



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Neiva, 17 de enero de 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Juan Miguel Ramos Tejada, con C.C. No. 12.239.482, de Pitalito

Pablo Cesar Vargas Diaz, con C.C. No. 7.690.737, de Neiva

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado: Pablo Cesar Vargas Diaz y Juan Miguel Ramos Tejada

Titulado: Neurodidáctica, Construcciónismo e Interdisciplina: Una estrategia de Aprendizaje desde los sistemas adaptativos complejos.

presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de

Magister en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Neurodidáctica, Construccinismo e Interdisciplina: Una Estrategia de Aprendizaje Desde Los Sistemas Adaptativos Complejos

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Vargas Diaz	Pablo Cesar
Ramos Tejada	Juan Miguel

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ovalle Cerquera	Manuel Fernando

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ovalle Cerquera	Manuel Fernando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

FACULTAD: Ciencias Exactas y Naturales

PROGRAMA O POSGRADO:

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022

NÚMERO DE PÁGINAS: 278

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas __x_ Fotografías __x_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros __x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO: CD

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Interdisciplina	Interdisciplinary	6. Aprendizaje Significativo	meaningful learning
2. Tecnología	Technology	7. Codocencia	co-teaching
3. Pensamiento Computacional: Computational Thinking	Computational Thinking	8. Aula Invertida	flipped classroom
4. Neurodidáctica	Neurodidactics	9. Redes Complejas	complex networks
5. Construccionismo	Constructionism		

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La presente investigación, tiene por objetivo el diseño de una propuesta didáctica a partir de fundamentos epistemológicos de las neurociencias, el construccionismo, la interdisciplina y desde el enfoque de los sistemas adaptativos complejos, orientada a la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Municipal Guacacallo, del Municipio de Pitalito, zona rural del departamento del Huila.

En primer lugar, se hace una amplia caracterización de los diferentes actores involucrados en el proceso educativo de la institución, insumos con los cuales se describen cada uno de ellos, desde la estadística descriptiva y la minería de datos usando el software Weka.

Posteriormente, se diseña una propuesta de estrategia didáctica permeada por la gamificación, manteniendo como eje enriquecedor la neurodidáctica, además del uso intensivo de la tecnología, ética y educación física, aplicando la codocencia, gracias a la vinculación activa y permanente de los docentes de las asignaturas; también se incluye la participación de estudiantes del grado décimo como apoyo a los equipos, generando trabajo inter-grados, dicha estrategia se implementa en dos sesiones (jornadas escolares completas) bajo el enfoque de aprendizaje basado en retos con elementos adicionales traídos de las metodologías del aprendizaje cooperativo y colaborativo, donde a partir del desarrollo de misiones se abarca la temática de los sistemas del cuerpo humano relacionándolos con hábitos de vida saludable como situación problema vinculada a las situaciones cotidianas. Seguido se hace el análisis del aula y la estrategia y la estrategia diseñada evaluando su comportamiento como sistema complejo desde el punto de vista de las redes complejas, a partir de la matriz de interrelaciones entre agentes ocurridos durante los diferentes momentos de la aplicación práctica, usando el software Gephi, que permite establecer su comportamiento como una red compleja libre escala. Finalmente, se hacen algunas consideraciones, reflexiones y aportes respecto al ejercicio de la interdisciplina, la codocencia, la neurodidáctica y la implementación de ambientes de complejidad en el campo educativo.



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The objective of this research is the design of a didactic proposal based on epistemological foundations of neurosciences, constructionism, interdiscipline and from the approach of complex adaptive systems, oriented to the acquisition of significant learning in eighth grade students of the Municipal Educational Institution Guacacallo, in the Municipality of Pitalito, rural area, Department of Huila.

First, a broad characterization of the different actors involved in the educational process of the institution is made, inputs with which each of them are described, from descriptive statistics and data mining using Weka software.

Subsequently, a proposal of didactic strategy permeated by gamification is designed, maintaining as an enriching axis the Neurodidactics in addition to the intensive use of technology, where in an interdisciplinary way the subjects of biology, social, mathematics, technology, Ethics and physical education participate, applying the co-teaching, thanks to the active and permanent linking of the teachers of the subjects, also including the participation of students of the tenth grade as support to the teams, This strategy is implemented in two sessions (full school days), under the approach of learning based on challenges with additional elements brought from the methodologies of cooperative and collaborative learning, where from the development of missions, the theme of the human body systems is covered, relating them to Healthy Lifestyle Habits as a problem situation linked to everyday situations. Then, the analysis of the classroom and the designed strategy is made, evaluating its behavior as a complex system from the point of view of complex networks, from the matrix of interrelationships between agents occurred during the different moments of the practical application, using the Gephi software, which allows establishing its behavior as a free scale complex network. Finally, some considerations, reflections and contributions are made regarding the exercise of interdiscipline, co-teaching, neurodidactics and the implementation of complexity environments in the educational field.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Mg. Cristian Camilo Cortés García

Firma: *Christian Camilo Cortes Garcia*

Nombre Jurado: Mg. Cristian Camilo Cortés García

Firma: *Christian Camilo Cortes Garcia*

Nombre Jurado: Mg. Carlos Javier Martínez Moncaleano

Firma: *Carlos Javier Martinez Moncaleano*



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

NIT: 891180084-2



Neurodidáctica, Construccionismo e Interdisciplina: Una Estrategia de Aprendizaje Desde Los Sistemas Adaptativos Complejos

Pablo Cesar Vargas Díaz

Juan Miguel Ramos Tejada

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Programa de la Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

Neiva – Huila

2022



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

NIT: 891180084-2



Neurodidáctica, Construccionismo e Interdisciplina: Una Estrategia de Aprendizaje Desde Los Sistemas Adaptativos Complejos

Tesis Maestría

Pablo Cesar Vargas Díaz

Juan Miguel Ramos Tejada

Disertación para optar al título de Magister en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad.

Dr. Manuel Fernando Ovalle Cerquera

Magister en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Programa de la Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad

Neiva – Huila

2022



Agradecimientos



A Dios, por esta maravillosa oportunidad. A mi esposa Silvia Rocío, por su compañía, comprensión, paciencia y apoyo en este proyecto. A mis hijos Angee, Lauren y Alejandro, por ser la fuente de motivación de todos mis esfuerzos. A mis familiares y amigos, por su acompañamiento en todo el camino recorrido. A mi compañero Pablo Cesar Vargas, por su invaluable e incansable espíritu de colaboración. A mi tutor Ing. Manuel Ovalle y a mi coordinador de Maestría Dr. Mauro Montealegre, por el soporte académico suministrado para alcanzar esta meta.

Juan Miguel Ramos Tejada

Agradezco a Dios por su amor y bendiciones que trazan mi camino cada día, a mi hermosa esposa Claudia Marcela, quien ha sido siempre mi compañía, apoyo y soporte incondicional en nuestro hogar y nuestros proyectos, a mis hijos Hanz, Sofía, Pablo Andrés y Ana Belén, quienes han sido la fuente de inspiración, de motivación y alegría en mi corazón para salir adelante, a mi familia presente siempre acompañando mis anhelos, a mi compañero Juan Miguel Ramos por su persistencia y capacidad ejemplar de ser docente y apoyo permanente, al Complejólogo Oscar Iván Perdomo Sánchez, por sus conocimientos compartidos y entusiasmo que tanto nos aportaron, al ingeniero Manuel Ovalle, asesor de nuestro proyecto, por su apoyo creativo, su motivación y guía constantes que tanto nos animaron, a los compañeros docentes Juan José Villaquiran, Alex Gómez y Mariana Correa, por su apoyo y aportes didácticos significativos en la puesta en práctica de nuestro proyecto en la institución, a mis hermanos de la comunidad por sus oraciones que han sido el apoyo espiritual de mi vida.

Pablo Cesar Vargas Diaz



La presente investigación, tiene por objetivo el diseño de una propuesta didáctica a partir de fundamentos epistemológicos de las neurociencias, el construccionismo, la interdisciplina y desde el enfoque de los sistemas adaptativos complejos, orientada a la adquisición de aprendizajes significativos en los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Municipal Guacallo, del Municipio de Pitalito, zona rural del departamento del Huila.

En primer lugar, se hace una amplia caracterización de los diferentes actores involucrados en el proceso educativo de la institución, insumos con los cuales se describen cada uno de ellos, desde la estadística descriptiva y la minería de datos usando el software Weka.

Posteriormente, se diseña una propuesta de estrategia didáctica permeada por la gamificación, manteniendo como eje enriquecedor la neurodidáctica, además del uso intensivo de la tecnología, ética y educación física, aplicando la codocencia, gracias a la vinculación activa y permanente de los docentes de las asignaturas; también se incluye la participación de estudiantes del grado décimo como apoyo a los equipos, generando trabajo inter-grados, dicha estrategia se implementa en dos sesiones (jornadas escolares completas) bajo el enfoque de aprendizaje basado en retos con elementos adicionales traídos de las metodologías del aprendizaje cooperativo y colaborativo, donde a partir del desarrollo de misiones se abarca la temática de los sistemas del cuerpo humano relacionándolos con hábitos de vida saludable como situación problema vinculada a las situaciones cotidianas. Seguido se hace el análisis del aula y la estrategia y la estrategia diseñada evaluando su comportamiento como sistema complejo desde el punto de vista de las redes complejas, a partir de la matriz de interrelaciones entre agentes ocurridos durante los diferentes momentos de la aplicación práctica, usando el software Gephi, que permite establecer su comportamiento como una red compleja libre escala. Finalmente, se



hacen algunas consideraciones, reflexiones y aportes respecto al ejercicio de la interdisciplina, la codocencia, la neurodidáctica y la implementación de ambientes de complejidad en el campo educativo.

Palabras clave: interdisciplina, tecnología, pensamiento computacional, neurodidáctica, construccionismo, aprendizaje significativo, codocencia, aula invertida, redes complejas.

Abstract

The objective of this research is the design of a didactic proposal based on epistemological foundations of neurosciences, constructionism, interdiscipline and from the approach of complex adaptive systems, oriented to the acquisition of significant learning in eighth grade students of the Municipal Educational Institution Guacacallo, in the Municipality of Pitalito, rural area, Department of Huila.

First, a broad characterization of the different actors involved in the educational process of the institution is made, inputs with which each of them are described, from descriptive statistics and data mining using Weka software.

Subsequently, a proposal of didactic strategy permeated by gamification is designed, maintaining as an enriching axis the Neurodidactics in addition to the intensive use of technology, where in an interdisciplinary way the subjects of biology, social, mathematics, technology, Ethics and physical education participate, applying the co-teaching, thanks to the active and permanent linking of the teachers of the subjects, also including the participation of students of the tenth grade as support to the teams, This strategy is implemented in two sessions (full school days), under the approach of learning based on challenges with additional elements



brought from the methodologies of cooperative and collaborative learning, where from the development of missions, the theme of the human body systems is covered, relating them to Healthy Lifestyle Habits as a problem situation linked to everyday situations. Then, the analysis of the classroom and the designed strategy is made, evaluating its behavior as a complex system from the point of view of complex networks, from the matrix of interrelationships between agents occurred during the different moments of the practical application, using the Gephi software, which allows establishing its behavior as a free scale complex network. Finally, some considerations, reflections and contributions are made regarding the exercise of interdiscipline, co-teaching, neurodidactics and the implementation of complexity environments in the educational field.



Tabla de Contenido

Capítulo 1	13
Introducción	13
Capítulo 2	16
Planteamiento del problema de investigación.....	16
<i>Descripción del problema</i>	16
<i>Sistematización del problema</i>	17
<i>Enunciado del problema</i>	17
Antecedentes	18
<i>Antecedentes Nacionales</i>	18
<i>Antecedentes regionales</i>	18
Justificación.....	21
Capítulo 3	24
Marco teórico	24
<i>Referentes contextual e institucional</i>	24
Marco epistemológico y teórico.....	30
<i>Aprendizaje significativo</i>	30
<i>Neurodidáctica</i>	39
<i>Neuropedagogía</i>	41
<i>Neurociencias</i>	44
Teoría de las inteligencias múltiples.....	47
<i>La inteligencia lingüística</i>	47
<i>La inteligencia lógico-matemática</i>	48
<i>La inteligencia espacial</i>	48



La inteligencia musical.....48

La inteligencia corporal y cinética48

La inteligencia interpersonal49

La inteligencia intrapersonal49

Inteligencia emocional.....50

Teoría de la cognición52

Interdisciplinariedad55

Estrategias de aprendizaje58

Estrategia didáctica58

Método59

Técnica.....59

Estrategia de aprendizaje59

El aprendizaje significativo60

Aprendizaje basado en retos.....61

Aprendizaje cooperativo.....66

Aprendizaje colaborativo71

Aula invertida.....73

Aprendizaje basado en pensamiento.....73

Pensamiento computacional.....78

Gamificación81

Codocencia y cambios en la cultura educativa88

Teoría del aprendizaje90

El construccionismo.....91

El modelo pedagógico configuracional97

Sistemas complejos.....99



Ciencias de la complejidad.....	107
Termodinámica del no equilibrio.....	111
Teoría del caos	111
Teoría de catástrofes	112
Geometría fractal	113
Vida artificial	113
Lógicas no clásicas	114
Ciencia de redes (redes complejas).....	115
Ciencia de datos	120
Minería de datos.....	121
Sistemas adaptativos complejos.....	123
Tecnología.....	130
Internet.....	130
Microbit	132
Sensores.....	134
Simuladores.....	136
Inteligencia artificial.....	136
Asistente virtual	139
Redes de datos.....	140
Redes inalámbricas	141
Wifi	142
Bluetooth	144
Capítulo 4	147
Objetivo general.....	147
Objetivos específicos.....	147



Metodología	147
<i>Tipo y enfoque de la investigación</i>	147
<i>Universo de estudio, población y muestra</i>	148
<i>Estrategias metodológicas</i>	149
<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	156
Capítulo 5	159
Análisis y discusión de resultados	159
<i>Resultados fase de caracterización</i>	159
<i>Interpretación de resultados</i>	163
Análisis del test de resolución de inteligencias múltiples	166
Análisis del test de resolución de inteligencia emocional.....	170
Conclusiones y recomendaciones.....	218
Capítulo 6	222
Referencias.....	222
Capítulo 7	229
Anexos.....	229
<i>Anexo A: Formato Encuesta Caracterización Familiar</i>	229
<i>Anexo B: Modelo de Fichas de Misión Para Secuencia Didáctica</i>	231
<i>Anexo C: Matriz de Datos (diagnóstica) Para Árbol de Decisión No. 1</i>	233
<i>Anexo D: Convenciones Para Árbol de Decisión No. 1</i>	234
<i>Anexo E: Convenciones Para Preguntas Árbol de Decisión No. 1</i>	234
<i>Anexo F: Secuencia didáctica</i>	235
<i>Anexo G: Imágenes de la Secuencia Didáctica por Secciones</i>	235
<i>Anexo H: Infografía Roles de las Misiones</i>	236
<i>Anexo I: Logo de la Misión</i>	237



<i>Anexo J: Infografía Evidencias de la Misión</i>	<i>237</i>
<i>Anexo K: Escarapelas Especiales Para Secuencia Didáctica</i>	<i>238</i>
<i>Anexo L: Escarapelas Visitantes Para Secuencia Didáctica</i>	<i>238</i>
<i>Anexo M: Escarapelas Astronautas</i>	<i>239</i>
<i>Anexo N: Escarapelas Para Los Oficiales de la Misión</i>	<i>239</i>
<i>Anexo Ñ: Cronograma.....</i>	<i>240</i>
<i>Anexo O: Sistema de Comunicación Inalámbrica Hermes</i>	<i>241</i>
<i>Anexo P: Mapa de Misiones.....</i>	<i>241</i>
<i>Anexo Q: Sistema de Puntuación Para la Estrategia Neurodidáctica</i>	<i>242</i>
<i>Anexo R: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Primera Parte)</i>	<i>244</i>
<i>Anexo S: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Segunda Parte)</i>	<i>245</i>
<i>Anexo T: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Tercera Parte)</i>	<i>246</i>
<i>Anexo U: Imagen de Elementos de la Secuencia Didáctica Detallada</i>	<i>247</i>
<i>Anexo V: Narrativas de Misiones 1, 2 y 3</i>	<i>247</i>
<i>Anexo W: Narrativas de Misiones 4, 5 y 6</i>	<i>248</i>
<i>Anexo X: Narrativas de Misiones 7, 8 y 9</i>	<i>248</i>
<i>Anexo Y: Matriz Momento Inicial</i>	<i>249</i>
<i>Anexo Z: Matriz Mision 2</i>	<i>251</i>
<i>Anexo AA: Matriz Misión 3</i>	<i>253</i>



Índice de Figuras



Figura 1.....	25
Figura 2.....	26
Figura 3.....	27
Figura 4.....	28
Figura 5.....	44
Figura 6.....	56
Figura 7.....	64
Figura 8.....	108
Figura 9.....	110
Figura 10	119
Figura 11	133
Figura 12	155
Figura 13	160
Figura 14	162
Figura 15	174
Figura 16	183
Figura 17	187
Figura 18	210
Figura 19	214



Introducción

Desde décadas atrás, cuando el conocimiento empezó a dividirse en cada una de las disciplinas que hoy conocemos, los procesos de enseñanza - aprendizaje comenzaron a ejecutarse de la misma manera, haciendo que cada disciplina se ocupe de manera estricta de su propio saber, con sus propias técnicas y procedimientos, situación que de una u otra forma individualiza el proceso de enseñanza, ocasionando aprendizajes poco correlacionados y con bajo nivel de significancia, creando comunidades educativas con bajos niveles de competitividad al momento de poner en servicio el conocimiento adquirido.

Como consecuencia de esta situación, este proyecto de investigación busca generar una estrategia de aprendizaje desde los sistemas adaptativos complejos, apoyada en la neurodidáctica, el construccionismo y la interdisciplina, además, encaminada a producir aprendizajes significativos, duraderos y útiles en los educandos de la básica secundaria.

Para el proceso de creación de la estrategia desde los sistemas adaptativos complejos, se inicia haciendo un proceso de caracterización a través de encuestas a los diferentes agentes involucrados en el quehacer educativo, tales como: los estudiantes, padres de familia, docentes, administrativos y el contexto.

Del mismo modo, para evidenciar el estado de significancia de los aprendizajes, se aplica a los estudiantes del grado 803 un test de resolución de problemas, con enfoque hacia el pensamiento computacional.



Posteriormente, se inicia con la fase de diseño, momento en el que se construye la estrategia teniendo como referentes la gamificación, el trabajo colaborativo, las ciencias de la complejidad, el construccionismo, la interdisciplina, el pensamiento computacional, la neurodidáctica y la tecnología.

Luego, se pasa a la fase de implementación de la estrategia, fase donde se desarrolla el trabajo práctico con los estudiantes de grado octavo, permitiéndoles la inmersión en la actividad a través de la gamificación como recurso didáctico y de una serie de misiones a cumplir durante toda esta fase. Del mismo modo, es desarrollo de la estrategia didáctica, se fue retroalimentado, evaluando y ajustando durante todo el proceso de implementación.

