oral, verbal y gestual los Principios Biológicos.

#### 3. Específicas

- Reflexiona sobre los principios que rigen y permiten funcionar a los sistemas biológicos.
- Analiza el flujo energético en los sistemas biológicos y su importancia en la conservación.

- Describe los mecanismos de reproducción que garantizan la continuidad de la vida
- Valorar la diversidad biológica y sus componentes
- Utiliza el conocimiento biológico para comprender y resolver problemas vinculados con la vida cotidiana

#### V. CONTENIDO

- **Módulo 1** *Origen y base química de la vida.* Se revisan las principales hipótesis y teorías que tratan de explicar el origen del universo y de la vida así como, la estructura química de los sistemas biológicos. La célula procariota y eucariota
- **Módulo 2** *Captura y transformación de la energía.* Se analizarán las Vías de Liberación y Captación de la Energía como característica exclusiva de los sistemas biológicos. Respiración y fotosíntesis
- **Módulo 3** *Continuidad de la vida.* La reproducción celular. Reproducción sexual y asexual y el desarrollo.
- **Módulo 4** *Principios de anatomía y fisiología.* La célula eucariota como unidad fundamental de tejidos. Además se tratan órganos y sistemas de los seres vivos
- **Módulo 5** *Principios de Ecología.* Se describe los niveles de organización ecológica, Componentes de los ecosistemas. Ciclos energéticos. Biósfera. Atmósfera. Hidrósfera y Litósfera y se relacionan con problemas ambientales de Panamá

#### VI. METODOLOGIA

Se sugieren estrategias y procedimientos activos, individuales, grupales, centrados en la resolución de retos intelectuales y situaciones problema, que consideren los aprendizajes previos de los sujetos y que permitan la aplicación de los conocimientos alcanzados

Con miras al nuevo siglo se hace esencial plantear el papel que la tecnología, a información y la comunicación tecnológica (Internet, correo electrónico, otros) debe, asumir dentro de los procesos metodológicos que se propicien para el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje

#### V. CRITERIOS DE EVALUACION

La evaluación será

- 1 **Diagnóstica** se utilizará para establecer el nivel de conocimiento sobre el tema y establecer las estrategias para la enseñanza de los temas
- 2 **Formativa.** Ejercicios cortos, discusiones, investigaciones,
- 3 **Sumativa.** Parciales 30%, Prácticas 35% y Examen semestral 35%

#### VI. BIBLIOGRAFIA

- |  |  |
|--|--|
| Audesirk, G y T. Audesirk                    | 2001 Biología: La vida en la tierra. Editora Pierson. México   |
| Bernstein, R y B. Stephen                    | 2001 Biología. Editora McGraw-Hill México<br>2001 Biología. Conceptos y Relaciones. Editorial Prentice Hall México       |
| Campbell, Reece                              | 2003 Biología. 8ta edición en español. Editorial Panamericana. Buenos Aires. 1490pp                                      |
| Curtis, E. S. Barnes, A. Schneek y G. Flores | 2000 Planeamiento Didáctico. Fundamentos. Principios, Estrategias y Procedimientos para su Desarrollo. EUNED. Costa Rica |
| Sandí U. Rita                                | 2002 Biología. Un enfoque práctico. Editorial Génesis Panamá   |
| Starr, C y R. Taggart                        | 2008 Biología. La Unidad y Diversidad de La Vida. Undécima edición. Thomson editores S.A. de C.V. México                 |
| Weissman, Hilda                              | 2001 Didáctica de las Ciencias Naturales. Aportes y Reflexiones. PAIDOS. Argentina.                                      |



**ANEXO 2. Instrumentos para la investigación educativa del modelo de la clase invertida**

**UNIVERSIDAD DE PANAMA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON  
ÉNFASIS EN DIDÁCTICA  
INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 1  
CUESTIONARIO**

**PERCEPCIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE PROMUEVE LA  
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Estimado(a) estudiante:

El presente cuestionario es parte de un proyecto de investigación que propone implementar el modelo de clase invertida para el desarrollo de competencias científicas en los maestros en formación universitarios, como parte del enfoque de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática en español).

Le solicitamos su colaboración para contestar a este cuestionario, teniendo en cuenta su percepción de conformidad con su formación académica hasta el momento. La encuesta es anónima, voluntaria y sus respuestas serán utilizadas globalmente con las de otros estudiantes con fines científicos, estrictamente académico y de uso exclusivo para investigación.

Su ayuda será muy útil, ya que, a través de su opinión, podremos mejorar en el futuro la enseñanza de las Ciencias Naturales en los maestros en formación. No hay respuestas correctas o incorrectas; sólo nos interesa que indique una respuesta que refleje con precisión su percepción de conformidad con su formación académica.

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Marque una X en el reglón que responda a la información solicitada sobre sus datos generales.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Colegio de procedencia              | 6. Tipo de bachillerato secundario que le permitió ingresar a la universidad |
| Oficial ____ Particular ____           |  |
| 2. ¿Trabaja actualmente?               | ____ Ciencias o Ciencias con algún énfasis                                   |
| Sí ____ No ____                        | ____ Comercio o Comercio con algún énfasis                                   |
|  | ____ Pedagógico  |
|  | ____ Agropecuario  |
| 3. ¿Trabaja como docente?              | ____ Humanístico (Letras)  |
| Sí ____ No ____                        | ____ Bellas Artes  |
|  | ____ Otro _____  |
| 4. Género Femenino ____ Masculino ____ |  |

5. ¿Conoce el acrónimo STEM y para que se utiliza en educación? \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No
6. Indique si ha utilizado alguna de siguientes herramientas tecnológicas para el aprendizaje (puede seleccionar más de una)

\_\_\_\_ Plataformas educativas \_\_\_\_ Microsoft Office (Word, Ppt, Excel) \_\_\_\_ Vídeos educativos

- II. VALORA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES ENUNCIADOS SEGÚN SU IMPORTANCIA PARA INDICAR EL DESARROLLO DE COMPETENCIA CIENTÍFICA EN LOS ESTUDIANTES CON LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Por favor, Marque X en la alternativa que mejor represente su opinión, según la siguiente codificación:

1. En desacuerdo	2. Indiferente	3. De acuerdo
------------------	----------------	---------------

7. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES PROMUEVE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PORQUE:

1.	Permite despertar en las personas el asombro por conocer el mundo que lo rodea	1	2	3
2.	Otorga la posibilidad de aplicar una mirada científica a su aproximación a la naturaleza	1	2	3
3.	Ayuda a evitar enfermedades en las personas	1	2	3
4.	Previene el deterioro del medio ambiente	1	2	3
5.	Promueve el trabajo individualizado	1	2	3
6.	Evita el consumo excesivo de combustible	1	2	3
7.	Previene las enfermedades los animales y las plantas	1	2	3
8.	Fomenta la experimentación y demostración de eventos naturales	1	2	3
9.	Facilita habilidades y capacidades tales como la observar, analizar, experimentar e investigar	1	2	3
10.	Fomenta el uso de las tecnologías	1	2	3
11.	Fomenta la flexibilidad intelectual y el rigor científico	1	2	3
12.	Contribuyen a eliminar la pobreza y el hambre en el mundo	1	2	3
13.	Permite comprender y utilizar el lenguaje científico	1	2	3
14.	Facilita la interpretación de eventos naturales en gráficas y cuadros	1	2	3
15.	Promueve la búsqueda de información para resolver situaciones cotidianas o científicas	1	2	3
16.	Facilita la formulación de preguntas sobre eventos o fenómenos naturales	1	2	3
17.	Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico y analítico	1	2	3
18.	Fomenta el trabajo en equipo	1	2	3
19.	Permite la comunicación de trabajos de manera oral y escritos	1	2	3
20.	Permite desarrollar argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	1	2	3

GRACIAS POR LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA

**UNIVERSIDAD DE PANAMA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON  
ÉNFASIS EN DIDÁCTICA  
INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2  
PRINCIPIOS BÁSICOS DE CIENCIAS NATURALES (BIO 210)  
PRUEBA (PRE Y POST-TEST)**

Estamos realizando un estudio relativo a la implementación del modelo de clase invertida para el desarrollo de competencias científicas en el curso Principios Básicos de Ciencias Naturales en los maestros en formación de la Universidad de Panamá. La participación es anónima, voluntaria y sus respuestas serán utilizadas globalmente con las de otros estudiantes con fines científicos, estrictamente académico y de uso exclusivo para investigación.

**Áreas de conocimiento**

Las siguientes preguntas tiene el propósito de revisar sus conocimientos sobre el método científico y aplicación a situaciones y problemas cotidianos de la vida diaria. Encierre con un círculo  la respuesta correcta de las alternativas ofrecidas a cada pregunta.

**A. Método Científico**

1. El pensamiento cotidiano y el pensamiento científico son:
  - a. Opuestos
  - b. Complementarios
  - c. Profundos
  - d. Racionales
  - e. No sé o no lo he estudiado
  
2. La observación consiste en:
  - a. Revisar los hechos
  - b. La realización de un experimento en cualquier lugar
  - c. Aplicar los sentidos a un objeto o a un fenómeno
  - d. La lógica empírica
  - e. No sé o no lo he estudiado
  
3. El método científico se basa en la capacidad de:
  - a. Hacer observaciones y plantear preguntas
  - b. La definición de propiedad privada
  - c. La utilización de instrucciones e instrumentos válidos
  - d. La aplicación del método científico
  - e. No sé o no lo he estudiado
  
4. Entre las principales características del pensamiento científico se encuentra la:
  - a. Negación y lo irracional
  - b. Abstracción y lo científico
  - c. Objetividad y racionalidad
  - d. Utilidad y el pensamiento
  - e. No sé o no lo he estudiado
  
5. El método científico es el conjunto de pasos necesarios para obtener:
  - a. Verdades
  - b. Teorías científicas
  - c. Repeticiones válidas
  - d. Conocimientos válidos
  - e. No sé o no lo he estudiado

6. ¿Cuál es la diferencia entre una hipótesis y una teoría?
- La teoría es una forma de decir "suposición" e hipótesis es otra forma de decir "adivinar"
  - Las hipótesis no se pueden comprobar, las teorías sí
  - Las hipótesis tienen que ser comprobadas a través de pruebas; las teorías no.
  - Las teorías contienen muchas hipótesis; una hipótesis sólo contiene una teoría
  - No sé o no lo he estudiado
7. Ordene los pasos del método científico:
- 1) Reconocer un problema. 2) Comprobar la hipótesis. 3) Elaborar una hipótesis. 4) Escribir las conjeturas o conclusiones
- 1, 3, 2, 4.
  - 1, 2, 3, 4
  - 2, 3, 1, 4
  - 3, 2, 4, 1
  - No sé o no lo he estudiado
8. En la frase "el método científico es un proceso analítico para saber por qué ocurren las cosas" ¿cuál es el mejor sinónimo para calificar el concepto analítico?
- Probable
  - Fantástico
  - Incoherente
  - Lógico
  - No sé o no lo he estudiado
9. ¿Qué debes hacer antes de formular una hipótesis?
- Experimentar
  - Observar
  - Formular una teoría
  - Escribir las conclusiones
  - No sé o no lo he estudiado
10. Si estás haciendo un experimento para determinar la temperatura a la que los frijoles germinan más rápido, ¿cuál sería la variable que se investiga?
- El número de frijoles que plantaste
  - La altura de las plantas
  - La cantidad de agua con que regaste los frijoles
  - La temperatura a la que se encontraba cada uno
  - No sé o no lo he estudiado
11. Debes hacer varias veces un experimento para asegurarte que tus resultados sean consistentes. En la frase anterior, ¿qué significa consistente?
- Obvios
  - Increíbles
  - Constantes
  - Densos
  - No sé o no lo he estudiado
12. ¿Cuál es la razón por la que una teoría pueda cambiar con el tiempo?
- La aparición de nuevas leyes en el gobierno
  - Mejores universidades de ciencias
  - Cambios en la opinión pública
  - El descubrimiento de nuevas evidencias
  - No sé o no lo he estudiado
13. Según con lo que ya sabes sobre el método científico, ¿qué quiere decir que la evolución de los seres vivos es una teoría?
- Que se ha comprobado muchas veces
  - Los científicos no necesitan comprobarla nuevamente
  - Nadie puede comprobarla, aunque sea cierta o no
  - Existe muy poca evidencia que lo sostenga
  - No sé o no lo he estudiado
14. De las siguientes oraciones, ¿cuál es una teoría comprobable?
- Las rosas son más hermosas que las violetas
  - Una planta necesita estar al menos cinco horas diarias bajo el rayo del sol para crecer
  - El helado es delicioso
  - Algún día los humanos llegarán al planeta Marte

- e. No sé o no lo he estudiado
15. ¿Qué sucede si una hipótesis es probada muchas veces y la información recogida no concuerda con tus predicciones?
- a. Debes alterar los resultados para que sostengan tu hipótesis
  - b. Hacer nuevamente el experimento hasta obtener los resultados que estás buscando
  - c. Concluir que tu hipótesis no puede ser comprobada
  - d. Repensar tu hipótesis
  - e. No sé o no lo he estudiado

**B. Origen y base química de la vida**

Las siguientes preguntas tiene el propósito de revisar sus conocimientos sobre algunos aspectos del origen de la vida sobre la Tierra, sus bases químicas y las células como unidad de vida. Encierre con un círculo  la mejor respuesta de las alternativas ofrecidas a cada pregunta.