En su fase final o fase 4, se hace análisis de resultados e información obtenida durante la implementación de la estrategia y se extraen las conclusiones, apoyados en los lineamientos de los SAC [Sistemas Adaptativos Complejos] y desde el aula vista como un SAC, según Margery Bertoglia, Enrique (2019).

Por otro lado, si se asumen las aulas de clase como sistemas complejos, se puede afirmar que son ambientes donde convergen y se entrecruzan varios conjuntos de componentes, interactuando a pequeña escala, pero caracterizándose por su autoorganización y la regulación de sus propias dinámicas, haciendo que las interacciones entre sus agentes produzcan situaciones emergentes y de adaptabilidad de los mismos.

En correspondencia con los argumentos anteriores, es necesario repensar el quehacer educativo y vislumbrar nuevas técnicas, nuevas didácticas, nuevos métodos y nuevas estrategias que entren en correspondencia con un ambiente altamente complejo como lo es el aula de clase y es aquí, donde nace la idea de proponer una estrategia desde los sistemas adaptativos complejos,



enfocada en la neurodidáctica Stanislas, Dehaene (2019), ¿cómo aprendemos?, el

Construccionismo por Seymour Papert (2017), el Construccionismo y la Interdisciplina García,

R. (2011) Interdisciplinariedad y Sistemas Complejos.

En este orden de ideas, este proyecto es pensado desde la investigación interdisciplinaria y los sistemas complejos García, R. (2011), en Interdisciplinariedad y Sistemas Complejos, haciendo que la enseñanza y el aprendizaje se vean desde perspectivas de la complejidad , permeados por ejes como la interdisciplina, el trabajo colaborativo y cooperativo, apoyados por la neurociencia, y particularmente desde la neurodidáctica, siendo esta última, la que ha logrado grandes avances en los últimos años respecto a la comprensión de cómo aprendemos los seres humanos.

Planteamiento del problema de investigación

Descripción del problema

Actualmente en la mayoría de instituciones educativas se siguen planes curriculares y metodologías de aprendizaje que llevan de manera lineal y aislada los distintos conocimientos disciplinares a sus estudiantes, lo cual no permite la generación de procesos educativos innovadores y no ayuda al aprendizaje significativo, además en muchos casos siguen alejados en todo sentido del paradigma tecnológico que ya cambió el mundo y la forma de comprenderlo, de tocarlo, incluso en mayor medida en los nativos digitales.

Del mismo modo, los procesos de enseñanza aprendizaje actuales siguen siendo orientados bajo la pedagogía y modelo tradicional, donde el maestro tiene casi todo el protagonismo en el aula de clase, donde el docente es la fuente de conocimiento y donde existe un único timón que dirige el proceso educativo, donde los estudiantes están en el proceso pero, son agentes cuasi pasivos, a la espera de lo que el docente le pueda ofrecer cognitivamente y prácticamente sin manera de interrelacionarse unos a otros.

Con base en la anterior, se evidencia la necesidad de concebir e integrar estrategias de aprendizaje acordes con el desarrollo de la sociedad, donde sea posible, según los contextos, generar una sinergia entre disciplinas, mediadas por el apoyo de la tecnologías de la información y comunicación que facilitan el aprendizaje significativo en los estudiantes, por el construccionismo y sus objetos para pensar y las neurociencias desde los enfoques de la



neurodidáctica como estrategia e ingrediente fundamental al momento de volver implícitos los aprendizajes.

Para lograr la sinergia de la que habla el párrafo anterior, es necesario que las aulas de clase pasen de una visión y enfoque tradicional, a aulas con características de los SAC [Sistemas Adaptativos Complejos], donde se rompan las cadenas disciplinares, la rigidez de los horarios, la linealidad del curriculum y se pase a ambientes complejos, llenos de interacciones entre sus agentes y donde florezcan o emerjan los conceptos y un verdadero aprendizaje significativo.

Sistematización del problema

¿Cuál es el estado del arte del paradigma de las ciencias de la complejidad en el ámbito educativo?

¿Cuál es el estado del arte del modelo construccionista y su aplicación en la actualidad?

¿Cómo contribuir al desarrollo de aprendizajes significativos a partir del diseño de una estrategia de aprendizaje desde los sistemas adaptativos complejos, permeada por la neurodidáctica, el construccionismo y la interdisciplina?

¿Cómo incorporar la neurodidáctica, el construccionismo y la interdisciplina como ejes fundamentales en las estrategias de aprendizaje significativo?

Enunciado del problema

¿Cómo crear una estrategia de aprendizaje neurodidáctica, construccionista e interdisciplinar para el logro de aprendizajes significativos a partir de los sistemas adaptativos complejos?



Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Un artículo realizado por (Gómez, 2005) titulado complejidad de las matemáticas escolares y diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje con tecnología, indica que: “el diseño y puesta en práctica de actividades que utilicen la tecnología debe ser un procedimiento sistemático que tenga en cuenta la diversidad de significados de los conceptos matemáticos y la complejidad de los aspectos cognitivos” (p. 3).

Al respecto, el trabajo ha sido citado por su énfasis en el uso de la tecnología en correspondencia directa con la complejidad del proceso de cognición. De la misma forma, en este trabajo de investigación, se busca crear una estrategia didáctica ligada al proceso neuroeducativo de aprender.

Antecedentes regionales

En los antecedentes regionales se encuentra un trabajo cualitativo realizado por (Quesada Quintero, Calderón, & Medina, 2021) titulado: potenciamiento del pensamiento computacional mediante la resolución de problemas en estudiantes de grado tercero y octavo en el cual se indaga en los entornos educativos sobre el uso de la creatividad y las emociones como fuente de la motivación y las capacidades cognitivas de los estudiantes.

El trabajo mencionado anteriormente, realiza un acercamiento a las habilidades del pensamiento computacional y plantea: ¿qué estrategias pedagógicas implementar para incentivar la creatividad en los estudiantes del grado octavo? La tesis, básicamente es una propuesta



didáctica para estudiantes de los grados tercero y octavo donde involucran las habilidades del pensamiento computacional a la resolución de situaciones problemas, apoyándose en la misma medida en la creatividad y la comprensión lectora. Este trabajo es referenciado en esta investigación por su relación en cuanto a que refiere los términos estrategia pedagógica y esta tesis busca precisamente el diseño de una estrategia didáctica; sin embargo, tiene como principal objetivo incentivar la creatividad, mientras que esta investigación se dirige hacia la estructuración de una estrategia pedagógica con un fin preciso: lograr aprendizajes significativos.

También se tiene como referencia una investigación titulada: prácticas pedagógicas para la innovación desde la teoría del caos en la enseñanza del álgebra, realizada por (Ramírez, 2021) en la cual se encontró que los pequeños cambios en el aula de clase y la implementación de prácticas pedagógicas a partir de la teoría del caos es positivo, pues permite elevar el nivel de desempeño de conocimientos matemáticos, la creatividad, la motivación y el interés por el aprendizaje. A partir de este trabajo, los autores concluyen que, lo anterior expuesto, depende de desempeño del maestro y la manera en que este relaciona diferentes recursos y su lenguaje para vincular al estudiante con el aprendizaje. Esta tesis de grado, es referenciada por hacer mención a un aspecto relacionado con los cambios significativos; es decir, también busca generar aprendizaje significativo, al igual que la presente propuesta de investigación. Los dos referentes, confluyen en el uso de diferentes contextos y espacios de aprendizaje para el logro de aprendizajes significativos.

En otra investigación, se diseñó e implementó secuencias didácticas para fortalecer el aprendizaje de las funciones racionales en el grado noveno por medio de la modelización interdisciplinaria. Sus autores (Medina Córdoba & Mora, 2019) concluyen que: “este tipo de



secuencia didáctica despierta la motivación en los estudiantes y permite la comprensión de forma significativa” (p.3).

Otro trabajo que ha marcado una pauta para el presente, es el realizado por (Camero Camacho, Vargas Salas, & Valencia Ossa, 2022) que se titula: el aprendizaje significativo y el caos en el aula multigrado, un método para articular diferentes disciplinas del conocimiento en la básica primaria. Se orienta bajo el siguiente interrogante: “¿Cómo lograr un aprendizaje significativo en el aula multigrado, desde la teoría del caos, articulando interdisciplinariamente las diferentes áreas del conocimiento en la básica primaria de la Institución Educativa San Antonio del Pital en el Huila?” (p.2).

En los resultados muestra la complejidad en el aula multigrado, característica de la escuela, nueva pedagogía activa, despierta el interés por crear y dinamizar ambientes amenos, participativos y activos, en los que la razón y la imaginación, la pasión y la fantasía, el juego y las emergencias priman por encima de programas y currículos rígidos y tradicionales, dando lugar a la incertidumbre y, por tanto, a una pedagogía del caos.

Secuencia no lineal de aprendizaje para fortalecer la conceptualización utilizando herramientas didácticas y tecnológicas. Esta tesis se cita por su relación respecto al uso de herramientas tecnológicas para el fortalecimiento de aprendizajes y la implementación de secuencias didácticas. del mismo modo, nuestra investigación se cimenta en el uso de la inteligencia artificial y el trabajo en secuencias didácticas en diferentes ambientes de aprendizaje.



Justificación

Los procesos educativos en Colombia han ido cambiando a medida que surgen nuevas tendencias y propuestas más efectivas al momento de ejercer la profesión docente y definir nociones como la de currículo y lineamiento en educación.

La acción de precisar la noción de currículo obedece a las dos últimas reformas educativas en Colombia. Al respecto, (Cobo, 2022) indica: “la primera se extiende desde 1970 hasta inicios de la década de 1990 y la segunda a partir de 1991 hasta la fecha actual, períodos en los que la educación en el país ha presentado cambios orientados por las instituciones estatales” (p.1). En razón a lo anterior, se evidencian esfuerzos del MEN [Ministerio de Educación Nacional] por hacer más eficiente la educación en Colombia.

La primera de las reformas citadas en el párrafo anterior define como lineamiento al documento de carácter operativo normativo de observancia general, cuya normatividad contenida es de aplicación obligatoria para los actores educativos, acorde con las necesidades de operación en el funcionamiento de los centros escolares. Es aquí, donde surgen una serie de documentos orientadores en cada una de las ciencias del conocimiento y se puede decir que nace oficialmente la linealización del saber bajo la siguiente definición en los Lineamientos Curriculares:

Son las orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el MEN con el apoyo de la comunidad académica educativa para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y fundamentales definidas por la Ley General de Educación en su artículo 23. (p.1)

En una segunda reforma, a partir del año 1991, el Ministerio de Educación Nacional se propone un camino de reformas a nivel educativo, apareciendo nuevos contenidos



epistemológicos como los estándares básicos de competencias, los cuales se vienen implementando por el MEN desde el año 2002, a través de una movilización nacional de expertos educativos de reconocida trayectoria.

Sin embargo, estos estándares produjeron múltiples confusiones en el gremio docente, ya que cada región e institución hacía su propia abstracción y definición, hecho que produjo notables diferencias en el manejo de currículos y planes de estudio. Es entonces cuando el MEN lanza los DBA [Derechos Básicos de Aprendizaje] con un solo propósito: aclarar a los docentes, estudiantes y padres de familia y otros actores relevantes del sector educativo cuáles son aquellos aprendizajes estructurantes que los estudiantes deben desarrollar en el año escolar. Lo anterior es debido a que los estándares básicos de competencias venían organizados por grupos de grados.

Es importante agregar que inicialmente los DBA se expiden para lenguaje y matemáticas, posteriormente ya se extienden a las demás asignaturas básicas y fundamentales según la ley 155 del 94 y que el ministerio expide una primera versión muy técnica en cuanto a temas por niveles, pero posteriormente y pensando en el padre de familia, decide expedir una segunda versión más práctica, agregando evidencias de aprendizaje y ejemplos muy puntuales para la interpretación del contenido a desarrollar.

Hasta el momento, no se puede dudar que las instituciones estatales que administran la educación colombiana, han hecho grandes esfuerzos por cualificar los procesos educativos; sin embargo, los procesos desarrollados desde los centros educativos poco alcanzan resultados óptimos y significativos. Es entonces cuando se hace necesario innovar las prácticas educativas y los ambientes propios de aprendizaje, ambientes que hagan del proceso de enseñanza aprendizaje una actividad mucho más significativa, donde el enlace con los saberes previos garantice en el tiempo aprendizajes duraderos y sobre todo útiles en el mundo real.



Esta propuesta de investigación busca ofrecer una estrategia de aprendizaje significativo, desde los sistemas adaptativos complejos, bajo los fundamentos de la neurodidáctica, el construccionismo y la interdisciplina para los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Municipal Guacacallo, del Municipio de Pitalito, Huila.



Capítulo 3

Marco teórico

Referentes contextual e institucional

Ubicación y límite territorial. El proyecto se desarrollará en la Institución Educativa Municipal Guacacallo, perteneciente al corregimiento de Guacacallo, del municipio de Pitalito, en el departamento del Huila, Colombia. Establecimiento de educación pública, de naturaleza rural, donde la economía de las familias gira alrededor del café, como producto principal de sustento. La investigación será aplicada a estudiantes (hombres y mujeres) del grado noveno de educación básica secundaria, cuyas edades se encuentran en el rango 12 a 15 años. El corregimiento de Guacacallo se encuentra localizado al sur de Colombia dentro del departamento del Huila y perteneciente al municipio de Pitalito.

Los mapas que se muestran a continuación, ubican geográficamente el sitio donde se desarrollará esta investigación.



Figura 1

Mapa de Colombia

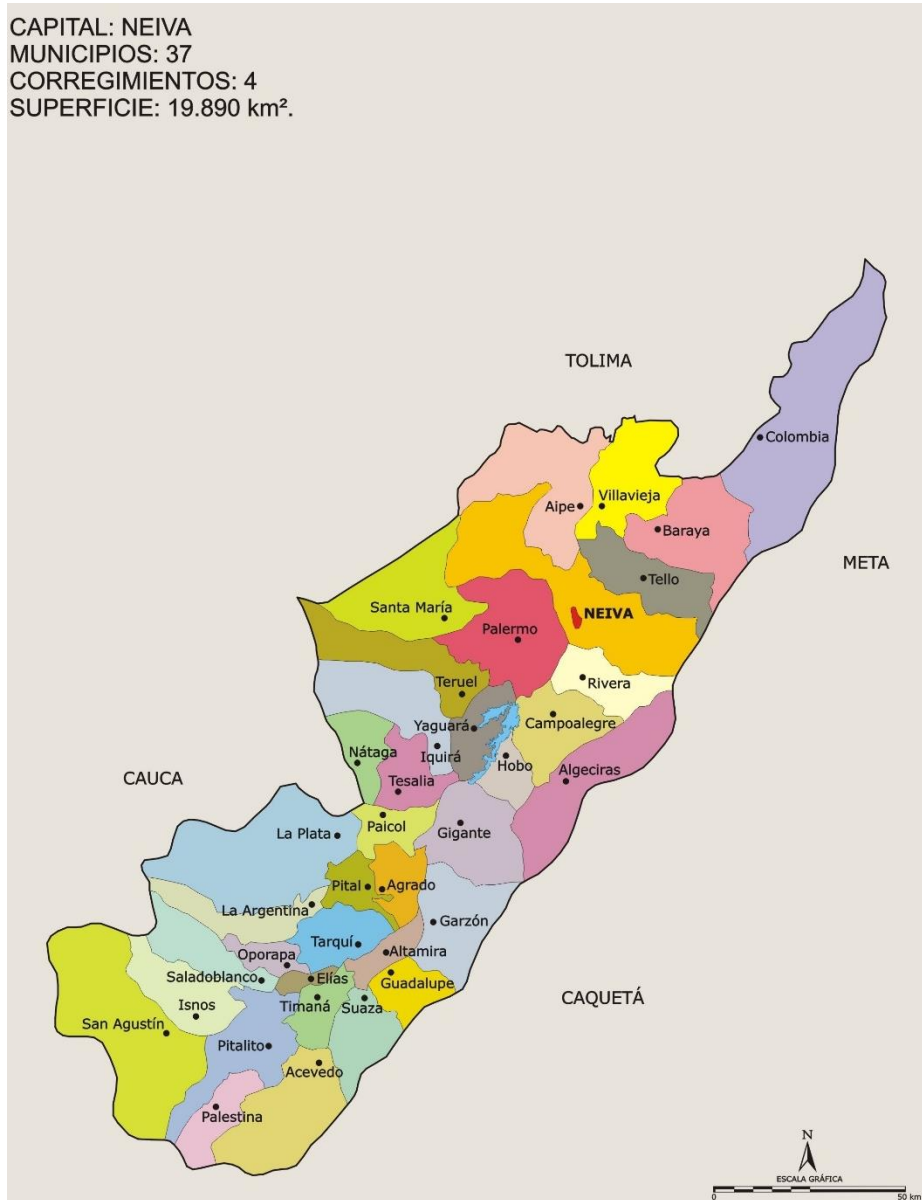


Nota: en el mapa se muestra la ubicación geográfica del departamento del Huila dentro del territorio nacional, país Colombia. Imagen tomada de: página web, Identidad Gastronómica Colombiana.



Figura 2

División Político Administrativa del Huila

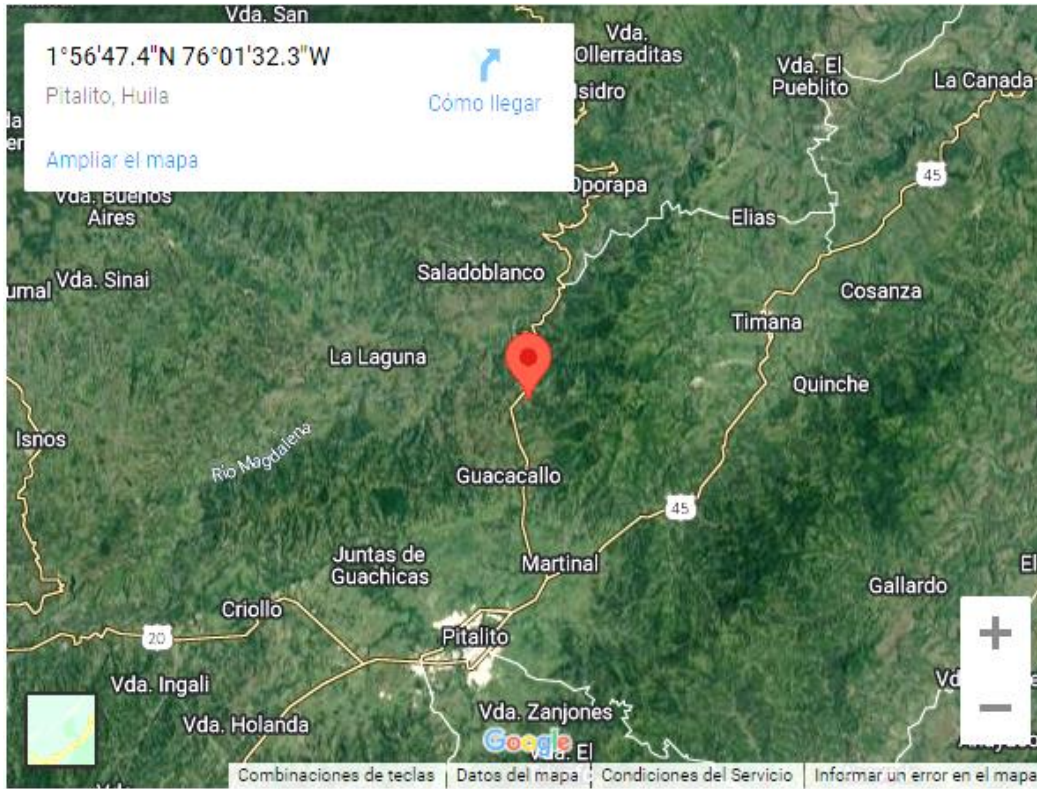


Nota: la imagen muestra los municipios que integran el departamento del Huila y la ubicación de Pitalito en el mismo. Fuente: Sociedad Geográfica de Colombia. Atlas de Colombia IGAC. 2002.



Figura 3

Ubicación satelital de Guacacallo



Nota: *Sf.* Imagen tomada de página web



Figura 4

Corregimientos del Municipio de Pitalito



Nota: la imagen muestra los corregimientos que hacen parte del municipio entre los cuales se encuentra el corregimiento de Guacacallo. Fuente: Plan de desarrollo municipal 2020 – 2023. Pitalito, región que vive. Alcaldía de Pitalito.

Población.

Municipio de Pitalito. Según los datos tomados de (Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 Pitalito, 2020) se indica que:

Este territorio cuenta con una proyección poblacional de 135.711 habitantes (según fuentes oficiales del Geoportal DANE [Departamento Administrativo Nacional de Estadística] en el 2020), de los cuales 67.348 son hombres (49.6%) y 68.363 son mujeres (50.4%). Pitalito refleja una mayor concentración poblacional en la zona urbana (el



59,06% de sus habitantes viven en el casco urbano) y la población restante (el 40,94%) se ubica en la zona rural. En el municipio residen aproximadamente 2.324 personas pertenecientes la étnica mulata o afrocolombiana (2,26% de la población total) y un pequeño porcentaje de población indígena (0,81%, con 831 indígenas) según los datos extraídos del Plan de Productividad y Competitividad Pitalito 2019 y del DANE 2005. (p.15)

Corregimiento de Guacacallo. Fue la primera fundación en el Departamento del Huila que aparece con el nombre de villa de Guacacallo, hecha probablemente en 1539 y no en 1538 como se cree, cuya posible localización es la vereda de su mismo nombre al norte de Pitalito. Guacacallo fue el nombre que los indígenas del Alto Magdalena daban al río grande.

En otros relatos, se dice que Guacacallo fue el nombre de una poderosa tribu que gobernaba la Cacica Gaitana y que estaba estratégicamente ubicada para ejercer dominios entre la región poblada de Cálamo y la aldea de la tribu de los Dimana (Timaná), que a la llegada de las milicias españolas fueron desplazados los aborígenes hacia el sitio que hoy ocupa Timaná a orillas del río del mismo nombre. Todo parece indicar que la región de Guacacallo presentaba condiciones favorables por su cercanía a Timaná, Pitalito, Cálamo y el Río Magdalena y desde este sitio se podía ejercer control territorial y militar.

Según una declaración de Sebastián de Belalcázar, rendida en Cartagena en 1539, manifestaba que había dejado fundados dos pueblos: “el uno se llama Neiva y el otro Guacacallo” Acuerdo 018 de 2007 POT [Plan de Ordenamiento Territorial].

Guacacallo se encuentra ubicado a 13 km del municipio de Pitalito Huila, se convirtió en corregimiento por propuesta hecha por líderes comunitarios de los cuales se destacaron José



Israel Muñoz, Blanca Oliva Betancourt y Cristóbal Trujillo, mediante acuerdo No. 015 del 30 de mayo del 2001 año en la administración del doctor German Calderón. Este corregimiento está conformado por 6 veredas; centro poblado Guacacallo, el Tigre, Buenos Aires, las Colinas y Monserrate. Limita con los corregimientos de Regueros, La Laguna y la vereda Oritoguz del municipio de Elías. Su economía se basa en la caficultura.

Características culturales. Este corregimiento hace parte del anillo turístico ya que cuenta con un número importante de piezas arqueológicas dispersas. Dentro de los eventos culturales se celebra las fiestas de San Pedro anualmente donde se integran las diferentes veredas, fiesta patronal en honor a nuestra señora del Carmen y la fiesta de las cosechas en honor a San Isidro.

El centro poblado es el área central de comercio, tiene aproximadamente 1251 habitantes, cuenta con los servicios de acueducto por bocatoma, energía eléctrica y una parte de la población con alcantarillado PTAR (planta de tratamiento de agua residual) aquí se encuentra ubicados el puesto de salud, la parroquia nuestra señora del Carmen y la Institución Educativa Municipal Guacacallo la cual presta el servicio educativo desde el grado preescolar hasta once.

Marco epistemológico y teórico

Aprendizaje significativo

Desde hace algunas décadas, ciencias como la psicología, se han orientado hacia el campo de la educación, enfocándose en entender cómo es que el ser humano aprende y cómo es que eso que se aprende no se olvida. Para comprender un poco mejor este aspecto, la psicología



educativa nos hace aportes referidos al problema del aprendizaje, como lo indicó en su propia teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) citado por (Moreira, Rodríguez Palmero, Caballero Sahelices, & Ileana, 2008) “descubrir la naturaleza de aquellos aspectos del proceso de aprendizaje que afecten la adquisición y retención a largo plazo de cuerpos organizados de conocimiento” (p.9). Con este aparte, la ciencia de la psicoeducación pone de manifiesto la intención de descubrir desde la misma naturaleza del ser humano, como es que aprende y, sobre todo, cómo es que puede llegar a recordar un cuerpo de conocimiento organizado sin correr el riesgo de olvidarlo.

A partir de la teoría anteriormente mencionada, nace una de las preguntas más recurrentes del gremio magisterial: ¿cómo hacer significativo un conocimiento en el educando? Ante este interrogante nace el concepto de aprendizaje significativo.

Una forma de hacer frente al interrogante anterior es contrastar ventajas y desventajas entre un aprendizaje por recepción y uno por descubrimiento. Respecto a este último, Ausubel (1993) hace énfasis en su libro *Psicología Educativa*, afirmando que el hecho de descubrir un concepto o contenido solo es posible dentro un ambiente de aprendizaje autónomo y que lo que se aprende por descubrimiento resulta más significativo que la simple información ofrecida en el aprendizaje por recepción.

Indica Ausubel (1993) que: “la esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe” (p. 1). Con este aparte, Ausubel reafirma que solo se hace significativo un conocimiento si se parte de los saberes previos y que el gancho que se pueda hacer entre los presaberes y el nuevo conocimiento es fundamental en el proceso de interiorización del nuevo saber. Así mismo afirma: “debe resultar obvio que el significado en sí



es un producto del proceso de aprendizaje significativo” (p.2). Con ese argumento, se entiende que la única manera de atribuir significado a un conocimiento es a través del aprendizaje significativo. “El tipo básico de aprendizaje significativo, del cual dependen todos los demás aprendizajes de esta clase el aprendizaje de representaciones: que consiste en hacerse del significado de símbolos solos (generalmente palabras) o de lo que éstos representan.” (p.5).

Entonces, son las representaciones, las que permiten poner en común ideas y conceptos indistinto del idioma o la cultura. Solo cuando el estudiante logra entender lo que representa una palabra, podrá interiorizarlo y volverlo aprendizaje significativo.

Ausubel (1993) afirma: “el mismo hecho de que una idea nueva se vuelva significativa después de ser aprendida significativamente, es de suponerse que se haga intrínsecamente menos vulnerable que las asociaciones arbitrarias internalizadas” (p.9). Con el anterior argumento asegura que solo lo aprehendido significativamente, será retenido por el cerebro y difícilmente será olvidado. He aquí el maravilloso beneficio del aprendizaje significativo.

En síntesis, el aprendizaje significativo es un proceso de cognición que incorpora nuevos conocimientos a la estructura cognitiva del estudiante, siempre y cuando, estos conocimientos se enlacen con los presaberes que posee el estudiante.

Neurociencia

“Educamos al ser humano, educando su cerebro”. Se expone esta frase de inspiración propia para hacer referencia a la creciente incursión de las neurociencias en el sector educativo y su notable importancia en el entendimiento de cómo aprenden los seres humanos.



Se define la neurociencia como el estudio del sistema nervioso, a su vez, éste, está compuesto por dos grandes partes: el encéfalo y la médula espinal. Para el cuerpo humano, las redes nerviosas permiten llevar y traer hacia el cerebro estímulos desde todas las partes del cuerpo, y es el cerebro el órgano encargado de procesar esas señales y producir las acciones específicas según la naturaleza del estímulo.

Con respecto a lo anterior, (*Request Rejected*, s. f.) indica que “el objetivo de la neurociencia es comprender cómo funciona el sistema nervioso para producir y regular emociones, pensamientos, conductas y funciones corporales básicas, incluidas la respiración y mantener el latido del corazón”. Acorde a esta aseveración, es el encéfalo el responsable del control del pensamiento, las emociones, las conductas y funciones vitales humanas; es el cerebro básicamente, el principal centro de procesamiento de estímulos y respuestas que posee la especie humana.

Es el cerebro humano, el órgano con el que los educadores juegan en sus clases, con el que los estudiantes pueden retener conocimiento, con el que el cuerpo puede reaccionar a múltiples estímulos externos e internos, en fin, este órgano es la esencia misma del ser humano, por lo tanto, debe inspirar interés ya que se convierte en el medio para aprender algo nuevo.

Al ser el cerebro parte del sistema nervioso central, su estudio es desarrollado por las neurociencias y por ser este órgano el encargado del conocimiento humano, entonces, no queda duda, que las neurociencias juegan un papel bien importante en la explicación de cómo aprendemos los seres humanos y son estas ciencias, las que, a futuro, nos darán luces de cómo se pueden hacer más efectivas las estrategias de aprendizaje.



Neuroeducación

¿Cómo aprender y educar mejor?, quizás es esta la pregunta recurrente de todos los maestros o de quienes se dedican a “enseñar” en escuelas primarias, de secundaria o inclusive de universidades. educar mejor es desarrollar métodos más eficientes en la labor docente y, un método es eficiente si lo “enseñado” queda en el cerebro de los estudiantes. Ante estas razones, las neurociencias fijan su mirada al sector educativo, es ahí, donde hacen gancho con los procesos de enseñanza y permean los modelos y estilos pedagógicos de escuelas, colegios y universidades.

Por la razón anterior, convierte a las neurociencias en ciencias de la educación o de la neuroeducación, línea de investigación que, aunque es naciente en tiempos actuales, augura maravillosos aportes a los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

(Mora Teruel, 2017) manifiesta que: “hoy se ha levantado un interés, sin apenas precedente, por cambiar, innovar y mejorar la educación y la enseñanza teniendo como base los conocimientos sobre el cerebro” (p.1). La idea, pone de manifiesto lo importante que es el cerebro y su conocimiento en los procesos educativos. Sin embargo, por ser una corriente naciente en la actualidad, queda bastante camino por recorrer, por aportar y por descubrir. “Neuroeducación es un marco en el que colocar los conocimientos del cerebro y cómo, basado en ello, la persona interactúa con el medio que le rodea en su vertiente específica de la enseñanza y el aprendizaje” (p.1). Con la anterior afirmación, Francisco Moral (2017), deja entrever que, es la neuroeducación responsable del nivel de interacción que puede hacer un individuo con su contexto y que, fruto de esta interrelación es que dan los procesos de aprendizaje. pero, también argumenta que: “Neuroeducación, sin embargo, no es todavía una disciplina académica con un cuerpo reglado de conocimientos que pueda ser aplicado de



modo inmediato en los centros de enseñanza”, es decir, aunque las neurociencias vienen en constante avance y progreso, aún falta mucho por descubrir y normatizar respecto al cerebro y su papel en el aprendizaje.

Mora (2017) afirma: “neuroeducación es tomar ventaja de los conocimientos sobre cómo funciona el cerebro integrados con la psicología, la sociología y la medicina en un intento de mejorar y potenciar tanto los procesos de aprendizaje y memoria de los estudiantes cómo enseñar mejor en los profesores” en este aparte, el autor pone en la mesa que, no solo son las neurociencias las responsables de explicar los procesos de aprendizaje, también entran en juego otras disciplinas como son la psicología, la sociología y por supuesto, la medicina por ser el cerebro un órgano más del cuerpo humano. Son todas estas disciplinas que, combinadas, aportan esfuerzos y explicaciones sobre cómo desarrollar procesos de enseñanza eficaces y como lograr aprender más y mejor.

Ante este panorama de las neurociencias en el sector educativo, es importante notar que todos los actores que intervienen en la enseñanza de los estudiantes deben conocer el cerebro y la manera de aprender de los niños y jóvenes en escuelas y colegios. Mora, ratifica esta idea así: “neuroeducación significa evaluar y mejorar la preparación del que enseña (maestro), y ayudar y facilitar el proceso de quien aprende (individualidad a cualquier edad)” y pone en claro que la idea de un educador debe ser facilitador de los aprendizajes de los estudiantes y no un obstáculo en el maravilloso camino de aprender.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje serían más efectivos si se dotara a los maestros de los argumentos científicos adecuados sobre tres aspectos a saber: la emoción, la atención y la memoria. Emoción porque en voz de Mora “solo se aprende lo que se ama”, solo es posible hacer implícito un conocimiento si éste va de la mano con alguna emoción e interés



para el aprendizaje; atención, porque para lograr aprendizajes es absolutamente necesario un buen nivel de atención y solo se presta atención si hay algo que me emociona y me atrae hacia ese conocimiento. Por su lado, la memoria también juega un papel importante y, aunque no se aprende de memoria, si se debe llevar a ésta todo lo que se aprende y procurar que lo que ingrese a ella, se fije en el tiempo. (aprendizaje significativo).

Otro aspecto de especial relevancia para los aprendizajes y desde la neuroeducación es la curiosidad, ingrediente de especial relevancia en los procesos de aprendizaje y de suma importancia para mantener los niveles de atención durante las clases. Es la curiosidad esa característica que sirve de atractivo al conocimiento y es el detonante que despierta la emoción, es decir, la “pizca” de magia que deben tener las clases para guiar a los estudiantes hacia el descubrimiento del nuevo conocimiento.

Francisco Mora sugiere las siguientes acciones para desarrollar en el acto educativo, la curiosidad:

- 1) Reacciona de un modo positivo, con alerta, a algo que a su alrededor resulta nuevo, extraño, incongruente o misterioso y hace que se mueva y oriente hacia ello para explorarlo o manipularlo.
- 2) Muestra una necesidad o un deseo de saber más acerca de sí mismo o de las cosas que le rodean.
- 3) Explora espontáneamente, busca y husmea a su alrededor en busca de nuevas experiencias.
- 4) Persiste en la exploración y examina los estímulos que aparecen en el entorno para



saber más sobre ellos.

Ahora, para aquellos niños en los que no surge la curiosidad de manera espontánea sugiere Mora (2014):

- 1) Comenzar una clase con algo provocador, sea una frase, un dibujo, un pensamiento o con algo que resulte chocante
- 2) Presentar un problema cotidiano que lleve a despertar al alumno al principio de las clases: «Al venir hoy a clase he visto en el parque una fila de árboles todos pintados de azul, ¿a qué creen ustedes que puede deberse este fenómeno? ¿Qué intención tiene quien
- 3) Crear una atmósfera para el diálogo por parte de los alumnos en la que estos se sientan relajados y a gusto y no cuestionados sobre si sus preguntas son tontas o sin ningún interés.
- 4) Dar el tiempo suficiente para que algún alumno desarrolle un argumento y se vea con ello motivado a encontrar la solución ante los demás del problema que plantea.
- 5) En un seminario y sobre un tema concreto no preguntar sobre un problema, sino incentivar al estudiante a que sea él quien plantee el problema de forma espontánea. Ello estimula su propia querencia, autoestima y motivación personal.
- 6) Introducir durante el desarrollo de la clase elementos que impliquen incongruencia, contradicción, novedad, sorpresa, complejidad, desconcierto e incertidumbre.
- 7) Que los grados del punto anterior sean los adecuados sin provocar ansiedad en los



alumnos.

8) En seminarios o clases prácticas procurar la participación activa del estudiante y su exploración personal.

9) Reforzar el mérito y el aplauso ante una buena pregunta o resolución de un determinado problema.

10) Modular, pero no dirigir la búsqueda de una respuesta por parte del alumno y menos proporcionar la resolución del problema.

Con base en el marco conceptual hasta aquí descrito sobre neuroeducación, se puede preguntar: ¿Qué aporta la neurociencia a la educación? Al respecto, Glannon (2014) citado por (Ortiz Alonso, 2018) sugiere los siguientes argumentos: “los últimos avances en la neurociencia cognitiva están contribuyendo a entender mejor cómo la estimulación ambiental es capaz de influir en la actividad cerebral, no solo del adulto sino también del niño y del adolescente (p. 17). Hoy día se tiene clara la importancia de cómo una adecuada estimulación ambiental temprana, reglada, regular, diaria y sistemática con una determinada frecuencia, intensidad, repetición y sincronización de patrones estimulares sencillos induce el crecimiento dendrítico y aumenta el número de conexiones sinápticas entre las ya existentes. Todo ello mejora el desarrollo del cerebro hasta un nivel óptimo”

La postura de Ortiz (2018), permite clarificar y ratificar que la actividad cerebral al ser correctamente estimulada, mejora e incrementa las conexiones neuronales y, por ende, mejora la capacidad de atención, memoria, análisis y pensamiento crítico. A la luz de las neurociencias, en la actualidad, se hace cada vez más fuerte la idea de que para poder



“enseñar” es absolutamente necesario una estrategia neurodidáctica, esto lo reafirma Ortiz Alonso así: “por eso, es de vital importancia disponer de una estrategia neuro educativa para que el alumno aprenda de forma más eficiente” (p. 17).

En síntesis, podemos decir que: es la curiosidad el medio que dispone a los estudiantes para su aprendizaje y aprender algo nuevo es en esencia cambiar al cerebro; las neurociencias no se deben desligar del sector educativo ya que de ellas emana lo que sabemos del funcionamiento del cerebro en diversos contextos.

Neurodidáctica

Al pensar en el aprendizaje como un proceso que involucra holísticamente al ser humano, teniendo en cuenta que al construir conocimientos estos surgen no solo en lo académico y específico sino que también dependen y se influyen de lo que ocurre en su entorno físico, incluso se puede decir que hasta son modulados por factores que no se ven a simple vista y que involucran el estado emocional y mental, y todo esto ocurre de manera inevitable en el cerebro, llegando a que se aprende desde lo cotidiano de la vida con todo lo que es el ser humano.

Al respecto de la neurodidáctica, plantean (Forés Miravalles & Ligioiz Vázquez, 2011) en su libro *Descubrir la Neurodidáctica, Aprender Desde, En y Para la Vida*, “¿a qué llamamos pues neurodidáctica? A la aplicación de conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro y de cómo intervienen los procesos neurobiológicos en el aprendizaje, para ayudar a que éste sea más eficaz y óptimo. Entonces, la neurodidáctica: neurología y metodologías de aprendizaje unidas, significa poner las neurociencias al servicio de lo cotidiano.” (p.19).