16. ¿Dónde se originó la vida en la Tierra?
- a. En el espacio
  - b. En una cueva
  - c. En los mares
  - d. No lo he estudiado
17. ¿Qué compuestos existían en la Tierra primitiva?
- a. Vapor de agua, metano y amoníaco principalmente
  - b. Dióxido de carbono, ácido sulfúrico y agua
  - c. Metano, ácido sulfúrico, vapor de agua y dióxido de carbono
  - d. No lo he estudiado
18. ¿Aproximadamente hace cuántos años tuvo lugar el origen de la vida en nuestro planeta?
- a. 25 mil millones de años
  - b. 8 mil millones de años
  - c. 4.6 mil millones de años
  - d. No lo he estudiado
19. La hipótesis que plantea que el origen de la vida tuvo un origen divino se denomina:
- a. Generación espontánea
  - b. Panspermia
  - c. Creacionista
  - d. No lo he estudiado
20. ¿Cómo se formó el agua en nuestro planeta?
- a. A partir de los gases que se formaron en el centro de la Tierra y brotaron a la superficie
  - b. Del impacto de un cometa
  - c. Ambas teorías anteriormente mencionadas
  - d. No lo he estudiado
21. Los primeros seres vivos en habitar nuestro planeta poseían una constitución estructural de tipo:
- a. Eucariota
  - b. Procariota
  - c. Células animales simples
  - d. No lo he estudiado
22. El tipo de nutrición de los primeros seres vivos fue:
- a. Se alimentaban principalmente de otros seres vivos muertos
  - b. No se alimentaban, sólo respiraban
  - c. Autótrofa
  - d. No lo he estudiado
23. La célula es:
- a. Cuerpo que almacena alimentos
  - b. Unidad morfológica y fisiológica de los seres vivos

- c. El resultado de la actividad de un organismo
  - d. No lo he estudiado
24. Las células procariotas difieren de las eucariotas por:
- a. Presentar cromosomas en el citoplasma
  - b. Carecer de membrana nuclear y nucléolo
  - c. Presentar membrana plasmática
  - d. No lo he estudiado
25. Algunas semejanzas entre células animales y vegetales son:
- a. Poseen pared celular y vacuola central
  - b. Poseen aparato de Golgi, nucleolo y cromosomas
  - c. Carecen de cromosomas y ribosomas.
  - d. No lo he estudiado
26. La protección externa de la célula es realizada por:
- a. Mitocondrias
  - b. Membrana plasmática
  - c. Citoplasma
  - d. No lo ha estudiado
27. La función de las mitocondrias es:
- a. Síntesis de lípidos y proteínas
  - b. Libera energía, producen la mayor parte del ATP
  - c. Almacenamiento de energía
  - d. No lo ha estudiado
28. Los cloroplastos son organelos:
- a. Primordiales en la fotosíntesis
  - b. Presentes en todos los tipos de células
  - c. Que no contienen clorofila
  - d. No lo ha estudiado
29. Las principales moléculas orgánicas son:
- a. Aminoácidos, disacáridos y monosacáridos
  - b. Proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y carbohidratos
  - c. Insulina, esteroides y polisacáridos
  - d. No lo ha estudiado
30. Los ácidos nucleicos tienen la función de:
- a. Fijarse a otras moléculas a fin de participar en su almacenamiento y transporte
  - b. Proveer de energía a los procesos metabólicos
  - c. Portar la información genética, transcribir y traducir el código genético
  - d. No lo ha estudiado

GRACIAS POR LA INFORMACION SUMINISTRADA

**UNIVERSIDAD DE PANAMA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON  
ÉNFASIS EN DIDÁCTICA  
INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 3  
CUESTIONARIO PARA EL NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA Y  
APRENDIZAJE A TRAVÉS DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA**

A continuación, le presentamos un cuestionario que tiene el objeto de conocer la satisfacción de los estudiantes sobre la implantación del modelo de la clase invertida como metodología de enseñanza orientado al desarrollo de competencias científicas.

Usted tiene la libertad de cumplimentar o no dicho cuestionario. Su opinión puede ser muy valiosa para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210). Por favor, le pedimos que lea atentamente cada una de las preguntas que se le presentan a continuación, y procure no dejar ninguno en blanco. Muchas gracias por su participación desinteresada y el tiempo que nos dedica.

**VALORA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES ENUNCIADOS SEGÚN SU SATISFACCIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL MCI.** Por favor, Marque X en la alternativa que mejor represente su opinión, según la siguiente codificación:

1. En desacuerdo    2. Indiferente    3. De acuerdo

1.	Me gustó la posibilidad de ver videos-lecciones de los temas del curso en vez de tener una clase tradicional expositiva.	1	2	3
2.	Prefiero la clase tradicional en lugar de tener trabajos activos y grupales en clases como los que se desarrollaron durante las clases de aula invertida.	1	2	3
3.	El uso de videos-lecciones me permite aprender el material de estudio en cualquier momento, más eficazmente que hacer las lecturas en solitario.	1	2	3
4.	Aprendí más cuando utilicé el modelo de clase invertida (video-lecciones, lecturas cortas y aprendizaje activa en clases) en comparación con el método tradicional expositivo.	1	2	3
5.	Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de video-lecciones o actividades virtuales.	1	2	3
6.	La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados.	1	2	3
7.	Haber contado y revisado video-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza.	1	2	3
8.	Con las clases invertidas reforcé otras competencias (capacidad para organizar y planificar el tiempo, autoaprendizaje, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las TIC)	1	2	3
9.	Haber contado con video-lecciones y actividades en clases de los temas estudiados ha contribuido a alcanzar un mejor desarrollo de competencias científicas.	1	2	3
10.	Mi satisfacción con la experiencia educativa planteada para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales es:	1	2	3

**ANEXO 3.****COEFICIENTE DE ALFA DE CROMBACH  
PARA EL ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO No. 2 PRUEBA PILOTO**

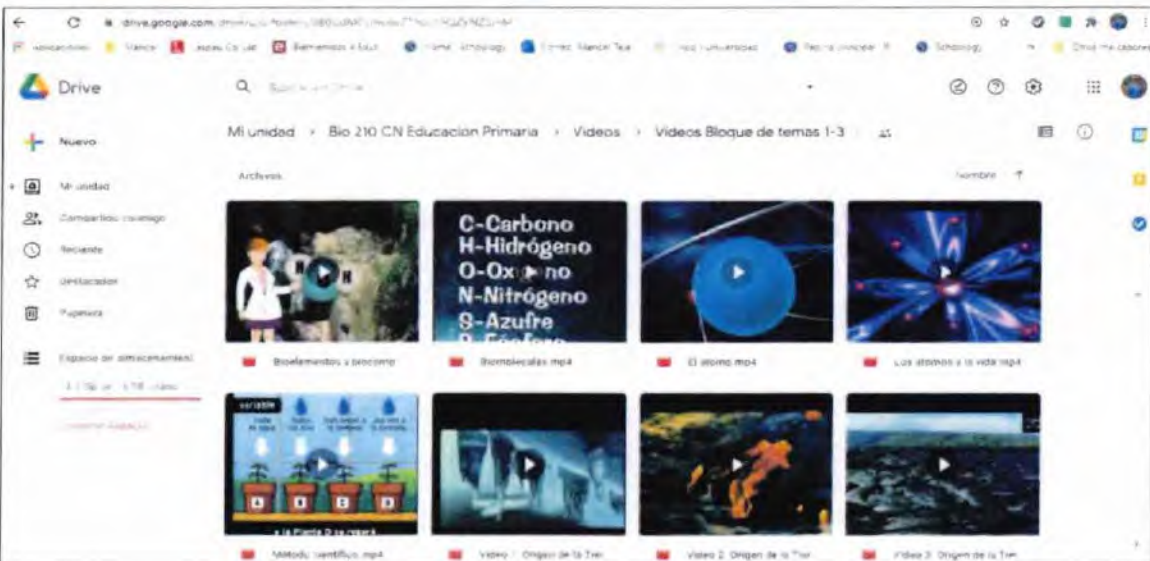
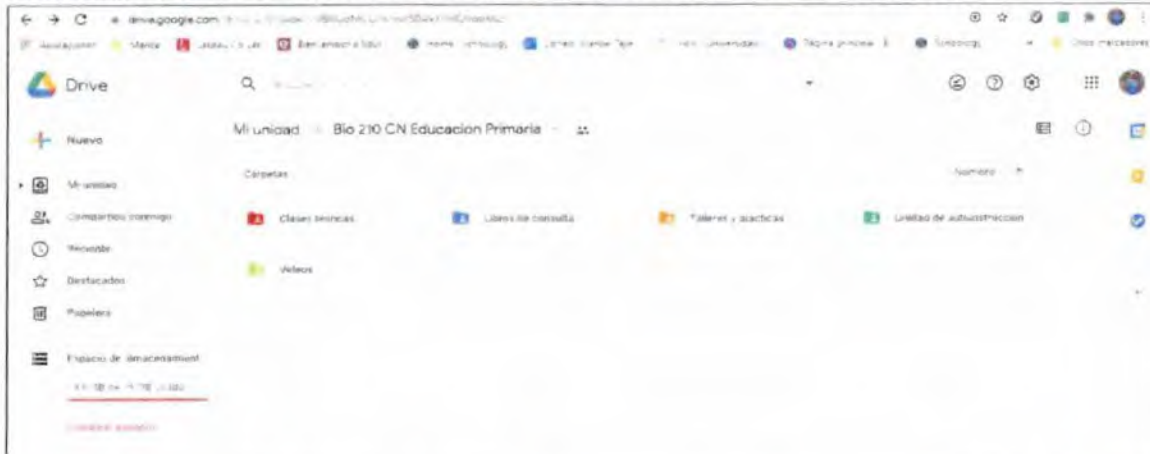
Pregunta	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
P <sub>1</sub>	99.1	211.2	0.151	0.891
P <sub>2</sub>	99.2	202.5	0.391	0.893
P <sub>3</sub>	99.6	201.7	0.392	0.898
P <sub>4</sub>	99.0	205.6	0.620	0.880
P <sub>5</sub>	99.7	189.0	0.678	0.836
P <sub>6</sub>	99.5	176.8	0.391	0.823
P <sub>7</sub>	99.2	202.5	0.325	0.834
P <sub>8</sub>	99.6	220.8	0.361	0.839
P <sub>9</sub>	99.3	203.1	0.435	0.827
P <sub>10</sub>	99.5	205.8	0.298	0.845
P <sub>11</sub>	99.8	207.2	0.356	0.827
P <sub>12</sub>	99.0	204.9	0.279	0.812
P <sub>13</sub>	99.8	205.8	0.567	0.829
P <sub>14</sub>	99.7	210.0	0.367	0.831
P <sub>15</sub>	99.5	220.1	0.489	0.848
P <sub>16</sub>	99.4	201.5	0.298	0.858
P <sub>17</sub>	99.2	201.5	0.478	0.852
P <sub>18</sub>	99.7	204.2	0.323	0.876
P <sub>19</sub>	99.6	207.8	0.432	0.865
P <sub>20</sub>	99.1	206.7	0.371	0.828
P <sub>21</sub>	99.8	209.2	0.478	0.803
P <sub>22</sub>	99.5	213.2	0.532	0.811
P <sub>23</sub>	99.6	205.4	0.344	0.887
P <sub>24</sub>	99.7	208.5	0.429	0.851
P <sub>25</sub>	99.3	209.8	0.259	0.862
P <sub>26</sub>	99.6	215.1	0.471	0.837
P <sub>27</sub>	99.3	204.1	0.381	0.805
P <sub>28</sub>	99.8	209.3	0.397	0.827
P <sub>29</sub>	99.2	203.4	0.391	0.852
P <sub>30</sub>	99.7	208.6	0.298	0.834

Resultados del análisis para la validación y confiabilidad de las preguntas del cuestionario de conocimiento

**ANEXO 4. Dimensiones de las competencias científicas, según PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017)**

DIMENSIONES	CAPACIDADES O SUBCOMPETENCIA	INDICADORES
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal</li> <li>- Local/nacional</li> <li>- Global</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce la importancia de los cuidados de la salud, los recursos naturales y el ambiente en general</li> </ul>
Capacidades	- Explica fenómenos científicamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado.</li> <li>- Identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones.</li> <li>- Realizar y justificar las predicciones adecuadas.</li> <li>- Ofrecer hipótesis explicativas.</li> <li>- Explicar las implicaciones potencialidades del conocimiento científico para la sociedad.</li> </ul>
	- Evalúa y diseña investigaciones científicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar la pregunta investigada en un determinado estudio científico.</li> <li>- Distinguir preguntas que es posible investigar científicamente.</li> <li>- Proponer una manera de investigar una pregunta científica determinada.</li> <li>- Evaluar maneras de investigar una pregunta científica determinada.</li> <li>- Describir y evaluar una variedad de formas que las personas científicas usan para asegurar la fiabilidad de los datos y la objetividad y generalización de las explicaciones.</li> </ul>
	- Interpreta científicamente datos y evidencias investigación científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformar los datos de una representación a otra.</li> <li>- Analizar e interpretar los datos y extraer conclusiones adecuadas.</li> <li>- Identificar supuestos, evidencias y razonamientos en textos relacionados con la ciencia.</li> <li>- Distinguir entre argumentos que se basan en evidencia científica y teoría, y aquellos basados en otras consideraciones.</li> <li>- Evaluar argumentos científicos y evidencias de diferentes fuentes.</li> </ul>
Conocimientos	- Conceptual o de contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica los principales elementos del entorno natural, analizando sus características más relevantes, su organización e interacciones.</li> <li>- Apoya con ejemplos específicos el conocimiento de conceptos generales.</li> <li>- Relaciona conceptos científicos con los comportamientos y propiedades de los sistemas materiales.</li> </ul>
	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actúa ordenadamente y según fines propuestos en sus actividades científicas y tecnológicas.</li> <li>- Busca pruebas que confirmen o desechen teorías o hipótesis.</li> <li>- Coopera en el trabajo en grupo y asume responsabilidades.</li> </ul>
Actitudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interés por la ciencia y la tecnología.</li> <li>- Valoración de los enfoques científicos para la investigación.</li> <li>- Conciencia ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demuestra que el interés por la ciencia y la tecnología.</li> <li>- Demuestra una actitud reflexiva ante los fenómenos científicos y los productos tecnológico</li> <li>- Demuestra un sentido de responsabilidad personal sobre la conservación de un medio ambiente sostenible.</li> </ul>

## ANEXO 5. ENTORNO VIRTUAL GOOGLE DRIVE UTILIZADO PARA LA PRUEBA PILOTO DURANTE II SEMESTRE 2016 DEL CURSO BIO 210



# ANEXO 6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PRUEBA PILOTO EN CONGRESO CIENTÍFICO UNACHI

## LA CLASE INVERTIDA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA EN BIOLOGÍA PARA LOS MAESTROS EN FORMACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE PANAMA

**MARICEL TEJEIRA<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE)  
 PROYECTO STEM PANAMA

**DISCIPLINA: BIOLOGÍA**

**Título del Curso:** Principios Básicos de Biología (No. Número de Estudiantes en el Curso: 75)

**Nivel de los Estudiantes:** 2do, 3do, 4to y 5to semestre en Educación Primaria, Secundaria y Tercera de la Educación Superior.

**MÉTODO DE INNOVACIÓN IMPLEMENTADO:** Clase invertida o flipped classroom para enseñar temas complejos e incorporar los temas para enseñarlos en casa vía video y modificar la estructura tradicional de los temas en el aula presencial.

**REFERENTE TEÓRICO DE LA CLASE INVERTIDA O "FLIPPED CLASSROOM"**

El método didáctico de la clase invertida o "Flipped classroom" fue desarrollado por Jonathan Bergmann y Aaron Samra en 2007 en Estados Unidos y se basa en modificar la estructura tradicional de las clases invirtiendo las actividades hechas en clase y en casa. De esta forma, se utiliza la tecnología educativa para que los estudiantes tienen un estudio autoguiado del material del curso, en casa y lo que tradicionalmente se dejaban como trabajo fuera del aula, se trabaja en clases para que los alumnos lo realicen conjuntamente en el aula con la supervisión del profesor (Terrasa y Andreu, 2015).

**¿Qué es la clase invertida? "Flipped Classroom"**

**RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en esta experiencia se evaluaron en dos dimensiones: Percepción del trabajo presencial (individual y colaborativo), a través de una encuesta con una escala de valoración de 1 a 5 (Figura 2 y 3) y el rendimiento académico, a través de las pruebas pre y post-test (Figura 4). Se pudo observar un aumento en el grado de interés y satisfacción por los pasos del método científico, conceptos de átomos, elementos, moléculas y biomoléculas orgánicas (Figura 5), ya que se mostraron desmotivados por estos temas al inicio de las intervenciones, presumiblemente por su formación de bachilleratos no científicos. De igual forma, el aumento en el rendimiento académico fue positivo para los temas abordados (Figura 4). Se concluye que el método es apropiado para promover dinamismo e interés por el curso.

**RECURSOS Y REFERENCIAS**

Programa Académico Básico de Ciencias Naturales (No. 210). FACINOT-UF Chiriquí. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

Química. 2do semestre. Universidad Autónoma de Chiriquí. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

Química. 3er semestre. Universidad Autónoma de Chiriquí. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

Química. 4to semestre. Universidad Autónoma de Chiriquí. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

Química. 5to semestre. Universidad Autónoma de Chiriquí. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

Terrasa R. S. G. Andreu G. (2015). Cambio a metodología de clase invertida en una asignatura científica. *Actas del simposio taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación*. [www.unach.edu.ec](http://www.unach.edu.ec)

**PRINCIPALES MÉTODOS**

Durante el segundo semestre de 2016, se realizó la intervención en el aula con el modelo de clase invertida, realizada con las siguientes fases:

**I. Fase Diagnóstica:** Se aplicaron pruebas diagnósticas para conceptos previos sobre las características y componentes de los seres vivos, método científico, niveles de organización de los seres vivos y biomoléculas orgánicas.

**II. Fase de preparación y motivación para la clase invertida:** Para el trabajo con el modelo de clase invertida, se les dio tiempo (2 semanas) a los estudiantes para que se familiarizaran con el material, los videos e infografías, para crear un ambiente colaborativo y participativo entre los estudiantes en clases, utilizando una cuenta google drive (Figura 1). Para los estudiantes que no contaban con acceso al internet en sus casas, se les indicó que utilizarán el laboratorio de informática de la Facultad.

**III. Fase de implementación de la estrategia de clase invertida:** Se trabajó durante 8 semanas con el modelo de clase invertida los temas propuestos con los videos, infografías y lecturas de artículos de los temas. Durante la clase presencial, los alumnos presentaron y discutieron en grupo las prácticas diseñadas para tratar los temas, de acuerdo a los tiempos destinados para los mismos y se evaluó formativa y sumativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**IV. Fase de Evaluación auténtica:** Se evaluaron formativamente los contenidos tratados para recoger las impresiones de los estudiantes, junto con un post-test comparativo.

Figura 1. Imagen de pantalla de la cuenta google drive donde se depositaron las clases, lecturas, actividades y videos videos, como sistema de aprendizaje virtual.

Figura 2. Comparación del rendimiento académico pre y post-test en la asignatura de Biología.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQÚ**  
 Vicerrectoría de Investigación y Posgrado

Certifican que  
**Maricel Tejeira R.**

ha participado con el cartel: **La clase invertida como estrategia de enseñanza de la biología para maestros en formación a nivel superior** durante el III Congreso Científico UNACHI, desarrollado del 14 al 18 de agosto de 2017.

Dado en la Ciudad Universitaria, David, Chiriquí, el día 14 de agosto de 2017.

*Maricel Tejeira R.*

Mgtr. Estudiante de Biología

Universidad Autónoma de Chiriquí

Mgtr. José Cordero

Decano Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Universidad Autónoma de Chiriquí

UNIVERSIDAD, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Evidencias de la participación en el III Congreso Científico de la Universidad Autónoma de Chiriquí, en agosto 2017, con los resultados preliminares de la prueba piloto de la investigación de tesis doctoral.

**ANEXO 7. PLANTILLA PARA EL PLANEAMIENTO DE LA CLASE INVERTIDA, SEGÚN PASMIÑO CRUSSATI (2014)**

LA CLASE INVERTIDA O “FLIPPED CLASSROOM” PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES  
 PLANTILLA DE PROGRAMACION DE UNA CLASE INVERTIDA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA \_\_\_\_\_ NOMBRE DEL DCENTE \_\_\_\_\_  
 MODULO \_\_\_\_\_ TEMA \_\_\_\_\_

COMPETENCIAS: 1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_

CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

ESPACIO INDIVIDUAL (realizado en casa)

TAREAS	LOCALIZACION/FICHA DE ENTREGA
VÍDEO U OTRO TRABAJO PREVIO	
ORGANIZADOR GRAFICO	
EVALUACION A DISTANCIA	

ESPACIO EN CLASE

ACTIVIDAD	LOCALIZACION/FICHA DE ENTREGA

EVALUACIÓN: Formativa/Sumativa

- Comprobar la comprensión de los temas a través de rúbricas de evaluación

## ANEXO 8. Cartas de solicitudes de permiso a las autoridades responsables de actividades académicas-administrativas de las sedes para la investigación

Panamá, 21 de agosto de 2017

DOCTORA  
BLANCA CAMACHO  
DIRECTORA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PEDAGÓGICA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
E.S.D

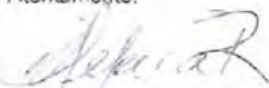
Respetada Doctora Camacho:

Nuestros respetos y deseos de éxitos en sus funciones docentes y administrativas. Por este medio le solicitamos, con todo respeto, su anuencia para llevar a cabo la implementación de mi tesis doctoral titulada "Desarrollo de competencias científicas en maestros en formación de la Universidad de Panamá, a través de la clase invertida", con los estudiantes de la jornada diurna de la licenciatura de Educación Primaria, en el curso Principios básicos de ciencias naturales (Bio 210).