Teniendo en cuenta estos postulados, así como muchos estudios científicos al respecto de las neurociencias y su aplicación en la didáctica se pueden resaltar unas características importantes para la aplicación de la misma para tenerlas en cuenta en los medios didácticos como son por ejemplo que estén claros los objetivos de aprendizaje, que el clima emocional sea el correcto, que haya empatía entre los actores del aula, uso de los símbolos, los gestos, la elevación de la atención con actividades motivacionales activas, el hecho de generar conflicto cognitivo con buenas preguntas generando sorpresa antes de las actividades, fomentar la curiosidad en el aula es muy importante así como la motivación inicial para llevarlos al logro, alimentar muchas interacciones y movimiento, esto eleva la energía y el ejercicio en actividades físicas con pausas activas todo eso genera oxigenación cerebral que con actividad y estimulación suficientes generan neurogénesis. se deben plantear retos con recompensas, fomentar el uso de la creatividad planteando siempre que no hay soluciones únicas, involucrar el desarrollo del arte y el deporte son básicos en la estructura de la nueva didáctica en las dinámicas escolares, usar el poder de las expectativas que no sean etiquetas, también fomentar el aprendizaje cooperativo y colaborativo entre los estudiantes y los docentes buscar ambientes y proyectos interdisciplinarios que involucren la varias asignaturas generando actividades que ayuden a reflexionar a los estudiantes vinculando todo lo que se esté realizando con situaciones cotidianas. Además es muy importante el conocimiento de los estudiantes y su contexto familiar, social, y cultural, así como tener en cuenta su estado emocional para el desarrollo de su aprendizaje, auspiciar encuentros didácticos entre estudiantes para lograr aprendizaje entre pares, enfocarse en el uso de los conocimientos previos de los estudiantes como anclaje de los nuevos o mejorados aprendizajes, generar la mayor cantidad de conexiones neuronales posibles haciendo actividades multisensoriales para enlazar con más fortaleza en el cerebro los nuevos



conocimientos y hacerlos más fáciles de recordar. Así mismo tener en cuenta que toda actividad de enseñanza esta permeada y sustentada por las emociones, en palabras del neurocientífico Mora (2014), haciendo una clara exposición del funcionamiento cognitivo emocional del cerebro, expresa;

La emoción es la energía que mueve el mundo. Su importancia principal radica en que lo que se ve, se oye, se toca se paladea o se huele, tras ser analizado sin significado emocional alguno por las correspondientes áreas sensoriales específicas de la corteza cerebral, pasa por el filtro del sistema emocional y es allí donde a esas percepciones sensoriales, ya creadas, se las acuña con la etiqueta de bueno o malo, atractivo o rechazable, interesante o soso. Y es después cuando esa información, ya coloreada con ese significado emocional, pasa a las áreas de asociación de la corteza cerebral donde se construyen los procesos mentales, de razón y pensamiento, y se elaboran las funciones ejecutivas complejas. Y también pasa al hipocampo, donde se registra la traza mnemónica (de memoria) de lo percibido y aprendido (p.22).

En otras palabras, los abstractos o ideas, con las que trabajan las cortezas de asociación para crear el pensamiento ya están impregnadas de emoción. En particular parecen fundamentales los circuitos neuronales de una estructura del sistema límbico, la amígdala, que viene conectada a casi todas las áreas del cerebro. Cognición-emoción es, pues, un binomio indisoluble que nos lleva a concebir de cierto que no hay razón sin emoción.

Neuropedagogía



la neuropedagogía, nace del interés por ver la educación desde otra perspectiva y no simplemente didáctica, de la necesidad de comprender el acto educativo desde enfoque neurocientífico, de ver las neurociencias como aliadas estratégicas de los modelos pedagógicos y de buscar entender y desentrañar cómo es que funciona el cerebro cuando nos sometemos a procesos de aprendizaje. Para comprender mejor este término, se desglosan los siguientes conceptos:

Pedagogía. Según (Lemus, 1969) la palabra pedagogía deriva del griego paidos, niño y agein, guiar, conducir, pedagogo es la persona que instruye a los niños y niñas, también quiere decir pedante, erudito, pesado, en un principio se refirió a la educación de las y los infantes, hoy se aplica también a la atención de los adultos. Del concepto de Lemus, extraemos la idea de que la pedagogía es el acto de instruir o guiar a niños y adultos durante el desarrollo de procesos educativos (p.12).

(Freire, 1994) plantea una idea comunitaria, popular y anti hegemónica; establece una lógica ético-crítica; provoca una ruptura epistemológica con otros paradigmas pedagógicos; y rebasa el ámbito escolar para concebirse como un proceso sociopolítico-cultural y crítico en el cual se transforman los individuos, los pueblos y las culturas.

Con lo anterior, Freire deja entrever en su disertación que, hablar de pedagogía es romper las barreras del ámbito escolar y hacer inmersión en la sociedad, la política y la cultura y que, el principal objetivo de esta, es transformar individuos para convertirlos en seres críticos.

(Barranco, 2019) expone la postura de algunos autores a cerca del concepto pedagogía, en la versión de Díaz (1993), la pedagogía como campo abierto y flexible abarca las teorías y



experiencias de enseñanza orientadas explícitamente por algún concepto de las ciencias de la educación (sociología de la educación, psicología de la educación, comunicación educativa, antropología de la educación. Diaz, aporta que el campo de la pedagogía es un campo abierto y que se ajusta a diversos conceptos de las ciencias de la educación.

La pedagogía como disciplina, tiene como propósito conceptualizar, aplicar y experimentar lo referente a la enseñanza en la perspectiva de la formación, la autonomía epistemológica de la pedagógica y el reconocimiento del maestro como un intelectual. En esta postura, Zuluaga (1999) destaca el papel protagónico del maestro dentro del concepto de pedagogía y como agente primordial de los procesos de enseñanza.

La Pedagogía es una disciplina que estudia y propone estrategias para lograr la transición del niño del estado natural al estado humano, hasta su mayoría de edad como ser racional, autoconsciente y libre. Flórez R, (2005). En este postulado extraemos la idea de que es la pedagogía la que permite al niño ser “hombre”, la que lo transforma en un verdadero ciudadano y que, además, lo puede hacer racional y libre.

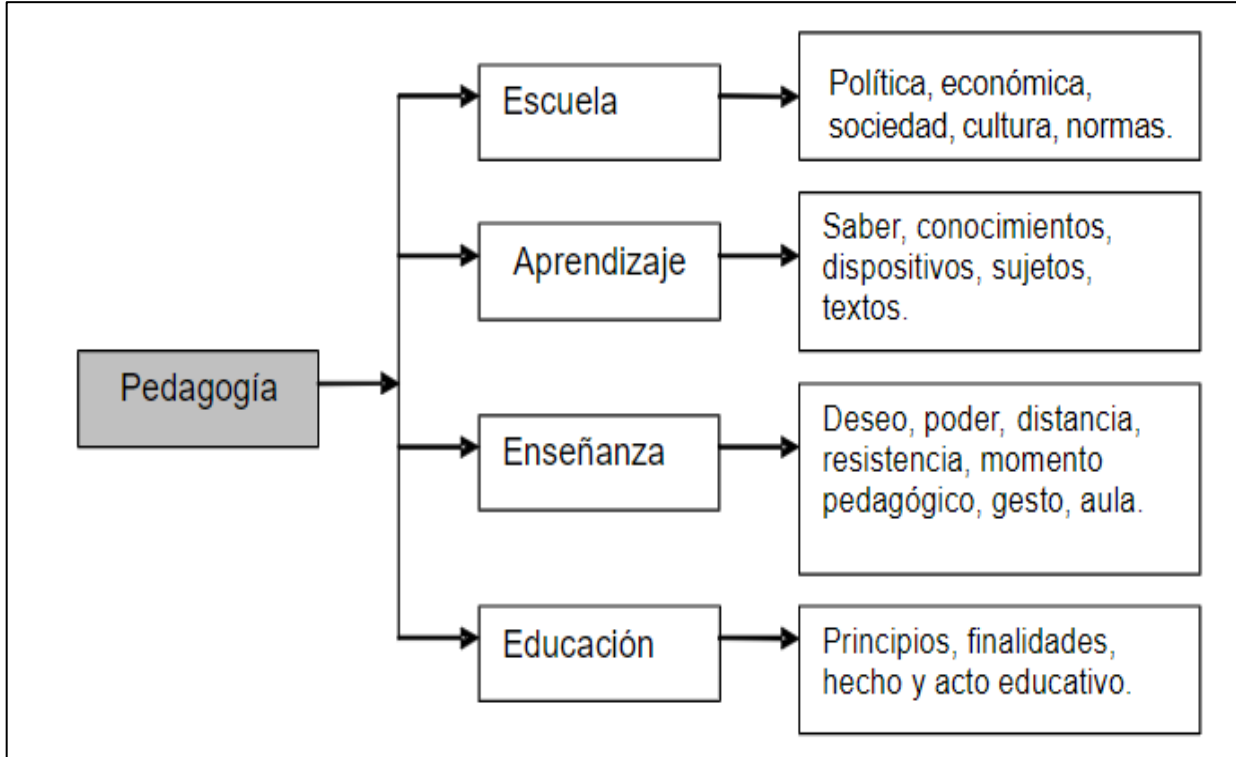
Por otro lado (Zambrano Leal , 2006) expone el concepto de pedagogía dado por Philippe Mairieu, quien comprende la pedagogía como un tejido discursivo de múltiples elementos. Para él, no es una “disciplina” científica, ni tampoco pretende que así sea, pues hace parte de los teóricos de las ciencias de la educación” Para este autor, la pedagogía involucra diversos actores, cuyos aportes discursivos convergen en la esencia del significado de este término.

La siguiente grafica aclara los actores discursivos de la pedagogía



Figura 5

Concepto de Pedagogía, Categorías y Dimensiones



Nota: la figura permite concluir que cuando hablamos de pedagogía, nos referimos a la interacción de la escuela, el aprendizaje, la enseñanza y la educación, es decir, todos ellos, hacen su aporte desde las distintas dimensiones, construyendo un concepto bastante complejo.

Fuente: Revista Educación y Pedagogía.

Neurociencias

El término Neurociencias, afirma Beiras (1998), citado en (Silva, 2003) hace referencia a campos científicos y áreas de conocimiento diversas, que, bajo distintas perspectivas de enfoque, abordan los niveles de conocimiento vigentes sobre el sistema nervioso. Beiras,



propone como eje central de las neurociencias el estudio del sistema nervioso a partir de lo que actualmente mucho o poco conocemos del mismo.

Según Sylwester (1995), citado por Silva (2003) la neurociencia ha pasado a ser el mayor campo de investigación durante los últimos 25 años. Es por ello, que no se puede hablar de aprendizaje sin no referirse a las neurociencias como pilares del conocimiento de ese órgano místico llamado cerebro.

Siguiendo a Geake (2002), citado por Silva (2003) indica que, si el aprendizaje es el concepto principal de la educación, entonces algunos de los descubrimientos de la Neurociencia pueden ayudarnos a entender mejor los procesos de aprendizaje de nuestros alumnos y, en consecuencia, a enseñarles de manera más apropiada, efectiva y agradable. “En ese sentido, se entiende la afirmación de Wolfe (2001) de que el descubrimiento más novedoso en educación es la neurociencia o la investigación del cerebro, un campo que hasta hace poco era extraño a los educadores” (p.2). Ahora, bajo todas las anteriores acepciones, nos atrevemos a decir que la neuropedagogía es esa ciencia que estudia el cerebro y su proceso de cambio cuando éste aprende, su plasticidad frente al aprendizaje, su evolución sináptica a través del tiempo y su modelamiento a través del contacto social y cultural.

Con base en los postulados anteriores, deducible que quien se dedique a “enseñar” debe conocer el cerebro. Este argumento lo ratifica (Ocaña, 2015) así: parecería que, a un profesor, por ejemplo, de lenguaje, poco le beneficia conocer el funcionamiento de la mente. No es así. Tal conocimiento le mostrará las áreas cerebrales partícipes en cada acción lingüística y las correspondientes operaciones psicolingüísticas; sabrá cómo procesa el cerebro la información lingüística, pero sobre todo le dará pistas sobre qué debe enseñar y en qué momento, cuál es la edad mejor para cada enseñanza. Zubiría, (2009). Son los maestros, los llamados a hacer parte



de la naciente evolución de la neuropedagogía, pues son ellos quienes a diario trabajan con estudiantes y, por ende, son ellos, quienes modelan cerebros, cuerpos y almas.

Las neurociencias y la neuropedagogía se encuentran actualmente en desarrollo debido a que como afirma Ortiz (2015): es muy complejo determinar de qué manera interactúan las neuronas, cómo se relacionan, qué acciones de coordinación realizan, cómo se transmiten información entre ellas, qué mecanismos emplean para activarse y mediante qué procedimientos se complementan para formar tipos específicos de flujos comunicativos que generan sensaciones, percepciones, emociones, pensamientos, entre otros procesos de la mente. De manera que el funcionamiento del cerebro aún es un enigma en su dimensión procesal y en su dinámica.

Así, Ortiz (2015 indica también que: “la puesta en marcha de programas neuro pedagógicos en la práctica diaria de la enseñanza es uno de los retos más importantes a los que se enfrentará la educación en los próximos años” El reto entonces de la neuropedagogía será aportar a la educación más y más estrategias neuro pedagógicas que produzcan aprendizajes verdaderamente significativos. Sin embargo, la actual estructura de contenidos de forma linealizada, dificulta enormemente la aplicación de estrategias neuro didácticas. Ortiz, sintetiza su idea en las siguientes frases: “tal vez el objetivo más importante de la neurociencia en el campo de la educación sea la posibilidad de modificar las estructuras cerebrales que subyacen a los diferentes procesos de aprendizaje mediante un sistema de enseñanza coherente con el desarrollo del cerebro. Aunque esto mejoraría sustancialmente la eficacia de los procesos de aprendizaje, no sería suficiente para lograr una buena educación. El niño debe ser educado para integrarse en la sociedad en la que le ha tocado vivir, y esto rebasa la capacidad y responsabilidad de la propia escuela y del propio programa neuroeducativo”. Con estos



argumentos se evidencia la importancia del contexto de cada estudiante en su proceso de aprendizaje y el estudio de estos contextos no está a la mano de las neurociencias o la neurodidáctica

Ortiz expone que “si se lograra sensibilizar a maestros y educadores sobre la trascendencia que tienen sus enseñanzas en el modelado estructural del cerebro del niño-adolescente y sobre la gran capacidad que tiene el cerebro para reorganizar redes neuronales, para utilizar diferentes áreas compensatorias de otras hipo funcionantes o para colonizar áreas no diseñadas genéticamente para un determinado proceso, podríamos lograr, entre todos, mejorar enormemente el desarrollo y la dinámica cerebral, así como la capacidad de aprendizaje de nuestros niños”. Con el anterior párrafo, queda confirmado que los maestros y maestras son y serán absolutamente importantes en cualquier proceso educativo siempre y cuando comprendan que el cerebro se puede modelar de forma plástica y que las redes neuronales se pueden modificar y sustituir según el caso. Finalmente, la tarea ya está escrita: o aprendemos cómo es que aprende el cerebro, o el sistema escolar fracasará y las consecuencias se reflejarán en la sociedad futura.

Teoría de las inteligencias múltiples

En esta sección se toma como referente a (Gardner, 1987) en su libro *Inteligencias Múltiples. La teoría en la práctica*. Para este autor, existen 7 inteligencias que caracterizan y diferencian a los seres humanos, ellas son:

La inteligencia lingüística



Gardner (1987) indica que es el tipo de capacidad exhibida en su forma más completa, tal vez, por los poetas.

La inteligencia lógico-matemática

Como su nombre indica, es la capacidad lógica y matemática, así como la capacidad científica, según Gardner (1987). A menudo recibe el nombre de “pensamiento científico”

La inteligencia espacial

Para Gardner (1987) es la capacidad para formar un modelo mental de un mundo espacial y para maniobrar y operar usando este modelo. Los marinos, ingenieros, cirujanos, escultores y pintores, para nombrar unos cuantos ejemplos, tienen todos ellos una inteligencia espacial altamente desarrollada.

La inteligencia musical

Gardner (1987) indica que: Leonard Bernstein la tenía en gran proporción; Mozart, presumiblemente, aún tenía más. A pesar de que la capacidad musical no se considera generalmente una capacidad intelectual, como las matemáticas, siguiendo nuestros criterios debería ser así. Por definición, merece consideración; y, en vista de los datos, su inclusión queda empíricamente justificada.

La inteligencia corporal y cinética

Para Gardner (1987), es la capacidad para resolver problemas o para elaborar productos empleando el cuerpo, o partes del mismo. Bailarines, atletas, cirujanos y artesanos muestran, todos ellos, una inteligencia corporal y cinética altamente desarrollada. El control del



movimiento corporal se localiza en la corteza motora, y cada hemisferio domina o controla los movimientos corporales correspondientes al lado opuesto.

La inteligencia interpersonal

Expresa Gardner (1987), que es la capacidad para entender a las otras personas: lo que les motiva, cómo trabajan, cómo trabajar con ellos de forma cooperativa. Los buenos vendedores, los políticos, los profesores y maestros, los médicos de cabecera y los líderes religiosos son gente que suele tener altas dosis de inteligencia interpersonal. La inteligencia interpersonal se construye a partir de una capacidad nuclear para sentir distinciones entre los demás: en particular, contrastes en sus estados de ánimo, temperamentos, motivaciones e intenciones.

La inteligencia intrapersonal

Según la teoría de Gardner (1987), el séptimo tipo de inteligencia, es una capacidad correlativa, pero orientada hacia dentro. Es la capacidad de formarse un modelo ajustado, verídico, de uno mismo y de ser capaz de usar este modelo para desenvolverse eficazmente en la vida.

Para Gardner, el objetivo de las escuelas es desarrollar estos tipos de inteligencias a partir de las diferentes actividades que los maestros suelen hacer en las escuelas y colegios a fin de explorar y orientar gustos vocacionales de los educandos que al fomentarlos genere personas más eficientes y motivadas dentro de sociedades productivas.

“Estas opiniones y la crítica de una visión universalista de la mente de la que partía, me llevaron a la noción de una escuela centrada en el individuo, comprometida con el entendimiento óptimo y el desarrollo del perfil cognitivo de cada estudiante” (Gardner. *Inteligencias múltiples La Teoría a la práctica*), en este argumento, se cuestiona el papel de la escuela tradicional y se



propone para un futuro no muy lejano, un ambiente educativo escolar centrado en las potencialidades del individuo, en reforzar habilidades y destrezas particulares en los estudiantes y potenciar y promover proyectos de vida en ellos.

Es importante anotar que estas siete inteligencias trabajan en “concierto”, es decir, una actividad puede demandar el uso de varias de ellas simultáneamente, por lo tanto, no es válido, enseñar a partir de una sola inteligencia, es contraproducente pensar que alguien sea solo lógico matemático o lingüístico exclusivamente, un ser humano puede ser todas al mismo tiempo, pero, si es real que, los estudiantes se destaquen en alguna en particular o que demuestren ciertas habilidades o afinidades por alguna en particular.