Esta solicitud la hago debido a que mi propuesta de tesis doctoral incluye, dentro de la muestra para la investigación, a los estudiantes y profesores del curso antes mencionado de la Facultad de Educación del Campus universitario y de 4 Centros Regionales Universitarios de la Universidad Panamá. La intervención será llevada a cabo durante 4 semanas del segundo semestre académico 2017 y coordinada junto con la Profesora Carmen Vergara, quien es la encargada del grupo diurno en horario de 9:35 a 11:10 am los días martes y viernes en el salón 202.

Agradeciendo de antemano la atención que le brinde a nuestra solicitud en beneficio de esta investigación educativa, se despiden de usted

Atentamente,



Mgtra. Marcel Tejeira R.  
Candidata al Doctorado en Educación con énfasis en Didáctica  
céd. 8-226-79

*Handwritten signature and date*  
5/9/2017

cc: Profesora Carmen Vergara – Encargada del curso Bio 210 Campus Universitario

*Handwritten signature and date*  
5/9/17



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Panamá, 1 de Septiembre del 2017

Profesor  
Antonio Oses  
Centro Regional Universitario  
Panamá Oeste

Por este medio informo a usted que la Profesora Maricel Tejeira con identidad N° 8- 226-79, es estudiante del Programa de Doctorado en Educación y solicita su autorización para llevar a cabo la intervención educativa para su tesis doctoral titulada "Desarrollo de competencias científicas en maestros en formación de la Universidad de Panamá, a través de la clase invertida.

Se desea laborar con el grupo sabatino de Principios básicos de Ciencia Naturales, Bio 210 de la licenciatura en Educación Primaria, este grupo es atendido por el Profesor Leopoldo Muñoz, en un horario de 8:00 a.m. a 12:00 a.m., los días sábado en el aula A 5.

La intervención se dará por cuatro (4) semanas, iniciando el 2 de Septiembre. Agradecidos por su amable atención y seguros de la acogida que brinde al mejoramiento de nuestros procesos educativos.

Atentamente

Blanca A. Camacho C.  
Coordinadora del Programa de Doctorado en Educación

cc. Profesor Leopoldo Muñoz. Encargado del curso Bio 210

Vº Bº  
Autorizando



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Panamá, 1 de Septiembre del 2017

Magister  
Luis Acosta  
Centro Regional Universitario  
San Miguelito

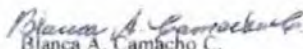
Por este medio informo a usted que la Profesora Maricel Tejeira con identidad N° 8- 226-79, es estudiante del Programa de Doctora en Educación y solicita su autorización para llevar a cabo la intervención educativa para su tesis doctoral titulada "Desarrollo de competencias científicas en maestros en formación de la Universidad de Panamá, a través de la clase invertida.

Se desea laborar con el grupo de Principios básicos de Ciencia Naturales, Bio 210 de la licenciatura en Educación Primaria, este grupo es atendido por el Profesora Emérita Baso, en un horario de 7:45 a.m. a 9:25 a.m., los días lunes y martes en el aula A 12.

La intervención se dará por cuatro (4) semanas, iniciando el 4 de Septiembre al 30 de Septiembre.

Agradecidos por su amable atención y seguros de la acogida que brinde al mejoramiento de nuestros procesos educativos.

Atentamente

  
Blanca A. Camacho C.  
Coordinadora del Programa de Doctorado en Educación



  
Luis Acosta  
4-9-17

cc. Profesora Emérita Baso, Encargada del curso Bio 210

## ANEXO 9. PRÁCTICAS PARA SESIONES PRESENCIALES DE LOS TEMAS SELECCIONADOS DEL PROGRAMA SINTÉTICO BIO 210

### PRÁCTICA No. 1 EL METODO CIENTÍFICO

Indicadores de logro

- Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva.
- Aplica el método científico a una actividad de la vida cotidiana

#### INTRODUCCION

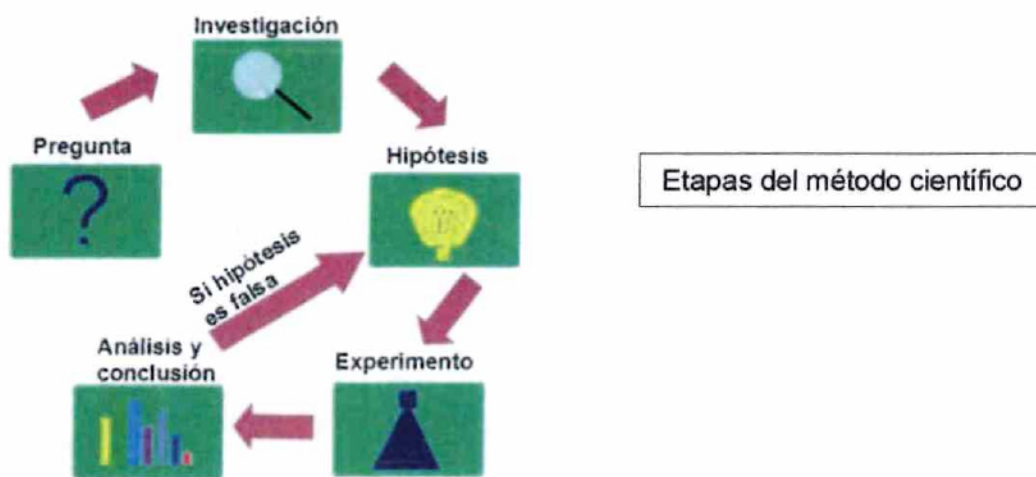
El método científico, es un método de estudio sistemático de la naturaleza que incluye las técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción, ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos. Este método también es aplicable a los eventos cotidianos y para lograrlo simplemente debes estar atento a seguir los siguientes pasos de manera ordenada.

1.- Localiza o identifica el problema que necesites resolver. Recuerda que para poder aplicar el método científico debes llegar al problema esencial y dejar a un lado las consecuencias; es decir, si no pudiste terminar tu trabajo porque la computadora se apagó y no pudiste volver a encenderla, el problema no es no haber terminado tu trabajo; sino el problema real es que la computadora se descompuso.

2.- Formula una hipótesis que pueda explicar las posibles causas del problema y cuál podría ser la solución. Trata de recordar cada detalle que originó el problema para saber si hay un patrón determinado o se evidencia la posible causa del problema.

3.- Prueba tu hipótesis desarrollando un ambiente experimental que te ayude a comprobar tus planteamientos iniciales.

4.- Una vez que has obtenido una conclusión sobre si la hipótesis que formulaste ha sido o no correcta ahora trata de formular resultados concretos desde una perspectiva objetiva, recuerda que si te equivocas en una primera hipótesis solo debes formular una nueva y así sucesivamente hasta encontrar la correcta que te ayude a resolver el problema.



Ejemplos del método científico en la vida cotidiana #1

**PROBLEMA**

Mi computadora no funciona correctamente.

**OBSERVACIÓN**

Mi computadora se apaga sola y abre páginas web que yo no identifico.

**HIPÓTESIS**

La computadora ha sido infectada con un virus.

**PREDICCIÓN (HIPOTESIS 1):**

Si compro un antivirus original y escaneo con él la computadora el antivirus localizará y destruirá el virus y el problema se va a resolver.

**EXPERIMENTACIÓN**

Compro un antivirus original, después lo instalo en mi computadora, lo actualizo y escaneo la computadora, pero antes de terminar el escaneo la computadora se apaga y el antivirus deja de funcionar; repito la operación dos veces más pero el resultado es el mismo.

**HIPÓTESIS 2:**

Dado que el antivirus no corrigió el problema ahora voy a formatear el disco duro y a reinstalar el sistema operativo.

**PREDICCIÓN 2**

Si formateo el disco duro y después reinstalo el sistema operativo el problema deberá quedar resuelto.

**EXPERIMENTACIÓN**

Formateo el disco duro utilizando el disco del sistema operativo y posteriormente instalo una vez más el sistema operativo.

**RESULTADOS**

La computadora ahora sirve bien; le coloqué el antivirus nuevo para evitar otro problema similar; resolví el problema, pero perdí todos mis documentos.

**CONCLUSIÓN**

La computadora tenía un virus, pero era tan nuevo que el antivirus no logró desinstalarlo.

## **Ejemplos del método científico en la vida cotidiana #2**

### **PROBLEMA**

El día de hoy Jane hizo las compras; compró los mismos artículos que el mes pasado en el mismo supermercado, pero al revisar el ticket descubrió que ha gastado 15 dólares más.

### **OBSERVACIÓN**

Jane ha gastado 15 dólares más comprando los mismos artículos en el mismo supermercado.

### **HIPÓTESIS**

El cajero del supermercado cometió un error al cobrarle artículos de más por lo cual ahora debe de revisar el ticket para comprobarlo.

### **PREDICCIÓN**

Espera encontrar en el ticket un error por artículos que no recibió.

### **EXPERIMENTACIÓN**

Jane revisa meticulosamente cada artículo marcado en el ticket y lo compara con cada artículo que recibió. En este proceso descubre que el cajero le cobró unos chocolates y una caja de cereal que no compró.

### **RESULTADOS**

Después de descubrir que el cajero le cobró artículos de más Jane ha decidido regresar al supermercado para aclararlo.

### **CONCLUSIÓN**

El cajero le cobró artículos de más, seguramente fue cuando Jane se distrajo observando algunos artículos en los exhibidores de la caja.

## APLICACIÓN DEL METODO CIENTÍFICO EN LA VIDA COTIDIANA

NOMBRE \_\_\_\_\_ CEDULA \_\_\_\_\_

Indicaciones: Luego de examinar el problema planteado y analizar las observaciones aplique el método científico para buscar una posible respuesta a la pregunta:

¿La planta cortada dejará de vivir si se saca del agua?

**PROBLEMA**

**OBSERVACIÓN**

**PREDICCIÓN (HIPOTESIS 1):**

**EXPERIMENTACIÓN**

**PREDICCIÓN (HIPOTESIS 2):**

**EXPERIMENTACIÓN**

**RESULTADOS**

**CONCLUSIÓN**

# El Método Científico

El método científico es el método que emplea la Ciencia para descubrir como funciona el mundo que nos rodea. No nos garantiza la certeza absoluta, pero nos permite ir conociendo cada vez mejor el universo, sus leyes y su comportamiento.

1	2	3	4	5	6
<b>Observa</b>	<b>Palabras relacionadas</b>	<b>Afirma algo</b>	<b>Haz un experimento</b>	<b>Mira los resultados</b>	<b>Cuenta lo que hiciste</b>
<p>¿Cómo puedo hacer madurar una palta más rápido?</p> <p>¿Cómo puedo hacer madurar una palta más rápido?</p> <p><b>Haz una Pregunta</b></p> <p>POD EJEMPLO Necesito tener patatas maduras para la cumpleaños de este viernes, pero tengo sólo patatas verdes...</p>	<p>Último sobre el tema Documentales Internet Publicaciones Entrevistas</p> <p><b>Investiga sobre el tema</b></p> <p>Con mis amigos buscamos información en internet, con las palabras clave "palta", "aguacate", "madurar" y otras más.</p> <p>En un sitio sobre cultivos se mencionaba el "etileno" como una hormona vegetal responsable de la maduración de las frutas.</p> <p>¿etileno?</p> <p>Recuerda siempre buscar información en sitios y medios serios. Anota de qué medios se trata.</p>	<p>Este ocurre porque... Si hago esto, ocurrirá... Esto es así porque... Si esto es así, entonces...</p> <p><b>Construye una Hipótesis</b></p> <p>Suponemos: "La palta madura más rápido estando junto a otra fruta ya madura rica en etileno".</p> <p>Una hipótesis es una suposición sobre cómo podrían ocurrir las cosas. Se formula una opción que ayuda a guiar la investigación, ya que debe ser negable y detectable.</p>	<p>Mide, pesa, recrea situaciones Registra, anota, calcula Fotografía, documenta Verifica, revisa</p> <p><b>Comprueba con un experimento</b></p> <p>Diseñamos el experimento con ayuda de nuestro profesor, recreando varias situaciones distintas y anotando lo que pasaba.</p>	<p>Organiza los datos Recuerda Compara Decide lo que significa Revisa las variables</p> <p><b>Analiza la información</b></p> <p>Revisamos las patatas todas las días anotando con cuidado todo lo que ocurría con cada una de ellas y secando todas.</p>	<p>Informe Video Resumen Exposición Presentación</p> <p><b>Comunica los resultados</b></p> <p>Hicimos una presentación donde contamos todo el proceso y las conclusiones a las que llegamos.</p> <p>¿Otro día saben cuáles fueron?</p>
					

**PRINCIPIOS DE CIENCIAS NATURALES (BIO 210)**  
**PRÁCTICA 2**  
**ORIGENES E IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LOS SERES VIVOS**

**Prof. Maricel Tejeira R.**

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**COMPETENCIAS**

1. Análisis, síntesis y abstracción
2. Capacidad de expresión escrita y redacción

Luego de realizadas las lecturas, conteste las siguientes preguntas de forma reflexiva y expresando adecuadamente sus ideas.

1. Describa qué teorías explican el surgimiento del agua en la Tierra según las lecturas y qué evidencias las apoyan.
2. Explique 2 argumentos a favor y 2 en contra de las teorías descritas por los autores de las lecturas.
3. Explique por qué el agua y el oxígeno molecular están relacionados con el surgimiento y evolución de los seres vivos.
4. Según su opinión, cuál sería la teoría que más apoyaría el origen del agua y el oxígeno molecular.
5. Aporte sus Conclusiones

**PRÁCTICA No. 3**  
**LOS BIOELEMENTOS Y LAS BIOMOLECULAS**

Prof. Maricel Tejeira R.

Integrantes del grupo \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**COMPETENCIAS**

Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.

**PARTE I. CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS INORGANICOAS**

Los seres vivos son conjuntos organizados de materia. Todos los seres vivos están formados por el mismo tipo de átomos, entre los que destaca el **carbono**. Un **átomo** es la unidad constituyente más pequeña de la materia que tiene las propiedades de un elemento químico. Cada sólido, líquido, gas y plasma se compone de átomos neutros o ionizados. Los átomos son muy pequeños; los tamaños típicos son alrededor de 100 pm (diez mil millonésimos parte de un metro). No obstante, los átomos no tienen límites bien definidos y hay diferentes formas de definir su tamaño que dan valores diferentes pero cercanos.

Cada **átomo** se compone de un **núcleo** compuesto de uno o más **protones**, un número similar de **neutrones** y uno o más **electrones** unidos al núcleo. Más del 99,94 % de la masa del átomo está en el núcleo. Los protones tienen una carga eléctrica positiva, los electrones tienen una carga eléctrica negativa y los neutrones tienen ambas cargas eléctricas, haciéndolos neutros. Si el número de protones y electrones son iguales, ese átomo es eléctricamente neutro. Si un átomo tiene más o menos electrones que protones, entonces tiene una carga global negativa o positiva, respectivamente, y se denomina ion.

Los elementos químicos se agrupan para su estudio en la **tabla periódica de elementos** y sólo se encuentran unos 20 elementos en los seres vivos, llamados **bioelementos**, y no todos ellos son igualmente abundantes. Los **bioelementos** o **elementos biogénicos** se clasifican en tres grupos: **primarios, secundarios y oligoelementos**. (Cuadro 1)

- **Bioelementos primarios.** Se considera que cerca de **99%** de toda la materia viva está formada por seis elementos: **carbono (C)**, **hidrógeno (H)**, **oxígeno (O)**, **nitrógeno (N)**, **fósforo (P)** y **azufre (S)**. Los primeros cuatro representan más de **95%** de la materia viva. Son los elementos más abundantes no sólo en los seres vivos, sino también en la naturaleza.
- **Bioelementos secundarios.** Este grupo lo integran el **sodio (Na)**, el **potasio (K)**, el **calcio (Ca)**, **yodo (I)** y el **cloro (Cl)** y representan **poco menos del 1%** restante de la materia viva. Aunque generalmente los bioelementos secundarios son indispensables para casi todas las células, éstas los requieren en cantidades muy pequeñas.
- **Oligoelementos.** Se encuentran en los seres vivos en cantidades casi insignificantes, por lo que son conocidos como **elementos traza**. Se calcula que aproximadamente representan el **0.1%** de la materia viva. Tal es el caso del **magnesio (Mg)**, el **hierro (Fe)**, el **cobre (Cu)**, el **molibdeno (Mo)**, el **cromo (Cr)**, **boro (B)**, **cobalto (Co)**, **zinc (Zn)** y **flúor (F)**.

Cuadro 1. Relación de bioelementos primarios, secundarios y oligoelementos presentes en los seres vivos

Bioelementos primarios		Bioelementos secundarios		Oligoelementos	
Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo	Elemento	Símbolo
Hidrógeno	H	Sodio	Na	Cobre	Cu
Oxígeno	O	Potasio	K	Yodo	I
Nitrógeno	N	Calcio	Ca	Hierro	Fe
Carbono	C	Cloro	Cl	Manganeso	Mn
Fósforo	P	Magnesio	Mg	Cobalto	Co
Azufre	S			Boro	B
				Zinc	Zn
				Fluor	F
				Cromo	Cr

### MATERIALES

Bolas de "hielo seco" de diferentes tamaños  
 Palitos de madera  
 Goma o cinta adhesiva  
 Tarjetas de cartulina 10 x 6 cm

Modelos impresos de elementos o moléculas  
 Tijeras  
 Marcadores o temperas  
 Regla

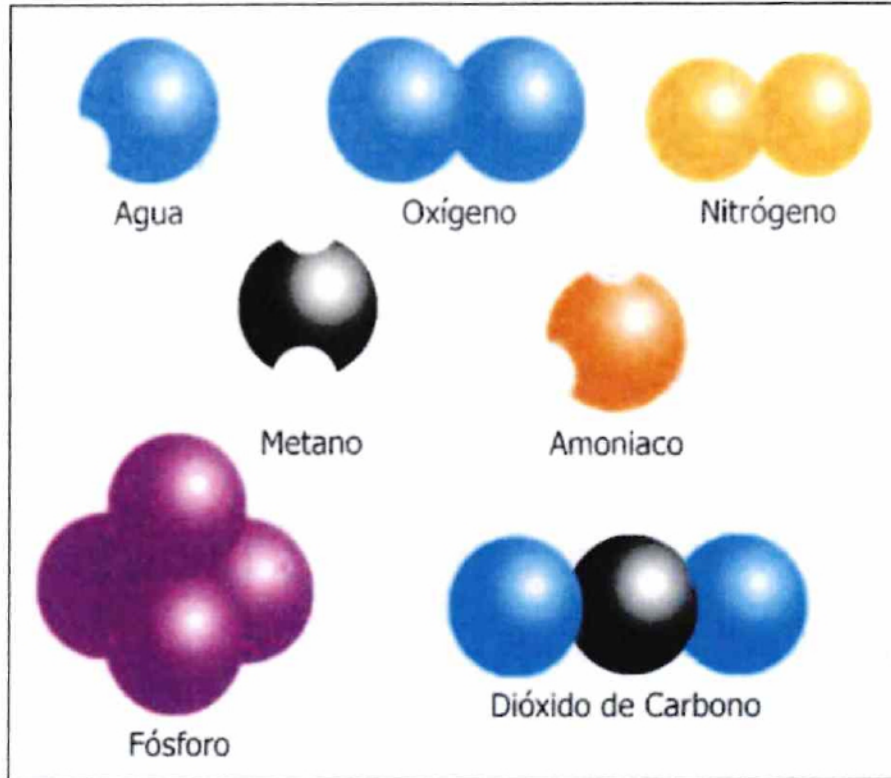
### PROCEDIMIENTO

#### A. CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

- Utilizando el código de colores proporcionado para los bioelementos, colorea las bolas de hielo seco.
- Una vez tenga el material coloreado, una las bolas con los palitos de madera, siguiendo los modelos proporcionados para los bioelementos.



Nombre biomolécula inorgánica	Fórmula
Agua	H <sub>2</sub> O
Oxígeno	O <sub>2</sub>
Cloruro de sodio	NaCl
Metano	CH <sub>4</sub>
Amoníaco	NH <sub>3</sub>
Fosfato	P <sub>4</sub>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>
Carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>
Bicarbonato	HCO <sub>3</sub>



### TRIMEMORAMAS DE BIOMOLECULAS

- **TRIMEMORAMAS**
  - Los memoramas son tarjetas que llevan una imagen impresa y que generalmente se presentan dobles para que el lector las identifique o "empareje". Se utilizan para los juegos de memorias para localizar en un tiempo perentorio las parejas de imágenes. Un **trimemorama** es un juego que presenta tres (3) tarjetas para "emparejar" o "unir" la imagen presentada con alguna información relacionada con la imagen y los ejemplos que pueden aportarse de la imagen.
- Elabore un **trimemorama** con la información obtenida. Es decir, por cada **biomolécula seleccionada por la facilitadora**, hagan tres tarjetas de la siguiente manera:
  - Una tarjeta con su fórmula química de la biomolécula inorgánica
  - Otra tarjeta con la función que desempeña en los seres vivos
  - Y una última tarjeta con la importancia para los seres vivos (ausencia o exceso)
  - Las biomoléculas seleccionadas son: Sal de mesa, agua, dióxido de carbono

### PARTE II. BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS

Existen **cuatro** grandes grupos de **biomoléculas orgánicas**. En todas ellas, el **carbono** forma su "esqueleto" molecular, lo que se debe a su gran potencial de variabilidad estructural. Ellas son: Carbohidratos o glúcidos, lípidos o grasas, proteínas y ácidos nucleicos (ADN y ARN).

#### 1. CARBOHIDRATOS: Unidad básica MONOSACARIDO

- También llamados glúcidos o azúcares y se originan durante la **fotosíntesis**, pues a través de ella se captura la energía de la luz solar y se convierte en energía química, la cual queda contenida en los enlaces de los carbohidratos. Se dividen en tres (3) grupos dependiendo de la cantidad de unidades básicas que presenten: monosacáridos, oligosacáridos

(disacáridos) y polisacáridos. La función principal de los carbohidratos es proporcionar "energía" o ser la **fuentes de energía química**, por tanto, fundamentales en el metabolismo energético de los seres vivos. A continuación, se presenta un esquema con ejemplos de carbohidratos.



## 2. LÍPIDOS: Unidad básica ACIDOS GRASOS

- Tienen una amplia gama de funciones biológicas, son la principal reserva energética, forman cubiertas impermeables en los cuerpos de plantas y animales, son aislantes térmicos, amortiguadores mecánicos, actúan como hormonas y vitaminas, etc. Se pueden encontrar en la naturaleza en forma sólida (grasas y sebos) o líquidas (aceites). Los **triglicéridos**, los **fosfolípidos** y **colesterol** son los lípidos más abundantes en los seres vivos.

## 3. PROTEÍNAS: Unidad básica AMINOÁCIDOS

- Son moléculas de gran tamaño, variedad y muy complejas químicamente. Además de C, H, y O, todas poseen N y algunas poseen S. La función de las proteínas dentro de los seres vivos es muy amplia, destacándose las estructurales, protectoras, reguladoras, transportadoras, contráctiles, inmunitarias, catalíticas e informativas, entre otras. Desde el punto de vista **nutricional** del ser humano, a nueve de los 20 aminoácidos se les conoce como **aminoácidos esenciales**, ya que son **indispensables** para el crecimiento y conservación del equilibrio nitrogenado que es necesario para la síntesis de tejidos, hormonas, enzimas, etc. Estos **aminoácidos esenciales** se encuentran básicamente en **alimentos de origen animal** que contienen proteínas **que los seres humanos deben ingerir**, como leche, huevo, carne y pescado.