Igual sucede con la falsa idea que el cerebro trabaja solamente con un hemisferio según su inteligencia relevante, ahora se sabe por el mundo científico que, las asociaciones cerebrales durante cualquier actividad están enlazadas en los dos hemisferios y simultáneamente operan durante el desarrollo de las actividades cotidianas.

En síntesis, todos los seres humanos tenemos muchas capacidades para resolver problemas, y estas capacidades son bien diferenciables entre unos y otros y caracterizan de hecho la cognición humana y que permiten evaluar con mayor criterio la efectividad de los currículos escolares.

Inteligencia emocional

Teoría de gran importancia dada por (Goleman, 1998) quien indica: “la inteligencia emocional permite tomar conciencia de nuestras emociones, comprender los sentimientos de



los demás, tolerar las presiones y frustraciones que soportamos en el trabajo, acentuar nuestra capacidad de trabajar en equipo y adoptar una actitud empática y social, que nos brindará mayores posibilidades de desarrollo personal” (p.19). Con esta expresión, Goleman resalta lo más importante de esta inteligencia y nos da argumentos para comprender cómo es que alguien muy inteligente fracasa, o por qué algunas personas les es muy difícil relacionarse con sus semejantes o porque algunos son más hábiles resolviendo sus obstáculos.

En forma clara y accesible, Goleman presenta una teoría revolucionaria que ha hecho tambalear los conceptos clásicos de la psicología, que daban prioridad al intelecto y no a las emociones. Actualmente es evidente que sin emoción no hay atención, no hay aprendizaje y no hay significado ni razón para querer interiorizar algún conocimiento, es la emoción la que dota de sentido al concepto, la que favorece el aprendizaje por descubrimiento, la que motiva a aprender y no olvidar.

Goleman (1998), señala que, de las emociones y su control, radica la mayor parte del éxito de las personas, pues quienes son emocionalmente cuerdos y controlados, son los que tienen mayor eficiencia en cualquier campo cognitivo y social. esto lo ratifica Tomas Ortiz con las siguientes palabras: “los estudios demuestran que los niños que son “emocionalmente inteligentes” tienen mayor probabilidad de sentirse seguros de sí mismos, muestran menos problemas de comportamiento, gozan de mejor estado de salud, mejoran en la escuela, consiguen llevarse mejor con los amigos y, además, resisten más y mejor los conflictos familiares.” (p.20).

Por otro lado, “una de las funciones más importantes de padres y maestros es desarrollar adecuadamente el aprendizaje emocional de sus hijos. Un buen desarrollo de las emociones generará los pilares básicos para un adecuado desarrollo cerebral y una satisfactoria adaptación



social” Alonso (2018), en su artículo: Neurociencia en la escuela, resalta la importancia de los padres y maestros en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y su responsabilidad en la enseñanza y manejo de las emociones de sus hijos, condiciones necesarias para hacer de los educandos seres altamente adaptados a la sociedad.

Teniendo como referente los postulados anteriormente citados, es claro que las emociones juegan un papel importante en el proceso educativo y según Goleman Daniel, la inteligencia emocional se define como esa capacidad “de tomar conciencia del dominio de los sentimientos”. Pero vale la pena hacerse la siguiente pregunta: ¿para qué sirven las emociones? Según Daniel Goleman, es la emoción la que vuelve algo interesante y, por ende, nace la curiosidad.

Teoría de la cognición

Para esta teoría, llama la atención lo expuesto por (González & León , Procesos Cognitivos: De La Descripción Curricular A La Praxis Educativa, 2013) para quien “la cognición se define como un sistema de construcción y procesamiento de conocimiento e información”. Lo anterior indica que, hablar de cognición es hablar de cómo es que se aprende, de cómo es que se interioriza la información, de cómo es que hacemos los seres humanos para realmente aprender. La cognición viene del conocimiento y el conocimiento es conocer y para conocer hay que primero procesar información y llevarla de la memoria explícita a la memoria implícita.



Los procesos cognitivos en educación definidos por Vega (1998), Gimeno y Pérez (1996) y Banyard y otros (1995) citados en Procesos Cognitivos: De La Descripción Curricular A La Praxis Educativa por González (2013), afirman que, son procedimientos u operaciones utilizados por los alumnos para construir, reconstruir y descubrir conocimientos de los objetos y fenómenos de la realidad”, estos autores dejan claro que en los procesos cognitivos ocurren fases de construcción, de reconstrucción y de descubrimiento de todas las características del mundo que nos rodea y de los fenómenos físicos como tal, en la construcción de un constructo cognitivo se vale reevaluar lo planteado teóricamente y escudriñar hasta el fondo causas, efectos, factores, consecuencias, implicaciones, etc. de cualquier objeto (llámese objeto físico u objeto no material).

Es este proceso de la cognición el eje central de todo proceso de aprendizaje, por ello, hay que conocer para aprender y solo se aprende si la estrategia es neurodidáctica, es decir, cargada de emoción, de sorpresa, de aventura, de intriga, de desafío, etc. Esta es la razón por la cual los procesos educativos deben estar bien fundamentados epistemológicamente respecto a la forma como los estudiantes procesan su cognición.

En otro artículo, señalan (González & León, Procesos Cognitivos: De La Prescripción Curricular A La Praxis Educativa, 2013) “los procesos cognitivos empleados en la enseñanza formal, son como, por ejemplo: percepción, atención, comparación, codificación, descripción, comprensión, metáfora, razonamiento, memoria, clasificación, análisis y síntesis”. Según esta postura, el acto educativo debe estar ligado a cada uno de los anteriores procesos y con ellos, a las estrategias didácticas de los maestros, quienes deben transformarlos y llevarlos al aula convertidos en estrategias de clase.



Por su lado, León (2004), la escuela a través del docente promueve maneras de enriquecer varios componentes estructurales de la cognición: estructura intelectual: cuando el educador ofrece herramientas para que la cognición elabore análisis, síntesis, comprensión, hipotetización, entre otros; estructura de la información: cuando el docente ofrece datos para que el alumno los procese, manipule y construya conocimiento; estructura conceptual: cuando el educador suministra aspectos que le permiten al alumno construir conceptos, generalizaciones y abstracciones” Sin duda, León (2004) lo que indica es que es el maestro es motivador de la cognición, es quien debe permitir a los estudiantes el maravilloso acto de aprehender y no ser el eje central de la clase, como se hace tradicionalmente, es el maestro el encargado de ser el “abrebocas” del conocimiento, es quien debe instar al estudiante a hacer análisis, síntesis, hipótesis, procesar información y construir sus propios conceptos.

La cognición es característica de los seres con cerebro, más o menos desarrollado, más grande o más pequeño, etc., el proceso de conocer es inherente siempre a este órgano. Si n embargo, es el cerebro humano el que nos ocupa en esta investigación y como es humano, entonces es absolutamente necesario conocer primero a este ser en toda su dimensión de complejidad. esto lo ratifica (Maturana Romesin, 2019) así: “mi propósito ha sido explicar el fenómeno de conocer. Pero para explicar el fenómeno de conocer, lo que yo tengo que hacer es explicar al ser humano, explicar a este conocedor, que soy yo o cualquiera de nosotros”. Del mismo modo, pretender crear un enfoque cognitivo implica hacerlo desde la interdisciplina y la multidisciplinaria, ya que va dirigido a seres de alta complejidad, seres multidimensionales, a los cuales solo les ocurre cognición o conocimiento cuando verdaderamente están estimulados sensorialmente y cuando su atención ha sido captada a través de la curiosidad.



Finalmente, parafraseando a (Redolar Ripoll, 2014), se puede decir que: es la relación mente - cerebro, la que ha ocupado el desarrollo de la teoría cognitiva, la cual, de la mano de la psicología cognitiva han buscado explicar y desentrañar lo que es la mente dentro de un objeto físico como lo es el cerebro, a través de los múltiples experimentos desarrollados por innumerables científicos a través de la historia de la humanidad.

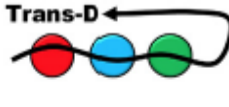





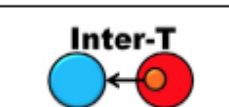
Interdisciplinariedad

Desde el punto de vista de las posibles relaciones entre conocimientos y disciplinas, dadas las necesidades encontradas a través del tiempo sobre las limitaciones propias de la especialización disciplinar, donde se potencian ciertos conocimientos pero limitan su nivel de amplitud y aplicación, cada vez se ha visto más la generación de propuestas que apunten hacia modelos que permitan interacciones entre diversas disciplinas, lo cual se ha ido convirtiendo en la mejor forma de resolver problemas, plantear proyectos y acercarse de una menor manera a explicaciones sobre el funcionamiento de la naturaleza, por lo cual se han planteado diversas propuestas para lograr la confluencia de conocimientos que aporten en esta dirección, entre las cuales en palabras de (Bertoglia, 2019), propone: “en síntesis, diremos que la disciplinariedad (D) cierra (a una disciplina sobre sí misma); la interdisciplinariedad trivial (Inter-T) secuestra saberes de otras disciplinas; la multidisciplinariedad (Multi-D) apila diferentes disciplinas; la pluridisciplinariedad (Pluri-D) subordina a una disciplina que lleva la voz cantante; la polidisciplinariedad (Poli-D) coordina diferentes disciplinas al servicio de una tarea específica; la interdisciplinariedad (Inter-D) une diferentes disciplinas y la transdisciplinariedad (Trans-D) supera la noción de disciplina, al producir saberes no asociados con ningún dominio en particular, aunque potencialmente útiles en todos ellos.”



Figura 6

Siete Niveles de la Escala Disciplinar

Trans disciplinar⁷		Herramientas útiles en (todas) las disciplinas y/o <i>mapa cognitivo</i> común sobre un problema retorcido.
Inter disciplinar⁶		Integración, síntesis y construcción de una nueva parcela del saber.
Poli disciplinar⁵		Una combinación fugaz e inestable. Las fronteras reaparecen al final del evento.
Pluri disciplinar⁴		Interacción, con una disciplina dominante.
Multi disciplinar³		Cada una aporta en paralelo, sin interacción. (<i>Desconocidos en el ascensor</i>).
Inter disciplinar trivial²		Una disciplina que toma herramientas de otra(s).
Disciplinar¹		Un sistema cerrado y autosuficiente.

Fuente: Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.



En el caso de la interdisciplinariedad, se enfocan los esfuerzos de unificación de varias disciplinas que convergen en una sola, y esto logra interactuando activamente entre expertos disciplinares, en palabras de Rolando García “La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinares, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros de un equipo de investigación sea experto en su propia disciplina. En este sentido, el equipo de investigación es multidisciplinario. La diferencia fundamental entre una investigación interdisciplinaria y las llamadas investigaciones multi (o "trans") disciplinares está en el modo de concebir una problemática y en el común denominador que comparten los miembros de un equipo de investigación.

Mientras que, en el caso de las investigaciones multidisciplinarias se suelen sumar los aportes que cada investigador realiza desde su disciplina particular en torno a una problemática general que puede ser analizada desde diferentes perspectivas, una investigación interdisciplinaria supone la integración de estos diferentes enfoques para (es decir previa a) la delimitación de una problemática. Dicho de otra manera, mientras que en un caso lo que se integra son los resultados de diferentes estudios sobre una problemática común, en el caso de la interdisciplina la integración de los diferentes enfoques está en la delimitación de la problemática. Según (García , 2006) “ello supone concebir cualquier problemática como un sistema cuyos elementos están inter definidos y cuyo estudio requiere de la coordinación de enfoques disciplinares que deben ser integrados en un enfoque común. De ahí que la interdisciplina implique el estudio de problemáticas concebidas como sistemas complejos y que el estudio de sistemas complejos exija de la investigación interdisciplinaria.” (p.33).

Desde una perspectiva de aplicación práctica interdisciplinar en el aula lo expone con un ejemplo con fines pedagógicos Bertoglia (2019), así:



“Interdisciplinariedad («fusionemos saberes, para producir algo nuevo y estable»).

Castellano, historia, artes y estudios sociales desaparecen para fundirse en un solo curso de «estudios culturales», donde, con base en el aprendizaje basado en problemas, los estudiantes integran análisis de textos y contexto histórico, el desarrollo y la geografía. Así mismo, sabiendo que el éxito escolar está asociado con una alta capacidad de elaboración lingüística, el curso de «estudios culturales» diseña una serie de actividades para desarrollar sistemáticamente las herramientas comunicacionales de los estudiantes. Así, los profesores elaboran un currículum en el que las diferentes materias están tan integradas que se disuelven en una sola. Valga apuntar que, en este caso, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABProy) resultan ser muy útiles.” (p.10).

Estrategias de aprendizaje

Empecemos por definir algunos conceptos, a continuación.

Estrategia didáctica

Acciones planificadas por el docente con el objetivo de que los estudiantes logren la construcción del aprendizaje y se alcancen los objetivos planteados. Un documento científico realizado por (Andrés, Anchetta, Barboza Robles, & Peraza Delgado, 2020) refiere que “una estrategia didáctica es, en un sentido estricto, un procedimiento organizado, formalizado orientado a la obtención de una meta claramente establecida. Su aplicación en la práctica diaria requiere del perfeccionamiento de procedimientos y de técnicas cuya elección detallada y diseño son responsabilidad docente.



Método

Andrés, Anchetta, Barboza & Peraza (2020), el método en educación significa “camino o vía; se refiere al procedimiento o serie de pasos definidos con anticipación que establece pautas y se emplea para alcanzar un propósito educativo. Este se materializa en la consigna trabajo que se sugiere para cada actividad en un proceso de aprendizaje” (p.5).

Técnica

De acuerdo con (Diello, 2017) “un procedimiento lógico y con fundamento psicológico destinado a orientar el aprendizaje, lo puntual de la técnica es que esta incide en un sector específico o en una fase del curso o tema que se estudia. Su propósito es brindar al estudiante espacios para que desarrolle, aplique y demuestre competencias de aprendizaje” (p.1).

Estrategia de aprendizaje

Las estrategias de aprendizaje son concebidas desde diferentes visiones y a partir de diversos aspectos. En el campo educativo han sido muchas las definiciones que se han propuesto para explicar este concepto. Andrés, Anchetta, Barboza y Peraza (2020), indican que:

Las estrategias de aprendizaje son secuencias de procedimientos o planes orientados hacia la consecución de metas de aprendizaje, mientras que los procedimientos específicos dentro de esa secuencia se denominan tácticas de aprendizaje. En este caso, las estrategias serían procedimientos de nivel superior que incluirían diferentes tácticas o técnicas de aprendizaje (p.2).



Para estos últimos autores, hay diferencia entre estrategia de aprendizaje y el término procedimientos, indicando que todas esas tácticas que el maestro usa al interior del aula son simples procedimientos y no la estrategia como tal.

Teniendo como referencia las definiciones anteriores podemos preguntarnos: ¿cuál es el propósito de una estrategia de aprendizaje?, ¿a qué responde?

Al respecto: toda estrategia de aprendizaje debe ser coherente, en primer lugar, a la concepción pedagógica que comporta la institución educativa y, en segundo lugar, con los componentes de la planificación curricular, específicamente, a los objetivos de aprendizaje y a los contenidos.

Con lo anterior, queda claro que la estrategia de aprendizaje debe estar en coherencia con el modelo pedagógico y con la planificación curricular.

El aprendizaje significativo

Las estrategias de aprendizaje, además de estar estrechamente relacionadas con el logro de los objetivos, debe promover el aprendizaje estratégico, donde las representaciones mentales (aprendizajes) tengan relación con el contexto de la persona que aprende y tenga relevancia para su cotidianidad.

Este concepto es el centro de esta investigación y del cual se dejará plasmada una estrategia neuro didáctica desde los principios del aula como un sistema adaptativo complejo.



Aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos es un enfoque pedagógico donde el protagonismo lo tiene el estudiante resolviendo situaciones problemáticas donde experimenta la resolución de retos derivados de situaciones reales de su entorno, planteando y desarrollando soluciones, en palabras de (Escamilla, y otros, 2015), “el aprendizaje basado en retos tiene sus raíces en el aprendizaje vivencial, que tiene como principio fundamental que los estudiantes aprenden mejor cuando participan de forma activa en experiencias abiertas de aprendizaje, que cuando participan de manera pasiva en actividades estructuradas” (p.4). Así mismo, (Moore & Nussbaum, 2013) indica que: “en ese sentido, el aprendizaje vivencial ofrece oportunidades a los estudiantes de aplicar lo que aprenden en situaciones reales donde se enfrentan a problemas, descubren por ellos mismos, prueban soluciones e interactúan con otros estudiantes dentro de un determinado contexto” (p. 46).

Este tipo de aprendizaje permite un vínculo muy interesante entre lo que los estudiantes perciben de sus vivencias personales en su contexto de vida y la situación planteada en el aula como reto para reflexionar y generar soluciones apoyados en sus docentes que hacen de tutores del proceso, estos proyectos tienen alto impacto en el aprendizaje de los estudiantes gracias a la relevancia que pueden ver aplicada en sus vidas o comunidades, es decir un aprendizaje vivencial, por lo tanto para lograr un aprendizaje exitoso bajo este enfoque, como indican Escamilla y Otros (2015), “el acercamiento del aprendizaje vivencial implica mucho más que los estudiantes hagan algo”. De acuerdo con la Asociación para la Educación Vivencial, las principales condiciones para promover un aprendizaje vivencial efectivo son las siguientes:



- Las experiencias de aprendizaje diseñadas o seleccionadas implican actividades de reflexión, análisis crítico y síntesis.
- Las experiencias de aprendizaje están estructuradas de tal forma que promueven en el estudiante tomar la iniciativa, decidir y ser responsable de los resultados.
- El estudiante participa activamente en el planteamiento de las preguntas, la solución del problema y es creativo a lo largo de la experiencia.
- El estudiante se involucra intelectual, creativa, emocional, social y físicamente.
- El profesor y los estudiantes pueden experimentar éxito, fracaso, incertidumbre y tomar riesgos, porque los resultados de la experiencia pueden no ser totalmente predecibles.
- El profesor reconoce y promueve las oportunidades espontáneas de aprendizaje.
- El profesor tiene entre sus funciones el planteamiento del problema, el establecimiento de límites, facilitar el proceso de aprendizaje, dar apoyo a los estudiantes, así como también el aseguramiento de la integridad física y emocional de los estudiantes.
- Los resultados del aprendizaje son personales y son la base de la experiencia y el aprendizaje futuro.
- Las relaciones entre, el estudiante consigo mismo, el estudiante con otros estudiantes y el estudiante con el mundo, son desarrolladas a lo largo de toda la experiencia.”



Este enfoque pedagógico ha tenido gran influencia del proyecto Challenge Based Learning de la empresa Apple, el cual aporta al modelo ciertas características importantes como resaltan Escamilla y otros (2015) a continuación:

En relación con el Challenge Based Learning de Apple, el término Challenge Based Learning se atribuye a la empresa Apple y también se reconoce su aportación metodológica a este modelo. Este acercamiento se presentó al mundo como un enfoque práctico, en el que estudiantes trabajan en equipo con otros estudiantes, profesores y expertos locales e internacionales. Esta iniciativa de colaboración educativa tiene como propósito promover un conocimiento más profundo de los contenidos que se están estudiando, identificar y resolver retos en sus comunidades, así como compartir los resultados con el mundo. Este modelo hace relevante el aprendizaje, pues da a los estudiantes problemas suficientemente grandes para aprender nuevas ideas y herramientas para resolverlos, pero a la vez, lo suficientemente cercanos para que les sea importante encontrar una solución.

En el aprendizaje basado en retos el acceso y uso de la tecnología es parte importante e integral, pues les da a los estudiantes recursos de búsqueda de información, así como herramientas de comunicación de sus avances, facilitando el proceso de generación de ideas, y su base de implementación se basa en el marco metodológico mostrado en la siguiente imagen:



Figura 7

Marco Metodológico del Aprendizaje



Fuente: de Innovación Educativa, O., & de Monterrey, T. (2015). Aprendizaje basado en retos. Edu Trends. Observatorio de Innovación Educativa/Tecnológico de Monterrey, Mexico.)

A continuación, se definen los elementos que se integran en el marco propuesto por Apple para el Aprendizaje Basado en Retos:

- Idea general: es un concepto amplio que puede ser explorado en múltiples formas, es atractivo, de importancia para los estudiantes y para la sociedad. Es un tópico con



significancia global, por ejemplo, la biodiversidad, la salud, la guerra, la sostenibilidad, la democracia o la resiliencia.

- **Pregunta esencial:** Por su diseño, la idea general posibilita la generación de una amplia variedad de preguntas. El proceso se va acotando hacia la pregunta esencial que refleja el interés de los estudiantes y las necesidades de la comunidad. Crea un enfoque más específico para la idea general y guía a los estudiantes hacia aspectos más manejables del concepto global.
- **Reto:** Surge de la pregunta esencial, es articulado e implica a los estudiantes crear una solución específica que resultará en una acción concreta y significativa. El reto está enmarcado para abordar la idea general y las preguntas esenciales con acciones locales.
- **Preguntas, actividades y recursos guía:** Son generados por los estudiantes, representan el conocimiento necesario para desarrollar exitosamente una solución y proporcionar un mapa para el proceso de aprendizaje. Los estudiantes identifican lecciones, simulaciones, actividades, recursos de contenido para responder las preguntas guía y establecer el fundamento para desarrollar las soluciones innovadoras, profundas y realistas.
- **Solución:** cada reto establecido es lo suficientemente amplio para permitir una variedad de soluciones. La solución debe ser pensada, concreta, claramente articulada y factible de ser implementada en la comunidad local.
- **Implementación:** los estudiantes prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico. El alcance de esta puede variar enormemente dependiendo del tiempo y recursos, pero incluso el esfuerzo más pequeño para poner el plan en acción en un ambiente real es crítico.



- Evaluación: puede y debe ser conducida a través del proceso del reto. Los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje y apoyan la toma de decisiones a medida que se avanza en la implementación de la solución. Tanto el proceso como el producto pueden ser evaluados por el profesor.
- Validación: los estudiantes juzgan el éxito de su solución usando una variedad de métodos cualitativos y cuantitativos incluyendo encuestas, entrevistas y videos. El profesor y expertos en la disciplina juegan un rol vital en esta etapa.
- Documentación y publicación: estos recursos pueden servir como base de un portafolio de aprendizaje y como un foro para comunicar su solución con el mundo. Se emplean blogs, videos y otras herramientas.
- Reflexión y diálogo: mucho del aprendizaje profundo tiene lugar al considerar este proceso, se reflexiona sobre el aprendizaje propio, sobre las relaciones entre el contenido, los conceptos y la experiencia e interactuando con la gente.

Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo es un método pedagógico que se basa en la dinámicas de integración grupal que promueve el aprendizaje con interacción social en equipos reducidos donde se establecen roles definidos, donde los estudiantes actúan de manera cooperativa para el logro de objetivos de aprendizaje ayudándose mutuamente, según (Johnson, Smith, Varon, & Smythe, 2009) “el aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos, normalmente heterogéneos, en el que el alumnado trabaja conjuntamente para alcanzar metas comunes, maximizando su propio aprendizaje y el de los demás miembros.” (p.4).



En el aprendizaje cooperativo, los estudiantes trabajan para el bien propio y del equipo, ayudándose mutuamente para alcanzar de la mejor manera el objetivo común, mientras que en el aprendizaje competitivo cada estudiante trabaja en contra de los demás en busca de su calificación, del mismo modo que el aprendizaje individual donde de manera aislada cada uno lo hace por su cuenta para sus propios fines.

En este enfoque de aprendizaje son necesarios los siguientes elementos:

- Formar pequeños equipos de estudiantes del modo más heterogéneo posible teniendo en cuenta rendimiento, etnia, género, necesidades, etc.
- Interdependencia positiva, es un vínculo de ayuda mutua y de pertenencia de equipo, donde todos entienden que lo que hace cada uno ayuda al logro de aprendizajes del equipo, el éxito depende del trabajo de todos los integrantes.
- Interacción cara a cara, es ayudarse mutuamente compartiendo recursos y conocimientos, apoyándose entre sí.
- Responsabilidad individual, donde cada integrante del equipo, responde activamente por su trabajo asignado como parte del logro total del equipo.
- Habilidades sociales, se basan en habilidades propias del trabajo en equipo, como autocontrol, manejo de conflictos, capacidad de escuchar, toma de decisiones.
- Evaluación grupal, una donde el docente verifica los logros del equipo, y otra donde el equipo mismo se evalúa en el logro de sus aprendizajes.

Para lograr aprendizaje cooperativo en el aula se requiere:



- Cohesión de equipo y clima de aula: con dinámicas de interacción y de conocimiento entre integrantes del equipo, dinámicas de motivación y participación.
- Formar los equipos, tipos, roles y normas: con dinámicas y recursos para la formación de equipos, organización interna del equipo con normas y roles, distribución física del aula en modo de colaboración.
- Aplicación estructuras cooperativas: en dinámicas simples o complejas.
- Evaluación de la cooperación: haciendo evaluación grupal e individual, autoevaluación y coevaluación.

Para la asignación de roles en el aprendizaje cooperativo, según Johnson y otros (1999), se puede usar una clasificación así:

- Roles que ayudan a la conformación del grupo:
- Supervisor del tono de voz (controla que todos los miembros del grupo hablen en tono bajo).
- Supervisor del ruido (controla que todos los compañeros se muevan entre los grupos sin hacer ruido).
- Supervisor de los turnos (controla que los miembros del grupo se turnen para realizar la tarea asignada).
- Roles que ayudan al grupo a funcionar (es decir, que ayudan al grupo a alcanzar sus objetivos y a mantener relaciones de trabajo eficaces):
- Encargado de explicar ideas o procedimientos (transmite las ideas y opiniones de cada uno).
- Encargado de llevar un registro (anota las decisiones y redacta el informe del grupo).



- Encargado de fomentar la participación (se asegura de que todos los miembros del grupo participen).
- Observador (registra la frecuencia con que los miembros del grupo adoptan las actitudes deseadas).
- Orientador (orienta el trabajo del grupo revisando las instrucciones, reafirmando el propósito de la tarea asignada, marcando los límites de tiempo y sugiriendo procedimientos para realizar la tarea con la mayor eficacia posible).
- Encargado de ofrecer apoyo (brinda apoyo verbal y no verbal mediante la consulta y el elogio de las ideas y las conclusiones de los demás).
- Encargado de aclarar/parafrasear (reformula lo que dicen otros miembros para clarificar los puntos tratados).

Roles que ayudan a los alumnos a formular lo que saben e integrarlo con lo que están aprendiendo:

- Compendiador o sintetizador (reformula las principales conclusiones del grupo, o lo que se ha leído o analizado, del modo más completo y exacto que le es posible, sin hacer referencia a ninguna nota ni al material original).
- Corrector (corrige cualquier error en las explicaciones de otro miembro o resume y complementa cualquier dato importante que haya sido omitido).
- Encargado de verificar la comprensión (se asegura de que todos los miembros del grupo sepan explicar cómo se llega a determinada respuesta o conclusión).
- Investigador/mensajero (consigue el material necesario para el grupo y se comunica con los otros grupos de aprendizaje y con el docente).



- Analista (relaciona los conceptos y las estrategias actuales con el material previamente estudiado y con los marcos cognitivos existentes).
- Generador de respuestas (produce y pone a consideración del grupo otras respuestas factibles además de las primeras que aportan los miembros).

Roles que ayudan a incentivar el pensamiento de los alumnos y mejorar su razonamiento:

- Crítico de ideas, NO de personas (cuestiona intelectualmente a sus compañeros criticando sus ideas, al mismo tiempo que les transmite su respeto en tanto personas).
- Encargado de buscar fundamentos (les pide a los miembros del grupo que fundamenten sus respuestas y conclusiones con hechos o razonamientos).
- Encargado de diferenciar (establece las diferencias entre las ideas y los razonamientos de los miembros del grupo para que todos entiendan y sopesen los diversos puntos de vista).
- Encargado de ampliar (amplía las ideas y conclusiones de los miembros del grupo, agregando nueva información o señalando consecuencias).
- Inquisidor (hace preguntas profundas que conducen a un análisis o profundizan la comprensión).
- Productor de opciones (va más allá de la primera respuesta o conclusión del grupo y genera varias respuestas factibles entre las cuales optar).
- Verificador de la realidad (verifica la validez del trabajo del grupo en función de las instrucciones, del tiempo disponible y del sentido común).
- Integrador (integra las ideas y los razonamientos de los miembros del grupo en una única posición con la que todos puedan concordar).



Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo es una forma de trabajo en equipo con el fin de alcanzar un objetivo común, para (Barkley, Cross, & Howell Major, 2013), colaborar es:

Trabajar con otra u otras personas. En la práctica, el aprendizaje colaborativo ha llegado a significar que los estudiantes trabajan por parejas o en pequeños grupos para lograr unos objetivos de aprendizaje comunes. Es aprender mediante el trabajo en grupo, en vez de hacerlo trabajando solo (p.17).

Una de las características más importantes del aprendizaje colaborativo es que surge cuando existen consensos, acuerdos reflexivos propios de discusiones críticas en el interior de los grupos de o equipos de trabajo. Según (Barkley, Cross & Major, 2007) citado por (Lillo Zuñiga, 2013), “es decir que, el aprendizaje colaborativo se basa en que el saber se genera socialmente, a través del consenso del conocimiento de los miembros del grupo, para esto las personas dialogan entre sí, llegando a un acuerdo sobre el tema. La interacción social resulta ser el medio que está a la base para la construcción del conocimiento, centrando la mayor parte de la responsabilidad de aprender en los alumnos, quienes deben conceptualizar, organizar y poner a prueba ideas, en un proceso continuo de evaluación y reconsideración de éstas, bajo la asistencia del profesor, quien facilita la instancia para que se dé el proceso de aprendizaje.

Se asume que el conocimiento no es algo que existe en “algún lugar de la realidad exterior” y espera debe ser descubierto, sino que es construido por las personas hablando entre ellas y llegando a acuerdos. (Bruffee, 1993; mencionado en Barkley, Cross & Major, 2007)

Explicar, justificar o argumentar ideas a otros, potencia el aprendizaje individual en los alumnos. Para Vygotsky, citado por Barkley, Cross & Major (2007) “en un escenario



colaborativo, los estudiantes intercambian sus ideas para coordinarse en la consecución de unos objetivos compartidos. Cuando surgen dilemas en el trabajo, la combinación de su actividad con la comunicación es lo que conduce al aprendizaje”.

Para Scardamalia & otros (2007) citados por (Lillo Zuñiga, 2013) al hacer del aprendizaje una actividad social, en donde los alumnos se involucran activamente en su grupo de trabajo, compartiendo conocimientos y generando otros nuevos, ocurre el proceso denominado “construcción social del conocimiento” (p.9). El éxito del aprendizaje colaborativo acontece cuando los estudiantes comparten sus dudas, comentarios y preguntas con sus compañeros, quienes poseen objetivos educacionales comunes o iguales.

Para la aplicación del aprendizaje colaborativo se plantean cuatro características típicas:

- Compartir conocimiento entre profesores y estudiantes: Compartir conocimiento es en muchas formas, la característica de la clase tradicional, donde el profesor es el que entrega información, pero también incorpora aportes de los estudiantes, donde el estudiante comparte experiencias o conocimiento.
- Autoridad compartida entre profesores y estudiantes: Los objetivos en relación al tema a tratar, son establecidos en conjunto, entre el profesor y los alumnos, de esta forma, los alumnos pueden elegir la forma de lograr estos objetivos.
- Profesores como mediadores: Los profesores incentivan a los estudiantes a “aprender cómo aprender” – siendo este uno de los aspectos más importantes del aprendizaje colaborativo.



- Grupo heterogéneo de estudiantes: Esta característica enseña a todos los estudiantes a respetar y apreciar la contribución hecha por todos los miembros de la clase, sin importar el contenido.

Aula invertida

Aprendizaje basado en pensamiento

Como el suelo, por rico que sea, no puede dar fruto si no se cultiva, la mente sin cultivo tampoco puede producir. Séneca, se inicia con esta frase de este pensador, indicando que no basta solo con que exista el recurso, sino que este recurso debe estimularse (cultivarse) y orientarse hacia la consecuencia de objetivos específicos.

Cotidianamente pensamos, está en nuestra naturaleza, fuimos diseñados para pensar y a partir de los pensamientos, tomar decisiones al respecto de algún asunto en particular, este pensamiento es para nosotros casi que involuntario, el cerebro simplemente es estimulado a pensar y eso hacemos: “pensar” sin siquiera planear que lo vamos a hacer. pero, ¿serán siempre eficaces nuestros pensamientos?, para dar respuesta a este interrogante, (Del Valle Díaz, Rubio Palomino, & Nevado Luna, 2020) Swartz define que se entiende por pensamiento eficaz: “el pensamiento eficaz se refiere a la aplicación competente y estratégica de destrezas de pensamiento y hábitos de la mente productivos que nos permiten llevar a cabo actos meditados de pensamientos, como tomar decisiones, argumentar y otras acciones analíticas, creativas o críticas. Los individuos que son capaces de pensar con eficiencia pueden emplear, y de hecho emplean, esas destrezas y hábitos por iniciativa propia, y son capaces de monitorizar su uso cuando les hace falta.” (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B.



(2014). El aprendizaje basado en el pensamiento (Vol. 4). Ediciones SM España.), para este autor, el pensamiento sólo es eficaz si permite tomar decisiones acertadas y posturas críticas frente a diversas situaciones.

Sin embargo, la pregunta clave es: ¿cómo integrar la enseñanza del pensamiento eficaz en la enseñanza de contenidos?

ante este interrogante, Swartz, “el pensamiento eficaz implica la aplicación planificada, correcta y coherente de los procedimientos adecuados para una tarea que requiere que pensemos, sin saltarnos ninguna operación clave y apoyándonos en las actitudes reflexivas adecuadas y en el conocimiento relevante en la materia”, lo que quiere decir este autor es que debe haber una planificación, un orden lógico en los procedimientos y sobre todo, que no se obvien los contenidos claves en una disertación, solo así, se puede verdaderamente producir un pensamiento eficaz.

Para Swartz, “el pensamiento eficaz es algo totalmente necesario en nuestra vida, nuestra profesión y nuestra participación en una sociedad democrática. Así como una vía clara para conseguir el éxito en los estudios. Ningún niño debería abandonar el colegio sin desarrollar esta destreza. Lamentablemente, demasiados lo hacen. Esta forma de pensar no se “recoge” ni se “descubre”, sino que ha de aprenderse.” (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B. (2014), con este postulado, se ratifica que lo que se debe hacer es inducir al estudiante a que descubra cómo es que se piensa y para que le sirva aprender a pensar, cuál será su grado de éxito si promueve una estrategia de pensamiento eficaz.

Se aprende a pensar eficazmente con la experiencia, pero esta, a veces es muy frustrante, pero se aprende. también, es posible aprender a pensar desde la escuela y con el apoyo de los



maestros, este camino es menos frustrante, he ahí nuevamente la importancia del maestro en el oficio educativo.

El esquema tradicional de educación actual parece que a veces es ajeno a este tipo de pensamiento, “abundan los ejemplos de actos de pensamiento poco eficientes, como sacar conclusiones precipitadas, no explorar todas las alternativas posibles, ver en los síntomas de un problema el problema en sí mismo, ignorar que es necesario aplicar una destreza determinada, no comprobar el trabajo hecho, saltarse pasos en una rutina o dejar que los sentimientos nos influyan en el momento de sacar conclusiones” (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B. (2014), y son estas características las que se deberían combatir desde la escuela en cada ciclo o nivel educativo, sin embargo, en la cotidianidad abundan los pensamientos apresurados, los sin sentido, los no lo quise hacer, los yo no pensé que esto pasaría, etc. He aquí, que el santo grial del sistema educativo sería el aprender a pensar de manera eficaz.

Detrás del pensamiento eficaz viven las buenas preguntas, y son ellas, las que nos permiten reflexionar sobre lo que pasa por nuestro pensamiento. quien no hace buenas preguntas en el momento oportuno, frecuentemente incurrirá en destinos y formas de proceder incorrectas.

¿Cuáles serán las destrezas de pensamiento que los alumnos tienen que desarrollar para pensar de forma óptima, ser mejores estudiantes y mejores ciudadanos? Al respecto, Swartz escribe: “la forma establecida de interpretar dicho enfoque se basa en definir un cuadro clasificatorio (también llamado taxonómico) de destrezas que constituyen el centro de atención en un número específico de clases”.

Especialistas en cognición, conocimientos académicos y enseñanza han proporcionado listas de lo que ellos consideran destrezas de pensamiento. A veces, las dividen en “destrezas de



pensamiento crítico”, “destrezas de pensamiento creativo”, “análisis”, etc. Normalmente, estas categorías incluyen, por nombrar solo unos cuantos, ejercicios de comparar y contrastar, clasificación, predicción, generación de posibilidades, causa y efecto, toma de decisiones, aclarar suposiciones y determinación de la fiabilidad de las fuentes de información”, (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B. (2014), lo anterior indica que desde el sector educativo lo que se debe hacer es volver taxonómico el asunto y clasificarlo por destrezas y llevar estas destrezas a ejercicios muy puntuales de ejercicio y praxis de las mismas.

El aprendizaje basado en pensamiento y el pensamiento eficaz busca hacer que el estudiante considere múltiples caminos, fuentes, posturas, referencias, consecuencias, argumentos, etc. antes de emitir juicios de valor frente a algún asunto en particular.

¿Por qué no se enseña a pensar en las escuelas?, al respecto se tiene: “para muchos profesores casi todos los currículos ponen el énfasis en una cantidad aparentemente enorme de información relacionada con la asignatura. La mayoría de los contenidos, tal como vienen establecidos, especifican o implican un amplio abanico de tipos de pensamiento y también de conocimientos sobre la materia, que los autores de estos contenidos consideran esencial que los alumnos aprendan o apliquen a la hora de demostrar su dominio de la asignatura.”, (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B. (2014), con este argumento, podemos señalar uno de los mayores errores del sistema educativo actual: estamos “enseñando” algo que ni la memoria retiene, ni se enlaza con la realidad del estudiante, y que en términos del neurólogo Guillen, se etiqueta como educación bulímica, donde el estudiante se alimenta con una cantidad de información, la cual exterioriza en un evaluación (vomita o recita) pero de la cual no queda nada después de 1 o 2 días.