## 4. ACIDOS NUCLEICOS: Unidades básicas NUCLEÓTIDOS

- Son los componentes celulares en los que radica la clave de la transmisión de las características hereditarias. El **ADN** (ácido desoxirribonucleico) es la biomolécula de enorme importancia para la célula y para la vida misma, en el acomodo de sus unidades o nucleótidos radica la clave de toda la información hereditaria. El **ARN** (ácido ribonucleico) participa en la síntesis de proteínas dentro de las células. Un **nucleótido** está formado por **bases nitrogenadas** (Adenina, Timina, Citocina y Guanina), **azúcar simple** (pentosa) y un **grupo fosfato**.



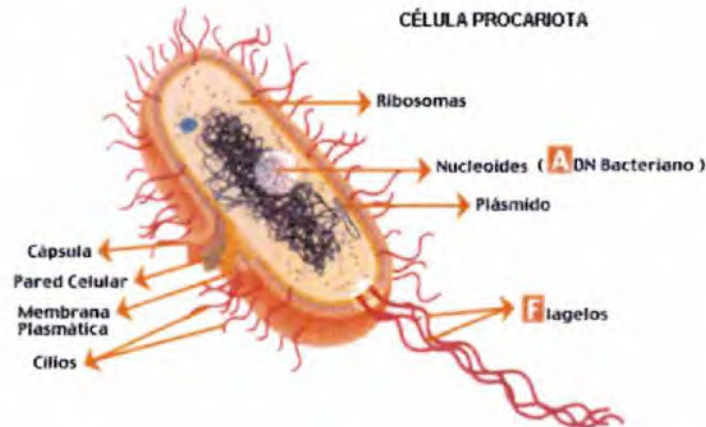
**PRINCIPIOS BASICOS DE CIENCIAS NATURALES (BIO 210)**  
**PRACTICA N°4**  
**MODELIZACION DE LAS CELULAS PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS**

Prof. Maricel Tejeira R.

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Representación de la Célula procariota:** Las células procariotas son células en forma ovaladas o esféricas llamadas bacilos o cocos. El término "carion" significa núcleo y "pro" antes, es decir, células primitivas sin membrana nuclear.



**Características:**

1. Células más pequeñas que las eucariotas, con diámetro de 0.2 a 10 micras.
2. Carencia de membrana nuclear (sus cromosomas se encuentran dispersos en el citoplasma).
3. Con pared celular y cápsula que rodea al citoplasma
4. Algunos procariotas poseen cilios y flagelos, organelos formados por extensiones de su membrana celular, parecidos a pequeños látigos que impulsan a estas células en los medios líquidos y les permiten moverse.

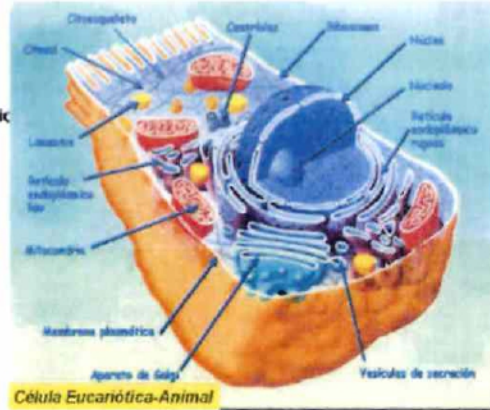
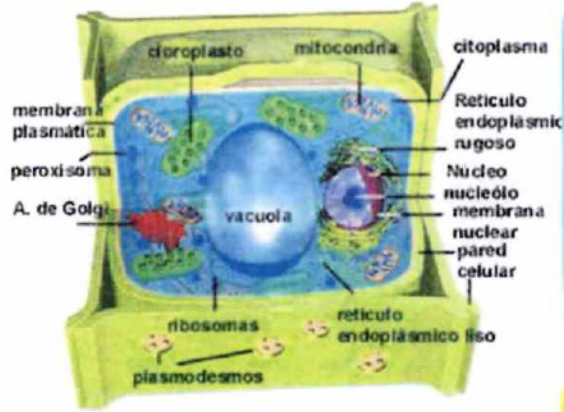
**Indicaciones:**

Con la ayuda de un cartón como base y la masilla de diversos colores, represente una célula procariota siguiendo los modelos proporcionados.



**Representación de la Célula eucariota:** La célula eucariota (“Eu” verdadero, “carion” núcleo) representan a las células con un núcleo encerrado por una membrana nuclear. Se reconocen dos tipos de células eucariotas: vegetal y animal.

Estructura de una célula vegetal



**Características:**

1. Presentan un verdadero núcleo. En general, el núcleo, que contiene a los cromosomas y uno o más nucléolos, es el centro de control de las actividades de toda la célula.
2. Las células vegetales poseen organelos como pared celular, cloroplastos y vacuolas de almacenamiento además de los otros organelos que también poseen las células animales (ribosomas, lisosomas, RE rugoso, RE liso, complejo de Golgi, mitocondrias entre otros).
3. Poseen un citoesqueleto formado por una red de fibras proteínicas que sostienen sus distintos organelos.
4. Al unirse, forman tejidos especializados como el xilema y floema en plantas o el tejido muscular o nervioso en los animales

**Indicaciones:**

Con la ayuda de un cartón como base y la masilla de diversos colores, represente una célula eucariota siguiendo los modelos proporcionados. Utilice los cerillos o fósforos para representar los fosfolípidos de la membrana celular.



**PRINCIPIOS BASICOS DE CIENCIAS NATURALES (BIO 210)**  
**PRACTICA N°5**  
**MODELIZACION DE LA BIOMOLECULA DE ADN**

Prof. Maricel Tejeira R.

Estudiantes: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**COMPETENCIAS:**

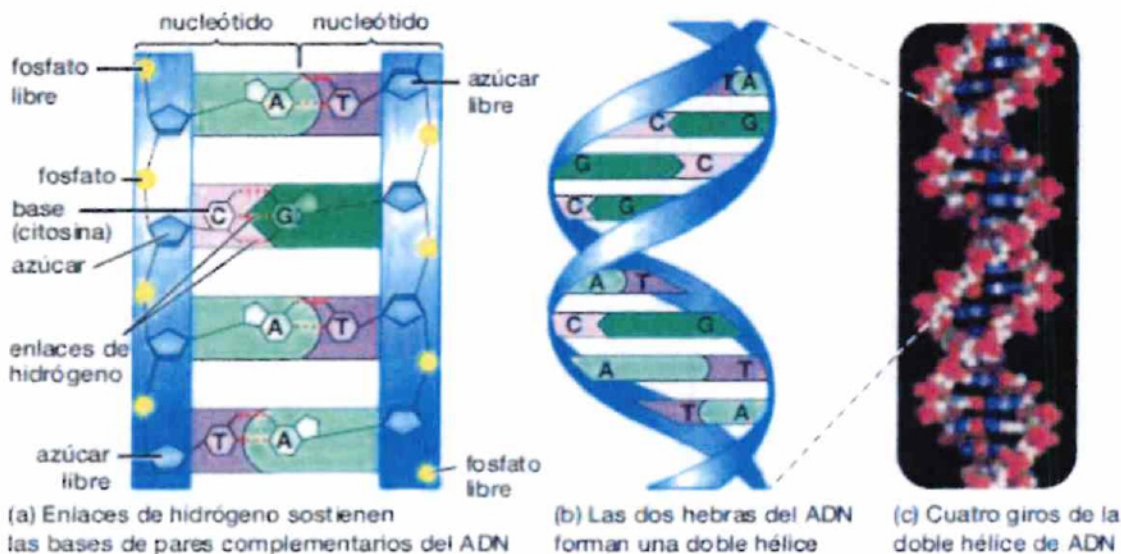
1. Reconoce la importancia de la molécula de ADN en la reproducción celular de los seres vivos para la continuidad de la vida.
2. Representa la duplicación de la molécula de ADN como el principal componente genético en la división celular.

**¿Qué es la biomolécula de ADN?**

El **ácido desoxirribonucleico (ADN)** es el principal componente de los **cromosomas** de todos los seres vivos y en él radica, básicamente, la información hereditaria. A su vez, cada cromosoma se encuentra integrado por unidades de material hereditario llamadas **genes**. La molécula del ADN está formada por **dos largas cadenas de nucleótidos** colocados en forma de espiral paralela, por lo que son **estructuralmente independientes**. Cada una de esas bandas o cadenas está integrada por cientos o miles de nucleótidos que forman una doble hélice hacia la derecha, parecida a una escalera de caracol. El ADN que forma los genes es el responsable de la transmisión de las características hereditarias (cada gen contiene la información de una característica), por eso se dice que son **moléculas informativas**.

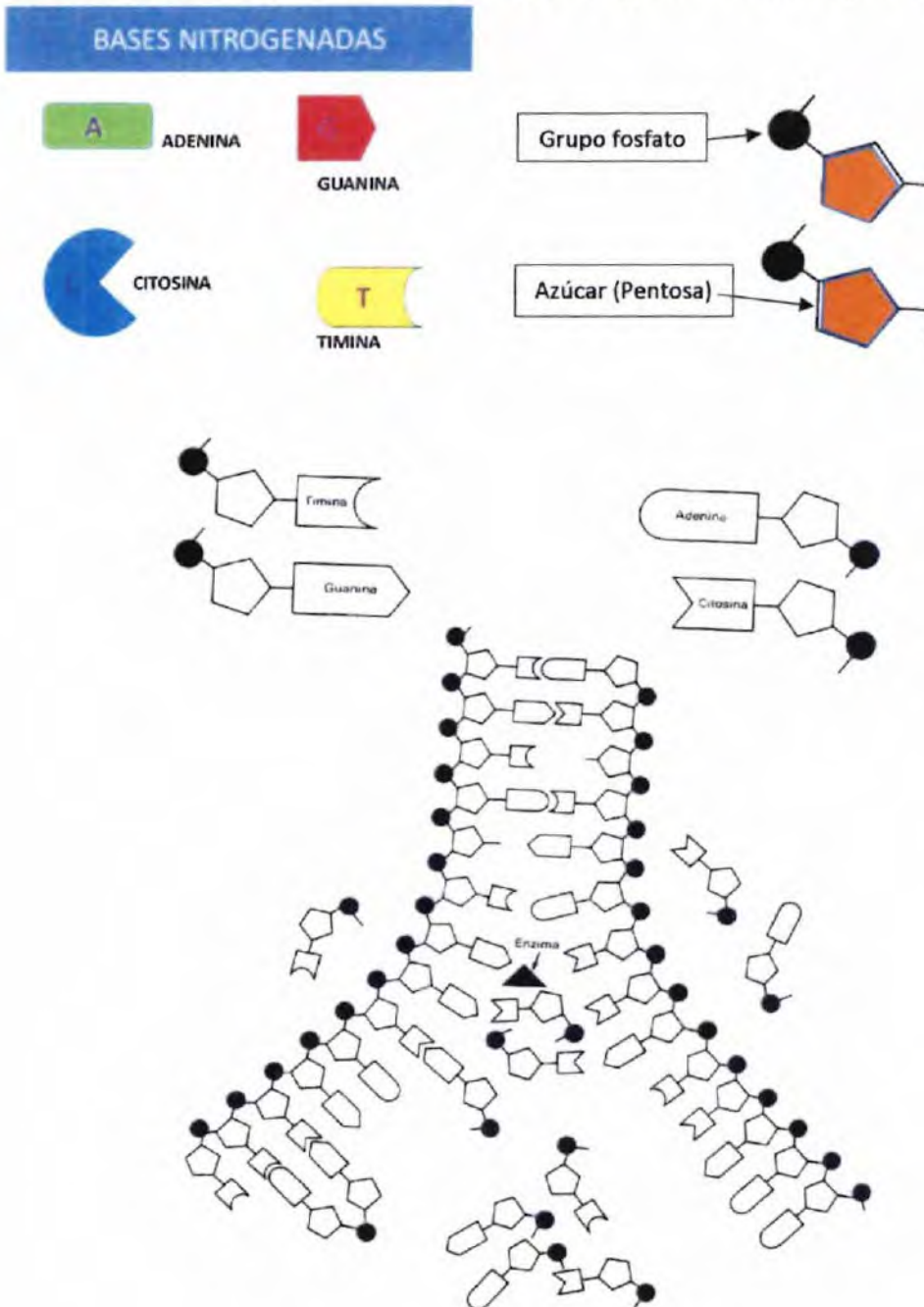
**Estructura**

Los **nucleótidos** que forman los ácidos nucleicos, como el ADN, están formados, a su vez, por un **grupo fosfato** y un **azúcar de cinco carbonos o pentosa** que se une a una **base nitrogenada** Adenina (A), Guanina (G), Citocina (G) y Timina (T). La pentosa del ADN es la **desoxirribosa**.