En síntesis, para este siglo XXI, lo importante es integrar el pensamiento eficaz en el desarrollo curricular, a través de múltiples estrategias, haciendo de las buenas preguntas el ingrediente mágico del aprendizaje y dejándole a la curiosidad y la emoción el papel de intermediarios entre el conocimiento, la memoria y el aprendizaje significativo.

Del mismo modo, Swartz, sugiere a manera de conclusión lo siguiente:

Las clases extremadamente estructuradas en las que se introduce a los alumnos en un tipo de destreza de pensamiento, como el análisis de las partes y el todo o comparar y contrastar a través de la enseñanza directa, son muy importantes para iniciar el proceso basado en el pensamiento.

Hasta la fecha existen tres maneras de enfocar la respuesta a las preguntas anteriores. Una consiste en introducir procedimientos para todos los tipos de pensamiento eficaz y hábitos de la mente en los primeros años de escolarización, a través de estrategias simplificadas, y después ir puliéndolas y complicándolas, a medida que los alumnos vayan madurando y pasando de curso.

Un segundo enfoque consiste en seleccionar e introducir primero los tipos de pensamiento eficaz designados como “básicos” y secuenciar después la enseñanza de otros basados en estos. El tercer enfoque consiste en reestructurar el currículo en unidades basadas en un problema, trabajar primero con la resolución eficaz de problemas y la toma de decisiones, acompañándolas de los correspondientes hábitos de la mente, y después refinar estos procesos y aplicarlos a unidades organizadas de resolución de problemas y toma de decisiones. Hemos ilustrado los tres enfoques con abundantes ejemplos. (Swartz, R. J., Reagan, R., Costa, A. L., Beyer, B. K., & Kallick, B. (2014).



Pensamiento computacional

Recientemente se ha venido dando relevancia al pensamiento computacional dentro del ámbito educativo, considerándolo como técnica o estrategia para resolver problemas apoyados en las computadoras. Esta afirmación la expresa Zapata - Ríos. 2015, los cuales son citados por Bordignon -Iglesias. 2019: “Se utiliza para hacer referencia a técnicas y metodologías de resolución de problemas donde intervienen la experiencia y los saberes relacionados con la programación de computadoras. Su aplicación no solamente se restringe a problemas informáticos, sino que se puede utilizar de una manera más amplia, para razonar y trabajar sobre otros tipos de situaciones y áreas de conocimiento. En esencia, es una metodología de resolución de problemas que se puede automatizar (Zapata-Ros, 2015).” (Bordignon, F. R. A., Iglesias, A. A. (2020). Introducción al pensamiento computacional. Universidad Pedagógica Nacional y Educar SE.), un aspecto importante de estos autores radica en que, este tipo de pensamiento es posible usarlo en diferentes ramas de conocimiento y como una fuerte herramienta al momento de enfrentarse a la solución de problemas.

Según Jeannette Wing, promotora del concepto, el PC es una habilidad fundamental que debería ser desarrollada por todas las personas y no solo ser exclusiva de los profesionales de las ciencias de la computación. (Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.), este argumento de esta autora, permite deducir que fomentar el pensamiento computacional es tarea de todas las áreas dentro de su marcada linealidad en el sistema tradicional de enseñanza, sin embargo, ni siquiera el sector docente se encuentra hábilmente preparado para esta tarea.

El PC puede entenderse como una forma alternativa de pensamiento relacionada con el surgimiento de las computadoras, dado que genera un ambiente cognitivo donde se juntan el



pensamiento ingenieril, el científico y el lógico matemático. (Wing, 2008), por lo tanto, es una excelente oportunidad de orientar a nuestros estudiantes hacia el saber científico y numérico, al cual tanta fobia le tienen actualmente.

Características del pensamiento computacional:

Según Bordignon - Iglesias. 2019 el pensamiento computacional se caracteriza por:

- Formular problemas de una manera que permita usar computadoras y otras herramientas para trabajar en pro de su solución
- Organizar y analizar datos de forma lógica
- Representar datos de manera abstracta como modelos y simulaciones
- Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (sobre la base de una serie de pasos ordenados)
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos de manera más eficiente y efectiva.
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a otros problemas.

Asimismo, las actividades que promueven el pensamiento computacional fomentan en las personas el desarrollo de una serie de destrezas particulares, entre las que se incluyen:

- Confianza al trabajar con la complejidad,
- Persistencia al trabajar con problemas difíciles,
- Tolerancia a la ambigüedad,
- Capacidad para lidiar con problemas abiertos y cerrados,
- Capacidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr una meta en común.



(Bordignon, F. R. A., Iglesias, A. A. (2020). Introducción al pensamiento computacional. Universidad Pedagógica Nacional y Educar SE.)

Sin duda, el pensamiento computacional requiere de un pensamiento lógico, a través del cual, se les da sentido a las cosas, por lo tanto, lo lógico y computacional van de la mano y son complementarios al momento de enfrentar un problema.

Otra capacidad característica del pensamiento computacional es el pensamiento algorítmico. Al respecto, resulta importante definir lo que es un algoritmo: “Un algoritmo, en principio, es un objeto de comunicación compuesto por un conjunto finito de instrucciones que especifican una secuencia de operaciones concretas por realizar en un orden determinado para resolver un problema”, (Bordignon, F. R. A., Iglesias, A. A. (2020). Introducción al pensamiento computacional. Universidad Pedagógica Nacional y Educar SE.), y es este tipo de pensamiento el absolutamente necesario para dar orden, sentido y fluidez a la solución de un problema.

De hecho, para este trabajo de investigación y propuesta neurodidáctica, se ha seleccionado una prueba tipo Bebras, de pensamiento computacional asociada a la resolución de problemas, con el propósito de diagnosticar el estado de los aprendizajes en los estudiantes del grado octavo de la I.E.M. Guacacallo del Municipio de Pitalito, Huila.

Diariamente, la humanidad se ve avocada a usar algoritmos para resolver problemas cotidianos, algunos ejemplos de estas actividades son:

- Cuando un cocinero escribe una receta para realizar un plato, está creando un algoritmo dado que otros pueden seguir los pasos y así reproducirla.
- Cuando un amigo anota las instrucciones para llegar a su casa, está especificando una secuencia de pasos (un algoritmo) para que otra persona lo pueda ubicar.



- Cuando un profesor proporciona un conjunto de instrucciones para llevar a cabo un experimento, está especificando un algoritmo, que es seguido por los estudiantes y así obtienen datos para su análisis y aprendizaje, entre otras muchas que a diario se suceden en nuestras vidas.

En síntesis, pensar algorítmicamente, significa pensar en una serie de pasos con coherencia lógica para llegar a la solución de un problema.

Gamificación

“La gamificación consiste en utilizar las técnicas de diseño del mundo de los videojuegos para conducir al usuario a través de acciones predefinidas y manteniendo una alta motivación.” (Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.), con este postulado, podemos afirmar que es la gamificación una estrategia de enseñanza para el maestro y un medio de aprendizaje para el estudiante, donde los contenidos se enmarcan dentro de una narrativa motivadora y atrayente.

“El impacto de la gamificación también llega al mundo educativo, pues las mismas técnicas se aplican al proceso formativo y, en este caso, su implantación deberá ir todavía más rápida, dado que el sistema pedagógico ya lleva algún tiempo evaluando los videojuegos como elementos activos de formación, reemplazando muchos materiales de estudio por videojuegos, que de forma rápida, ligera y divertida son capaces de transmitir el conocimiento”, (Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.), bajo este párrafo, podemos entender que a través de estrategias gamificadoras es posible fomentar el conocimiento de una manera más atractiva, además, es el “gancho” para convertir un concepto en significativo, por su alto grado de motivación y atención del estudiante.



Con base en lo anterior, La Gamificación en su esencia no se basa simplemente en incluir juegos en el aula, esa dimensión la domina la lúdica, que busca armonizar el aprendizaje con los juegos y el entretenimiento. (Gaviria Millán, D. (2021). Pedagogía de la Gamificación.), aquí, Gaviria establece una notable diferencia entre los términos gamificar y edificar, siendo el segundo afín con lo que conocemos como dinámicas o simples juegos no focalizados o sin intención, es decir, el objetivo de la ludificación sería hacer uso libre del tiempo, mientras que, la gamificación significa “montar” en una historia y unos personajes todo un conjunto de conocimiento.

Detrás de la palabra gamificación está la palabra Juego, muy ligada a esta estrategia de gamificación, sin embargo, ¿es innata la necesidad del juego en el ser humano?, para dar luces sobre la respuesta a este interrogante, Parente infiere: “La mejor forma de poder responder a esta pregunta, es observar lo que pasa en nuestro medio natural y ver cómo, no solamente el hombre, sino prácticamente todos los mamíferos utilizan el juego, y cómo este mecanismo es utilizado desde tiempos inmemorables de una forma prácticamente innata, casi como si estuviese grabada en los mecanismos más básicos del cerebro.” (Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.), lo que permite concluir que hay en el juego algún tipo de relación cerebral innata que lo hace atractivo y llamativo al ser humano y que sin “pensar” siempre queremos hacer parte de él y, por ende, nos resulta motivador.

Gaviria nos complementa al respecto del juego lo siguiente: “Aparece como una respuesta emocional primordial, básica en esencia, pero potencialmente compleja en su estructura. Son interacciones orientadas a generar satisfacción, diferenciadas, pero no separadas necesariamente, de las rutinas biológicas como la reproducción, el descanso o la alimentación.”, (Gaviria Millán, D. (2021). Pedagogía de la Gamificación.), con este aporte, notamos en la



misma esencia del juego el concepto de satisfacción de una necesidad como si esta fuera biológica. de ahí, la relación implícita entre el juego y la genética humana, pareciera que hubiésemos nacido para jugar. del mismo modo, continúa Gaviria argumentando que: “Así, la razón por la que los niños actuales juegan en sus primeros años, obedece a una búsqueda afectiva, de construcción de vínculos; y, al mismo tiempo, de explorar escenarios fantásticos, dinámicas que los aproximan a lo que le exige la sociedad.

En la niñez, fantaseando y jugando, los humanos se acercan a las estructuras sociales establecidas. Prueban los límites, asumen roles, se aventuran y desafían las normas, miden su resistencia, tanto física como mental. Porque el juego no se limita a un aspecto netamente físico, parte de emociones y necesidades, que finalmente son reescritas con cada caída, cada victoria o derrota, con cada logro castillo conquistado y dragón vencido.”, con lo que se concluye lo importante que es el juego emocionalmente y los lazos afectivos que este puede crear en los estudiantes. Además, según este autor, es el juego la herramienta para “enseñar” a los estudiantes a caer y levantarse (resiliencia), a ser buenos perdedores o excelentes ganadores, a ser tolerantes con las diferencias y a aprender a jugar de manera colaborativa.

Sin embargo, y con todos los atractores de atención actuales que tienen los estudiantes, es importante diseñar muy bien el proceso de gamificación antes de llevarlo a su ejecución. Al respecto, Parente nos dice: “Los jóvenes son un sistema primario de aprendizaje muy rápidos en el aprendizaje, pero muy maleables

En los contenidos, así como influenciados dentro de este proceso, por lo que el proceso de inmersión en los mecanismos, a semejanza de lo que ocurre en los videojuegos es muy binario entre el “me gusta” y el “no me gusta” por lo que fallar en la capacidad de dimensionar directamente el proceso y las técnicas que se vayan a aplicar en el proceso de gamificación,



puede resultar en una experiencia totalmente falla y que genere los efectos contrarios a los que inicialmente se buscaban”, (Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.), con lo cual, queda claro que no toda gamificación tendrá éxito, sin embargo, cuando se dedica tiempo a una correcta planeación, los resultados pueden ser mejor de lo que parece en una comunidad de niños y jóvenes cuyos intereses están bombardeados por un sin número de atractores publicitarios.

Arquitectura funcional de un proceso de gamificación:

- Actividad:

La actividad es el elemento básico de la gamificación, y representa una serie de acciones dentro de la lógica de aprendizaje motivada en el cerebro, para conseguir estimular la resolución de problemas necesarios para alcanzar un objetivo deseado y que una vez resuelta liberará los mecanismos químicos del cerebro asociado con su funcionamiento básico

- Contexto:

El aula a gamificar, se integra dentro de un contexto más amplio que de alguna forma condiciona las posibilidades de las técnicas que van a utilizar, porque de alguna forma, cuanto más amplio y transversal sea el proceso más éxito va a tener.

- Competencias y habilidades:

Cada persona, o en este caso alumno, tiene un conjunto de competencias y habilidades que son propias de su persona, y han sido desarrolladas de forma continua a lo largo de los años, no por estar en la misma clase, se tienen esas mismas características, y tratar de homogeneizar



esta concepción puede provocar la desestabilización del proceso de gamificación porque las diferentes percepciones y respuestas que generará en alumnos con diferentes habilidades.

– Gestión/Supervisión:

En cualquier sistema o cualquier transformación de un sistema, es necesario contar con una fuerte posición de liderazgo y de especialidad, que puede conducir con seguridad y autoridad el proceso dentro de todos los contextos definidos en el punto anterior.

– Mecánicas y elementos de juego:

Finalmente, una vez cubiertos todos los aspectos del marco de gamificación, se puede entonces empezar a definir los elementos o mecánicas de juego que se van a utilizar en el aula para conseguir mantener a los alumnos motivados a lo largo de las diferentes actividades que tienen como reto avanzar de una forma divertida en su proceso de aprendizaje, manteniendo una motivación de la clase.

(Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.)

La gamificación no es cosa de un profesor o un estudiante, es algo de tinte interdisciplinar o multidisciplinar, donde entran en “juego” varios maestros en varias líneas de conocimiento entrelazadas en un objetivo común. referente a este aspecto Parente nos concluye lo siguiente: “La gamificación en la educación conlleva una máxima responsabilidad por el objetivo a alcanzar y por el destinatario del proceso, unos jóvenes cerebros en formación, fácilmente maleables y motivados si los procesos se desarrollan de forma adecuada, pero profundamente opacos y desmotivados cuando no son capaces de entender lo que se pretende de ellos.



Además, por analogías de mercado de videojuegos, los jóvenes son extremadamente binarios y cortoplacistas en sus pensamientos y gustos, por lo que un proceso de gamificación puede enfrentarse a serios problemas de no conseguir rápidamente la motivación y la inmersión de los alumnos.

Por este motivo, es una herramienta que debe ser calibrada y balanceada en función de las competencias y habilidades de “usuarios” y organización, así como los usuarios indirectos del proceso, como podrían ser amigos y familias, dado que representan también una fuente de influencia sobre la percepción del alumno sobre el proceso de gamificación. Para tener éxito a largo plazo, siempre tiene que ser encuadrado desde la óptica más general de la escuela, caso contrario los objetivos se diluirían en el resto de contenidos no gamificados.

(Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en aulas universitarias, 11, 15.), argumento con el que deja claro que la gamificación debe engranarse con las diferentes habilidades de los jugadores tanto activos como pasivos, es decir, los resultados de una gamificación son necesariamente influenciados no solo por quienes intervienen como sujetos activos sino, por los agentes que hay detrás de cada realidad estudiantil.

Por su lado, David Gaviria nos propone respecto a lo que se debe entender como gamificación lo siguiente: “la Gamificación resulta un proceso cuidadoso, que se centra en la experiencia del participante y busca resolver problemas mientras fomenta el aprendizaje, la motivación desde la Gamificación se ve como una meta del sistema gamificado, no como un atributo logrado artificialmente.”, (Gaviria Millán, D. (2021). Pedagogía de la Gamificación.), pues es la motivación el eje impulsor de toda gamificación. Esta motivación se ve en el juego como algo efímero y circunstancial logrado de manera temporal.



Finalmente, podemos afirmar que queramos o no, diariamente estamos inmersos en algún proceso de gamificación cotidiano. al respecto Gaviria nos ilustra: “En la actualidad es recurrente la aparición de la Gamificación en el ámbito educativo, atribuible en gran medida a la masificación de dispositivos computacionales y al desarrollo exponencial de propuestas visuales, interactivas y gráficas que apelan al entretenimiento y la satisfacción como base para mantener el interés.”, (Gaviria Millán, D. (2021). Pedagogía de la Gamificación.), con lo cual, establece que la gamificación en el campo educativo está íntimamente relacionada con el uso de tecnología y estímulos multisensoriales (videojuegos) en aras de mantener la motivación.

“Se debe tratar a la Gamificación como una tecnología, con métodos serios y que debe contar con propuestas relevantes y sistemáticas, que impacten un problema real dentro del entorno de los participantes.” (Gaviria Millán, D. (2021). Pedagogía de la Gamificación.), de ahí, que todo proceso de conocimiento mediado por la gamificación debe llevar a los agentes del sistema a una realidad del contexto de los participantes, caso contrario, perderá lo más importante: la motivación.

Se agrega a esta consideración final que, los procesos de gamificación deben contemplar aspectos como: Las mecánicas heredadas de los juegos, que a su vez incluyen sistemas de puntos, obtención de medallas, niveles y logros, variables temporales, entre otros. Estas mecánicas, de forma individual, pueden ser insuficientes para transformar un escenario educativo en una experiencia motivadora, pero son los bloques básicos sobre los que se construye la gamificación.



Codocencia y cambios en la cultura educativa

a la luz de la forma como está organizado el actual sistema educativo y con los bajos resultados en los aprendizajes de los estudiantes tanto de primaria como de básica secundaria, media y universitarios, es necesario repensar el quehacer educativo, transformar el sistema de tal forma que los procesos de enseñanza se vuelquen hacia los estudiantes y no como siempre han estado: alrededor del maestro.

Al respecto Hernández nos sugiere: “buscando redefinir los límites y las limitaciones de la rigidez estructural del sistema, hemos decidido “romper” la estructura horaria que encorseta el aprendizaje y que condiciona la puesta en marcha de procesos educativos que consideramos fundamentales para la adquisición de conocimientos.” Hernández propone romper el esquema tradicional, romper curriculum, romper linealidad temática y hasta romper el aula como centro educativo a través de una estrategia de trabajo denominada: la codocencia, que se caracteriza por concebir la educación de tal forma que las asignaturas no se traten de forma aislada y puedan ser impartidas por sus profesores de forma conjunta.