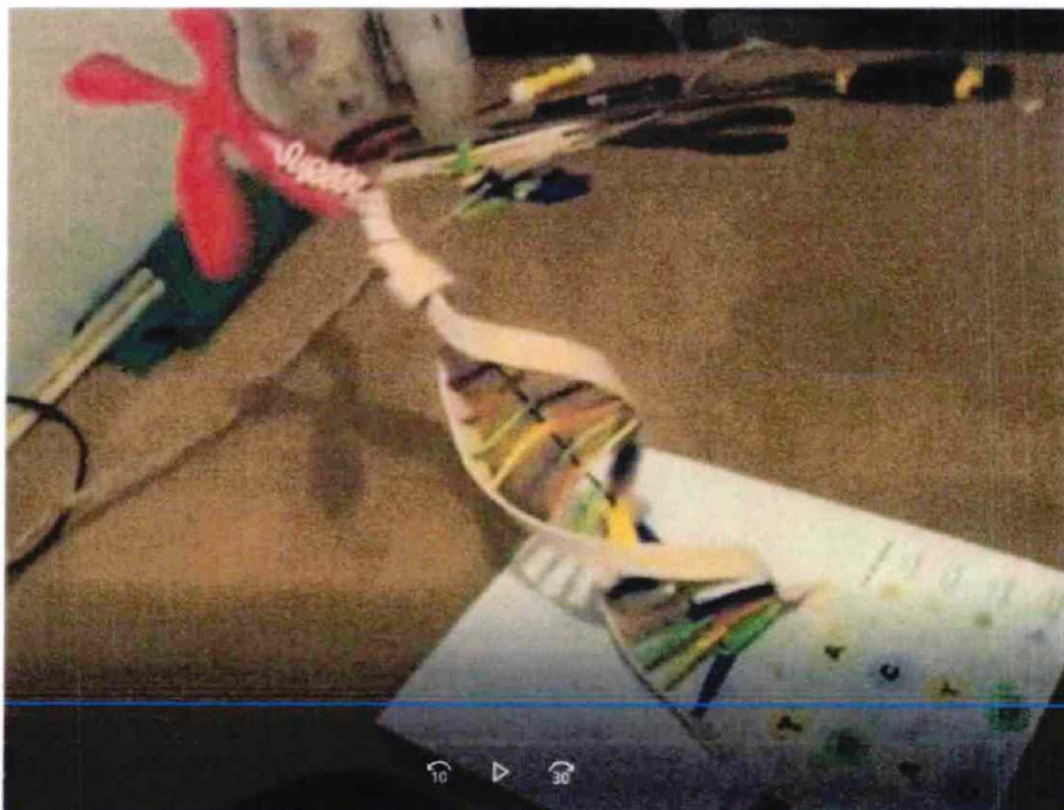
**I. Representación de la replicación del ADN**

En el siguiente esquema, se muestran los nucleótidos que conforman la molécula de ADN. Completa las cadenas de ADN que se encuentra en replicación, **COLOREANDO** las bases Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) y Guanina (G) con los colores que las representan en el esquema proporcionado.



## II. Representación de un modelo de la biomolécula de ADN

Elabore un modelo de la biomolécula de ADN para representar la replicación de esta molécula durante la reproducción de las células eucariotas. Utilice el vídeo tutorial (cadena de ADN maqueta) ubicado en la carpeta de Vídeos: Reproducción celular – Mitosis y Meiosis de la plataforma Schoology



Representación final de la molécula de ADN elaborada con foamy, alambre y cartón

**ANEXO 10.**

**UNIVERSIDAD DE PANAMA  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
 PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA  
 INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 1**

**PERCEPCIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE PROMUEVE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**I. DATOS DE INFORMACIÓN GENERAL n=88**

SEDE	DATOS GENERALES		TRABAJO ACTUAL		TRABAJA COMO DOCENTE		SEXO		TIPO DE BACHILLERATO						ACRONIMO STEM Y SU APLICACIÓN		MANEJO DE ENTORNOS VIRTUALES Y OFIMÁTICA		
	O	P	SÍ	NO	SÍ	NO	F	M	1	2	3	4	5	6	SÍ	NO	PtfE	MiOf	ViEdA
CAMPUS	32	3	5	30	3	32	34	1	15	13	4	5	0	1	0	35	3	35	20
CRUSAM	30	2	7	25	2	30	30	2	7	12	1	7	0	0	0	32	2	32	15
CRUPO	19	2	7	14	3	18	21	0	8	10	1	4	0	0	0	21	2	21	10
TOTAL	81	7	19	69	8	80	85	3	30	35	6	16	0	1	0	88	7	88	45

Cuadro No. 11. Matriz de datos generales de los participantes en categorías, según sede universitaria recogidas con el instrumento No. 1. Campus Octavio Méndez Pereira; CRUSAM: Centro Regional de San Miguelito; CRUPO: Centro Regional Panamá Oeste; O: Oficial; P: Particular; F: Femenino; M: Masculino; 1: Ciencias o ciencias con énfasis; 2: Comercio o Comercio con énfasis; 3: Pedagógico; 4: Humanístico; 5. Agropecuario; 6. Bellas Artes; PtfE: Plataforma Educativa; MiOf: Microsoft Office; ViEdA: Vídeo Educativo para aprendizaje.

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**  
**INSTRUMENTO No. 1**

**PERCEPCIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE PROMUEVE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**II. Datos sobre la valoración el desarrollo de competencia científica en los estudiantes a través de la enseñanza de las ciencias naturales.**

**SEDE: CAMPUS OCTAVIO MÉNDEZ PEREIRA n=35**

**PREGUNTA: LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES PROMUEVE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PORQUE:**

	En desacuerdo%	Indiferente%	De acuerdo%
P1. Permite despertar en las personas el asombro por conocer el mundo que lo rodea	14.3	14.3	71.4
P2. Otorga la posibilidad de aplicar una mirada científica a su aproximación a la naturaleza	20.0	25.7	54.3
P3. Ayuda a evitar enfermedades en las personas	11.4	25.7	62.9
P4. Previene el deterioro del medio ambiente	5.7	25.7	68.6
P5. Promueve el trabajo individualizado	11.4	40.0	48.6
P6. Evita el consumo excesivo de combustible	11.4	28.6	60.0
P7. Previene las enfermedades en los animales y las plantas	28.6	11.4	60.0
P8. Fomenta la experimentación y demostración de eventos naturales	0.0	0.0	100.0
P9. Facilita habilidades tales como la observar, analizar, experimentar e investigar	0.0	5.7	94.3
P10. Fomenta el uso de las tecnologías	11.4	11.4	77.1
P11. Fomenta la flexibilidad intelectual y el rigor científico	0.0	8.6	91.4
P12. Eliminarán la pobreza y el hambre en el mundo	51.4	17.1	31.4
P13. Permite comprender y utilizar el lenguaje científico	0.0	17.1	82.9
P14. Facilita la interpretación de eventos naturales en gráficas y cuadros	28.6	22.9	48.6
P15. Promueve la búsqueda de información para resolver situaciones cotidianas o científicas	14.3	17.1	68.6
P16. Facilita la formulación de preguntas sobre eventos o fenómenos naturales	8.6	28.6	62.9
P17. Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico y analítico	2.9	25.7	71.4
P18. Fomenta el trabajo en equipo	34.3	5.7	60.0
P19. Permite la comunicación de trabajos de manera oral y escritos	20.0	11.4	68.6
P20. Permite desarrollar argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	5.7	28.6	65.7

**Cuadro No. 12. Matriz de Percepciones de los estudiantes de las tres sedes estudiadas respecto al desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias después de la intervención educativa**

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**  
**INSTRUMENTO No. 1**

**PERCEPCIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE PROMUEVE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**II. Datos sobre la valoración el desarrollo de competencia científica en los estudiantes a través de la enseñanza de las ciencias naturales.**

**SEDE: CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE SAN MIGUELITO**

**n=32**

**PREGUNTA: LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES PROMUEVE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PORQUE:**

	<b>En descuerdo%</b>	<b>Indiferente%</b>	<b>De acuerdo%</b>
P1. Permite despertar en las personas el asombro por conocer el mundo que lo rodea	28.1	15.6	56.3
P2. Otorga la posibilidad de aplicar una mirada científica a su aproximación a la naturaleza	6.3	25.0	68.8
P3. Ayuda a evitar enfermedades en las personas	6.3	28.1	65.6
P4. Previene el deterioro del medio ambiente	25.0	31.3	43.8
P5. Promueve el trabajo individualizado	6.3	28.1	65.6
P6. Evita el consumo excesivo de combustible	6.3	31.3	62.5
P7. Previene las enfermedades en los animales y las plantas	31.3	9.4	59.4
P8. Fomenta la experimentación y demostración de eventos naturales	0.0	6.3	93.8
P9. Facilita habilidades tales como la observar, analizar, experimentar e investigar	12.5	37.5	50.0
P10. Fomenta el uso de las tecnologías	6.3	9.4	84.4
P11. Fomenta la flexibilidad intelectual y el rigor científico	0.0	6.3	93.8
P12. Eliminarán la pobreza y el hambre en el mundo	31.3	25.0	43.8
P13. Permite comprender y utilizar el lenguaje científico	0.0	9.4	90.6
P14. Facilita la interpretación de eventos naturales en gráficas y cuadros	21.9	15.6	62.5
P15. Promueve la búsqueda de información para resolver situaciones cotidianas o científicas	15.6	15.6	68.8
P16. Facilita la formulación de preguntas sobre eventos o fenómenos naturales	6.3	31.3	62.5
P17. Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico y analítico	6.3	21.9	71.9
P18. Fomenta el trabajo en equipo	25.0	31.3	43.8
P19. Permite la comunicación de trabajos de manera oral y escritos	12.5	18.8	68.8
P20. Permite desarrollar argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	12.5	37.5	50.0

UNIVERSIDAD DE PANAMA  
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
 PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA  
 INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL  
 INSTRUMENTO No. 1

**PERCEPCIÓN SOBRE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS QUE PROMUEVE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**II. Datos sobre la valoración el desarrollo de competencia científica en los estudiantes a través de la enseñanza de las ciencias naturales.**

**SEDE: CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIA DE PANAMÁ OESTE**

**n=21**

**PREGUNTA: LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES PROMUEVE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PORQUE:**

	En descuerdo%	Indiferente%	De acuerdo%
P1. Permite despertar en las personas el asombro por conocer el mundo que lo rodea	4.8	9.5	85.7
P2. Otorga la posibilidad de aplicar una mirada científica a su aproximación a la naturaleza	0.0	9.5	90.5
P3. Ayuda a evitar enfermedades en las personas	4.8	38.1	57.1
P4. Previene el deterioro del medio ambiente	4.8	33.3	61.9
P5. Promueve el trabajo individualizado	4.8	23.8	71.4
P6. Evita el consumo excesivo de combustible	4.8	38.1	57.1
P7. Previene las enfermedades en los animales y las plantas	28.6	4.8	66.7
P8. Fomenta la experimentación y demostración de eventos naturales	0.0	4.8	95.2
P9. Facilita habilidades tales como la observar, analizar, experimentar e investigar	4.8	23.8	71.4
P10. Fomenta el uso de las tecnologías	4.8	4.8	90.5
P11. Fomenta la flexibilidad intelectual y el rigor científico	0.0	4.8	95.2
P12. Eliminarán la pobreza y el hambre en el mundo	28.6	19.0	52.4
P13. Permite comprender y utilizar el lenguaje científico	0.0	4.8	95.2
P14. Facilita la interpretación de eventos naturales en gráficas y cuadros	19.0	14.3	66.7
P15. Promueve la búsqueda de información para resolver situaciones cotidianas o científicas	4.8	9.5	85.7
P16. Facilita la formulación de preguntas sobre eventos o fenómenos naturales	4.8	19.0	76.2
P17. Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico y analítico	4.8	33.3	61.9
P18. Fomenta el trabajo en equipo	42.9	4.8	52.4
P19. Permite la comunicación de trabajos de manera oral y escritos	4.8	14.3	81.0
P20. Permite desarrollar argumentos lógicos y propositivos de los fenómenos percibidos	4.8	28.6	66.7

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL.**

**INSTRUMENTO No. 2**

**Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015**  
**PRETEST GRUPO CONTROL**  
**CAMPUS OCTAVIO MÉNDEZ PEREIRA**

Pregunta Estudiante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	To
E1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E2	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11
E4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
E5	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12	
E6	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
E7	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
E8	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	14	
E9	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
E10	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
E11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	
E12	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
E13	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	14	
E14	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	
E15	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	
E16	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8.0	
E17	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	15	
E18	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	

**ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

MEDIA																																8.6
MEDIA NA																																7.5
MODA																																7
DESVEST																																≈3.8
VAR																																14.9
MIN																																3

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2**

**Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015**

Pregunta Estudiante	POSTEST GRUPO CONTROL									CAMPUS OCTAVIO MÉNDEZ PEREIRA																	To					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26		P27	P28	P29	P30	
E1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	16
E2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	15	
E3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	13	
E4	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	22	
E5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10	
E6	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	24
E7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	13	
E8	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	15
E9	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
E10	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	11	
E11	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	15
E12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	23
E13	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	13
E14	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	22

**ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

MEDIA																																	16.7			
MEDIA NA																																		15		
MODA																																			15	
DESVEST																																			4.9	
VAR																																			24.3	
MIN																																			10	
MAX																																				24

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza





**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2**

**Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015**

Pregunta Estudiante	PRETEST GRUPO CONTROL									CENTRO REGIONAL DE SAN MIGUELITO																	To			
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6		P2 7	P2 8	P2 9
E1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E2	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	11
E4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
E5	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12
E6	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
E7	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
E8	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	14
E9	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E10	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
E11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14
E12	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
E13	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	14
E14	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
E15	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

MEDIA																															8
MEDIAN																															5
MODA																															14
DESVEST																															4
VAR																															24
MIN																															3
MAX																															14

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2**

Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015

Pregunta Estudiante	POSTEST GRUPO CONTROL									CENTRO REGIONAL DE SAN MIGUELITO																			To		
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6	P2 7	P2 8		P2 9	P3 0
E1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	16.
E2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	15
E3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	13
E4	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	22
E5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10
E6	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	24
E7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	13
E8	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	15
E9	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	23
E10	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	11
E11	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	15
E12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	23
E13	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	13
E14	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	22

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

MEDIA																																16.4	
MEDIA NA																																	15
MODA																																	15
DESVEST																																	4.9
VAR																																	24
MIN																																	10
MAX																																	24

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza









**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2**

Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015

Pregunta Estudiante	PRETEST GRUPO EXPERIMENTAL									CENTRO REGIONAL DE PANAMÁ OESTE																	To				
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6		P2 7	P2 8	P2 9	P3 0
E1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	10
E2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	10
E3	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	11
E4	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
E5	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	13
E6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
E7	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E8	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
E9	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	16
E10	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
E11	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
E12	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	15
E13	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

MEDIA																																10.6	
MEDIA NA																																	11
MODA																																	11
DESVEST																																	2.9
VAR																																	8.5
MIN																																	6
MAX																																	16

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTO No. 2**

**Resultados de las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015**

Pregunta Estudiante	POSTEST GRUPO EXPERIMENTAL									CENTRO REGIONAL DE PANAMÁ OESTE																	To			
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	P2 0	P2 1	P2 2	P2 3	P2 4	P2 5	P2 6		P2 7	P2 8	P2 9
E1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	21
E2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	23
E3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
E4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	20
E5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	29
E6	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	21
E7	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	21
E8	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	28
E9	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	25
E10	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	21
E11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30
E12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	21
E13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	26

**ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

MEDIA																															24.2
MEDIA NA																															13
MODA																															21
DESVEST																															3.7
VAR																															14
MIN																															20
MAX																															30

**ANEXO 11.** Cuadro No. 14. Base de datos. Resultados de las pruebas de conocimiento según sede visitada, recogidas con el instrumento No. 2. E= Estudiante; P=Pregunta del instrumento; To=Total de puntos; FR=Frecuencia Relativa; DESVEST= Desviación estándar; VAR= Varianza

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**  
**INSTRUMENTO No. 3**

**NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE A TRAVÉS DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA**  
**SEDE: CAMPUS OCTAVIO MÉNDEZ PEREIRA n=15**

	PREGUNTAS	ED	IN	DA
P1	Me gustó la posibilidad de ver videos-lecciones de los temas del curso en vez de tener una clase tradicional expositiva.	4	1	10
P2	Prefiero la clase tradicional en lugar de tener trabajos activos y grupales en clases como los que se desarrollaron durante las clases de aula invertida.	11	0	4
P3	El uso de videos-lecciones me permite aprender el material de estudio en cualquier momento, más eficazmente que hacer las lecturas en solitario.	4	1	10
P4	Aprendí más cuando utilicé el modelo de clase invertida (video-lecciones, lecturas cortas y aprendizaje activa en clases) en comparación con el método tradicional expositivo.	4	0	11
P5	Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de video-lecciones o actividades virtuales.	10	0	5
P6	La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados.	2	0	13
P7	Haber contado y revisado video-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza.	4	0	11
P8	Con las clases invertidas reforcé otras competencias (capacidad para organizar y planificar el tiempo, autoaprendizaje, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las TIC)	4	1	10
P9	Haber contado con video-lecciones y actividades en clases de los temas estudiados ha contribuido a alcanzar un mejor desarrollo de competencias científicas.	4	0	11
P10	Mi satisfacción con la experiencia educativa planteada para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales es:	4	1	10
<b>ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA</b>				
MEDIA		5	0.4	9.5
MEDIANA		4	0	11
MODA		4	0	11
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		2.7	0.5	2.7
MÍNIMO		2	0	5
MÁXIMO		10	2	13

**ANEXO 12.** Cuadro No. 15. Valores de satisfacción de los estudiantes participantes sobre el modelo de clase invertida, según sede. P=Pregunta; ED=En desacuerdo; IN=Indiferente; DA=De acuerdo. Fuente: Instrumento No. 3

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**  
**INSTRUMENTO No. 3**

**NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE A TRAVÉS DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA**  
**SEDE: CENTRO REGIONAL DE SAN MIGUELITO** **n=13**

	<b>PREGUNTAS</b>	<b>ED</b>	<b>IN</b>	<b>DA</b>
P1	Me gustó la posibilidad de ver videos-lecciones de los temas del curso en vez de tener una clase tradicional expositiva.	3	2	8
P2	Prefiero la clase tradicional en lugar de tener trabajos activos y grupales en clases como los que se desarrollaron durante las clases de aula invertida.	10	1	2
P3	El uso de videos-lecciones me permite aprender el material de estudio en cualquier momento, más eficazmente que hacer las lecturas en solitario.	3	0	10
P4	Aprendí más cuando utilicé el modelo de clase invertida (video-lecciones, lecturas cortas y aprendizaje activa en clases) en comparación con el método tradicional expositivo.	3	0	10
P5	Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de video-lecciones o actividades virtuales.	9	1	3
P6	La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados.	2	0	11
P7	Haber contado y revisado video-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza.	3	0	10
P8	Con las clases invertidas reforcé otras competencias (capacidad para organizar y planificar el tiempo, autoaprendizaje, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las TIC)	3	0	10
P9	Haber contado con video-lecciones y actividades en clases de los temas estudiados ha contribuido a alcanzar un mejor desarrollo de competencias científicas.	3	2	9
P10	Mi satisfacción con la experiencia educativa planteada para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales es:	3	0	10
<b>ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA</b>				
MEDIA		3,5	0,5	9,2
MEDIANA		3	0	10
MODA		3	0	10
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		2	0,8	2,3
MÍNIMO		2	0	3
MÁXIMO		9	2	11

**ANEXO 12.** Cuadro No. 15. Valores de satisfacción de los estudiantes participantes sobre el modelo de clase invertida, según sede. P=Pregunta; ED=En desacuerdo; IN=Indiferente; DA=De acuerdo. Fuente: Instrumento No. 3

**UNIVERSIDAD DE PANAMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN CON ÉNFASIS EN DIDÁCTICA**  
**INVESTIGACION DE TESIS DOCTORAL**  
**INSTRUMENTO No. 3**

**NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE A TRAVÉS DEL MODELO DE LA CLASE INVERTIDA**  
**SEDE: CENTRO REGIONAL DE PANAMÁ OESTE** **n=13**

	<b>PREGUNTAS</b>	<b>ED</b>	<b>IN</b>	<b>DA</b>
P1	Me gustó la posibilidad de ver videos-lecciones de los temas del curso en vez de tener una clase tradicional expositiva.	2	1	10
P2	Prefiero la clase tradicional en lugar de tener trabajos activos y grupales en clases como los que se desarrollaron durante las clases de aula invertida.	10	0	3
P3	El uso de videos-lecciones me permite aprender el material de estudio en cualquier momento, más eficazmente que hacer las lecturas en solitario.	3	1	9
P4	Aprendí más cuando utilicé el modelo de clase invertida (video-lecciones, lecturas cortas y aprendizaje activa en clases) en comparación con el método tradicional expositivo.	3	0	10
P5	Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de video-lecciones o actividades virtuales.	5	0	9
P6	La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados.	0	1	12
P7	Haber contado y revisado video-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza.	3	0	10
P8	Con las clases invertidas reforcé otras competencias (capacidad para organizar y planificar el tiempo, autoaprendizaje, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las TIC)	2	0	11
P9	Haber contado con video-lecciones y actividades en clases de los temas estudiados ha contribuido a alcanzar un mejor desarrollo de competencias científicas.	3	1	9
P10	Mi satisfacción con la experiencia educativa planteada para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales es:	3	0	10
<b>ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA</b>				
MEDIA		3.4	0.4	9.5
MEDIANA		3	0	10
MODA		3	0	10
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		2.6	0.5	2.5
MINIMO		0	0	3
MÁXIMO		10	1	12

**ANEXO 12.** Cuadro No. 15. Valores de satisfacción de los estudiantes participantes sobre el modelo de clase invertida, según sede. P=Pregunta; ED=En desacuerdo; IN=Indiferente; DA=De acuerdo. Fuente: Instrumento No. 3