La codocencia implica reestructurar las clases, los contenidos, la forma de trabajo colaborativa, donde varios maestros en trabajo conjunto planean actividades con un mismo objetivo. Hernández complementa diciendo: “el llevar a cabo una reestructuración de la metodología, provoca la necesidad de un cambio en los métodos de evaluación del aprendizaje adquirido por los alumnos. Si ya no existen las asignaturas diferenciadas, estancas, tampoco podemos hacer exámenes de Lengua, o exámenes de Biología de forma aislada. Los métodos de evaluación son conjuntos y los profesores los evaluamos también de manera global. De esta forma, se tiene en cuenta tanto la adquisición de conocimientos como la capacidad para



relacionar conceptos, las habilidades para trabajar en equipo, etc. Las actividades que se desarrollan en el aula son muy diversas, ya que dentro de ésta se crean subgrupos de trabajo para una mejor gestión del aula y una rotación de roles de los alumnos.”, (Enguita, M. F., & Sastre, M. G. (2005). Organización escolar, profesión docente y entorno comunitario (Vol. 18). Ediciones AKAL. Cap.10. Ana Hernández.), bajo estos argumentos, podemos entender que trabajar mediante codocencia implica transformar la imagen que tenemos de educación, ver la educación como un equipo de trabajo y no como líneas separadas de conocimientos, además, permite notar que la dinámica de los estudiantes en un ambiente de codocencia es también diferente, con roles y funciones definidas para cada uno y sobre todo, con la oportunidad de que cada agente (estudiante) puede hacer parte activa y responsable de su propio aprendizaje. la codocencia es la oportunidad de convertir el aula en un lugar de trabajo multidisciplinar, donde el aprendizaje toma diversos matices que lo hacen más certero y significativo.

La codocencia trae consigo una reconfiguración de la labor docente, ya que conlleva ruptura del eje aula, docente y asignatura. bajo este sistema, ya no pensamos solo en una disciplina, sino en un conjunto de saberes en torno a un problema común.

También, el ejercicio de la codocencia, permite cambiar el entorno físico educativo, los hace más amplio, más incluyente y de puertas abiertas. Hernández finaliza argumentando que: “abrir las puertas del aula, romper las fronteras entre las asignaturas, redefinir lo que se entiende por aprendizaje y plantear una nueva configuración la estructura completa de la organización escolar y docente supone asumir una revisión de las lindes del centro educativo en su contexto social para favorecer que los procesos de aprendizaje vayan más allá de los límites físicos que marcan las paredes del centro.”, argumento con el cual, podríamos atrevernos a decir, que la codocencia haría transdisciplinar la labor educativa de cualquier institución.



Teoría del aprendizaje

Las teorías del aprendizaje se enmarcan dentro de la psicología educativa y la labor docente, así, para David Ausubel, “durante mucho tiempo se consideró que el aprendizaje era sinónimo de cambio de conducta, esto, porque dominó una perspectiva conductista de la labor educativa; sin embargo, se puede afirmar con certeza que el aprendizaje humano va más allá de un simple cambio de conducta, conduce a un cambio en el significado de la experiencia. La experiencia humana no solo implica pensamiento, sino también afectividad y únicamente cuando se consideran en conjunto se capacita al individuo para enriquecer el significado de su experiencia. Para entender la labor educativa, es necesario tener en consideración otros tres elementos del proceso educativo: los profesores y su manera de enseñar; la estructura de los conocimientos que conforman el currículo y el modo en que éste se produce y el entramado social en el que se desarrolla el proceso educativo. Lo anterior se desarrolla dentro de un marco psicoeducativo, puesto que la psicología educativa trata de explicar la naturaleza del aprendizaje en el salón de clases y los factores que lo influyen, estos fundamentos psicológicos proporcionan los principios para que los profesores descubran por sí mismos los métodos de enseñanza más eficaces, puesto que intentar descubrir métodos por "ensayo y error" es un procedimiento ciego y, por tanto, innecesariamente difícil y antieconómico. En este sentido una "teoría del aprendizaje" ofrece una explicación sistemática, coherente y unitaria del ¿cómo se aprende? ¿cuáles son los límites del aprendizaje? ¿por qué se olvida lo aprendido? y complementando a las teorías del aprendizaje encontramos a los "principios del aprendizaje", ya que se ocupan de estudiar a los factores que contribuyen a que ocurra el aprendizaje, en los que se fundamentará la labor educativa; en este sentido, si el docente desempeña su labor fundamentándola en principios



de aprendizaje bien establecidos, podrá racionalmente elegir nuevas técnicas de enseñanza y mejorar la efectividad de su labor.”

(Ausubel, D. (1983). Psicología educativa y la labor docente. DD Ausubel, & OL Castiblanco abril (Ed.), Teoría del Aprendizaje Significativo, 5.)

El construccionismo

“¿Qué cosa fuera corazón, qué cosa fuera? ¿Qué cosa fuera la maza sin cantera? Un instrumento sin mejores pretensiones que lucecitas montadas para escena.

Silvio Rodríguez

Empezamos este apartado citando a un famoso cantante de música social llamado Silvio Rodríguez, quien al componer una de sus piezas musicales titulada La Maza, quizás sin querer, adopta una de las teorías de aprendizaje más relevantes del actual siglo: el construccionismo de Seymour Papert. Cuando Rodríguez afirma que cosa fuera la maza sin cantera, estaba pensando quizás en que sin objeto visible y palpable no habría concepto ni realidad, es aquí donde le hallamos la relación a la canción con el construccionismo.

Uno de los pensadores más reconocidos internacionalmente por sus serias investigaciones en esta área es Seymour Papert del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachussets, MIT. Papert, además de crear herramientas digitales apropiadas para apoyar el aprendizaje, propuso el Construccionismo como una teoría educativa que fundamenta el uso de las tecnologías digitales en la educación. (Saxe, E. B., & Murillo, A. C. (2004).

Construccionismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micro mundos. Revista



Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación", 4(1), 0.), fragmento que explica el uso de las TICs [Tecnologías de la Información y Comunicaciones] en los albores educativos.

Para empezar, resumimos un poco la historia a partir de los párrafos escritos por Herrera: “durante los años 60 del siglo XX, surgieron teorías pedagógicas que partían de los aportes del Constructivismo de Jean Piaget y de Lev Vygotsky. Paulo Freire, David Ausubel y otros seguían el camino emprendido décadas antes por estos dos fundamentales psicólogos. Asimismo, los años 60 es la época germinal del desarrollo de las tecnologías de cómputo, reservadas en esos tiempos sólo a iniciados. Un colaborador de Jean Piaget, Seymour Papert, Matemático y activista en Sudáfrica a favor de los derechos de los grupos sociales segregados, comienza a percibir la importancia que tendría el cómputo en la educación de los niños. Crea un lenguaje de programación dirigido específicamente a los niños de nombre Logo y desarrolla una propuesta teórica a la que llama Construccinismo.”, (Herrera, L. L. (2017). Dr. Seymour Papert y el Construccinismo. Una revisión comparada de su propuesta pedagógica con Jean Piaget y Lev Vygotsky.), este fragmento de historia nos permite entender cuál fue el eje motivador de Papert para crear una versión modificada del constructivismo: la computación. Papert vio en la computadora una hermosa oportunidad de “enseñar” de una forma más tangible, palpable y significativa, donde los conocimientos además de ser construidos, serían visualizados y hasta palpados por los estudiantes, entendiendo así que, bajo este sistema, los aprendizajes serian aún más significativos.

La obra de Papert no es particularmente extensa. Sin embargo, en ella se advierten dos concepciones permanentes: la primera es el desarrollo del Lenguaje Logo dirigido específicamente a los niños, que él creó en los años sesenta y que más adelante se abordará y la propuesta conceptual del Construccinismo. Para Papert, el objetivo del Construccinismo es



“enseñar de manera que se produzca el mayor aprendizaje con el mínimo de enseñanza” (Papert, 1995, p.153), bajo esta propuesta, el autor deja claro que ya no se trata de enseñar sino, mejor de aprender más y mejor.

Papert hace entonces con su modelo una crítica al instruccionismo reinante en la educación tradicional, donde el docente es “amo y señor” de la clase, donde el porcentaje de participación y protagonismo del docente es del 80%, comparado con un 20% de protagonismo del estudiante.

“En resumen, queda claro que Papert no considera que el construccionismo se oponga al constructivismo, sino al instruccionismo. Su propuesta pone énfasis en el arte de aprender, esto es, aprender a aprender y la importancia de construir cosas durante su proceso de aprendizaje. Engancharse en sus propios procesos mentales y traducirlos en una comunicación con artefactos, que en última instancia impulsan el autoaprendizaje. Papert pone en tensión las herramientas, los medios y el contexto en el desarrollo humano”. (Ackerman, 2001, p.1), con este postulado de este autor, se pone de manifiesto una de las columnas vertebrales de construccionismo: aprender a partir de la construcción de cosas.

El desarrollo de la propuesta construccionista de Papert, se inscribe en este sentido en los Procesos Psicológicos Superiores avanzados, ya que “se caracterizan por implicar un grado significativamente mayor de uso de los instrumentos de mediación con independencia del contexto, así como de regulación voluntaria y realización consciente” (Baquero, 2016, p. 4), es decir, hacer constructivismo pero agregando más significado a partir de la construcción o manipulación de objetos, actividad que hace mucho más significativo el conocimiento en el campo del consciente y por ende, más asequible para viajar a la memoria implícita.



A pesar de que la escuela sigue estando atrás de lo que deseáramos, podemos constatar transformaciones espectaculares, que, en lo referente a las TIC, le deben mucho a lo aportado por Seymour Papert en los años 60. Hoy en día, vemos modelos pedagógicos que integran contenidos, pedagogía y tecnología. (Herrera, L. L. (2017). Dr. Seymour Papert y el Construccionismo. Una revisión comparada de su propuesta pedagógica con Jean Piaget y Lev Vygotsky.), esta es pues la herencia que deja Papert con su teoría construccionista.

En el Construccionismo, Papert otorga a los y las aprendices un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje. Se trata de facultar (“empower”) a los y las estudiantes para que asuman ese papel activo. (Saxe, E. B., & Murillo, A. C. (2004). Construcciónismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micro mundos. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 4(1), 0.), aquí, el autor afirma que además del constructivismo hay proyectos que hacer, que construir, de ahí la relevancia del construccionismo frente al constructivismo.

Tal como menciona Papert, "...el mejor aprendizaje no vendrá de encontrar las mejores formas para que el profesor instruya, sino de darle al estudiante las mejores oportunidades para que construya". (Fabel, s.f.), con lo que se ratifica la construcción sobre la instrucción, sin olvidar que el construccionismo nunca se opone al constructivismo, sino al instruccionalismo. La teoría construccionista de Papert se encuentra implícitos, entre otros, tres conceptos que consideramos instrumentales para brindar a los y las estudiantes las mejores oportunidades de construcción: objetos con los cuales pensar, entidades públicas y micro mundos.

Objetos para pensar:



Lo que Papert denomina como un "objeto para pensar" es un objeto que pueda ser utilizado por un sujeto, para pensar sobre otras cosas, utilizando para ello su propia construcción de dicho objeto. Papert tiene un especial interés en el papel que juegan los objetos físicos en el desarrollo del pensamiento. Él dice que creamos nuestro entendimiento del mundo al crear artefactos, experimentar con ellos, modificarlos y ver cómo funcionan.

Entidades públicas:

Papert señala que el aprendizaje tiende a ser más robusto y ocurre de manera especialmente provechosa cuando el aprendiz está conscientemente involucrado en una construcción de tipo más público, es decir, que puede ser mostrada, discutida, examinada, probada o admirada desde un castillo de arena o una casa de Lego, hasta el diseño de una página de web o un programa de computadora. (Fabel, s.f.)

Micro mundos:

Inicialmente es necesario hacer notar que un micro mundo constituye por sí mismo una entidad pública y que utiliza como herramientas para su construcción objetos para pensar. Papert (1987) considera que para aprender algo los aprendices necesitan como prerrequisito, tener experiencias directas y físicas, obtener los medios para conceptualizar y capturar el mundo de este conocimiento, y encontrar maneras para facilitar la apropiación personal del conocimiento: es decir, crear un microcosmos, un lugar para esto.

Papert desarrolló y acuñó el concepto de micro mundo, "como un modelo para realizar representaciones de una realidad inmediata sobre un tema, que será refinado o pulido por los alumnos, iniciando con un punto de partida que les permita crear sus propias "extensiones"



(Mardach, s.f.), es aquí donde el estudiante tiene la posibilidad de hacer tan amplio como quiere su micro mundo y solo él, decide hacia dónde y cómo es esa extensión. (aprendizaje autónomo).

La construcción de micro mundos debe cumplir los siguientes objetivos:

- Favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos
- Ejercitar habilidades relacionadas con el tema
- Ejercitar el uso de los principios en los que se funda el pensamiento lógico.
- Desarrollar la creatividad a través de la construcción de aplicaciones.

Implementar metodologías de tipo social. (Mardach, s.f.).

A manera de conclusión:

El uso de las tecnologías digitales se irá generalizando cada vez más en contextos educativos y de aprendizaje. Sin embargo, por más atractivas y novedosas que resulten las tecnologías en sí mismas, es muy importante tener siempre en mente que son solamente herramientas y que el verdadero valor está en el abordaje pedagógico en que se sustentan.

En ese sentido, la teoría educativa de Seymour Papert, el Construccionismo es una propuesta sólida sobre la cual asentar un programa educativo que utilice tecnologías digitales. Partiendo de las ideas de Jean Piaget, el Construccionismo visualiza a los aprendices en papeles muy activos en la construcción de su propio conocimiento. Es decir, se busca que las y los estudiantes programen las computadoras y no a la inversa.

En palabras de Papert, la idea es facultar, dar poder (empower), a los aprendices para que se hagan cargo de su propio proceso de construcción de conocimiento. Pero al mismo tiempo Papert advierte que no basta con la intención de trasladar el poder de aprendizaje a los aprendices. Ellos y ellas solamente lo podrán hacer si la sociedad y la cultura los proveen con



las herramientas (objetos para pensar) y las condiciones (micro mundos) adecuadas. Es en ese contexto que los y las estudiantes podrán construir entidades públicas y en el proceso, su propio conocimiento. (Saxe, E. B., & Murillo, A. C. (2004). Construccinismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micro mundos. Revista Electrónica" Actualidades Investigativas en Educación", 4(1), 0.)

El modelo pedagógico configuracional

El modelo pedagógico configuracional propuesto por Humberto Maturana y Varela, se basa en la dinámica en que el cerebro se configura a las circunstancias y vivencias que tiene en cada momento, así mismo en la relaciones con los demás, y desde el punto de vista educativo el estudiante va configurando su cerebro, haciendo aprendizaje de la convivencia con sus maestros, ya que el cerebro es auto hipotético, es decir, es un sistema cerrado autorregulado y solo escucha sus propias palabras y se adapta y configura mutuamente con el de su docente, y este aprende, se puede decir, si se logra la congruencia configuracional de su función cerebral con el profesor, aquí es donde la empatía y la pedagogía de la amor es el mejor medio para lograrlo, reconociendo el ser y corrigiendo el hacer, donde la práctica de que se quiere aprender supera cualquier discurso que se tenga sobre ello, debe primar lo vivencial, el aula, el colegio es una espacio para interactuar, en palabras de Alexander Ortiz, “Para Maturana (2001), educar implica posibilitar una transformación configuracional circunstancial al convivir, con el fin de que las personas aprendan a vivir de acuerdo a la configuración de la comunidad en la que viven. Además, la educación entendida como sistema educativo, configura un mundo de tal manera que los educandos van confirmando lo que vivieron en su educación, a través de su vivir cotidiano, es



decir de su biopraxis. Esto se adapta con una notoria y diáfana pertinencia a la teoría del conocimiento propuesta por Maturana.

En nuestra opinión, el fin esencial de la educación es orientar la autoconfiguración humana, atender, estimular y potenciar a los niños y niñas en su crecimiento como seres humanos amorosos e inteligentes, responsables, honestos y solidarios, conscientes del respeto a sí mismos y a los demás, estimulando y potenciando la autoconfiguración de un pensamiento crítico, reflexivo, creativo, sistémico, analógico, integrador y configuracional. Los valores no deben ser enseñados, sino que deben ser vivenciados y vividos en todos los momentos del proceso formativo. En consecuencia, no debemos enseñar amor sino vivenciar el amor, disfrutarlo, vivirlo.

Maturana y Nisis (2002) afirman que todos los seres humanos somos expertos en la biología del amor, y en la educación, “la biología del amor consiste precisamente en que el profesor o profesora acepte la legitimidad de sus alumnos como seres válidos en el presente, corrigiendo solo su hacer y no su ser” (p.25). En estas circunstancias, educar es un proceso mediante el cual se configura un espacio de convivencia adulta en el que los niños y niñas configuran su ser transformándose según como convivan con los adultos con que allí les toque convivir porque viven en dicho espacio de la misma manera que viven en el fluir de su biopraxis cotidiana.” (Ortiz, A. (2016). Humberto Maturana Nuevos Paradigmas en el Siglo XXI Psicología Educación y Ciencia. Santiago.)

Esta forma de concebir el aprendizaje y el crecimiento de la mente, tiene grandes implicaciones, pues cambia el sentido y la forma de ver la educación como un proceso en el que los cambios en el estudiante son causados por su propia autoconfiguración, el profesor solo puede perturbar de forma positiva o negativa según su vivencia con él, pero no es posible para el



docente determinarla a su modo, en definitiva, el profesor no enseña es el estudiante el que aprende.

Sistemas complejos

¿Qué es la complejidad? La complejidad, se considera una nueva ciencia cuyo origen está en la física, química, cibernética, ciencia de la información y teoría de sistemas. Donde sus aplicaciones han sido tan diversas como en la sociología, psicología, economía y esta ha sido adoptada por los educadores (Davis & Sumara, 2006). En consecuencia, la complejidad se percibe como ciencia en la cual coexisten múltiples autores y campos cognitivos y, además, sus aplicaciones trascienden las barreras de las disciplinas y exigen del sector educativo la creación de nuevas formas de generar aprendizajes.

Con respecto al término "complejidad", las dificultades no sólo se derivan del significado que le han atribuido otros autores, sino de su popularización, incluso en sectores académicos de gran reputación, como sinónimo de "complicado", (García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.), en realidad, la palabra complejidad no es ese término "complicado", es básicamente un concepto interdisciplinario, donde confluyen diversas ramas del conocimiento y en múltiples contextos.

En términos del gran maestro Edgar Morin, el término complejidad se esboza así:

“la complejidad se impone de entrada como imposibilidad de simplificar; ella surge allí donde la unidad compleja produce sus emergencias, allí donde se pierden las distinciones y claridades en las identidades y causalidades, allí donde los desórdenes y las incertidumbres



perturban los fenómenos, allí donde el sujeto-observador sorprende su propio rostro en el objeto de observación, allí donde las antinomias hacen divagar el curso del razonamiento. (p. 377).

(Morin, E. (1991). *La méthode*. 4. Les idées. Editions du Seuil, Paris.), con este párrafo, Morin resalta una característica importante de los sistemas complejos: La emergencia, aspecto vital de los sistemas complejos a través del cual el sistema complejo presenta incertidumbres y aparentes desórdenes (caos) que hacen divagar al pensamiento mismo.

En nuestra concepción de los sistemas complejos, lo que está en juego es la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales realizamos el estudio. En dicha relación, la complejidad está asociada con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación a partir de una disciplina específica.

En otros términos, en el "mundo real", las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En ese sentido, podemos hablar de una realidad compleja. (García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.), es decir, no se puede hablar de complejidad sin la interdisciplina.

a manera de síntesis de esta primera parte se tiene que: Las ciencias de la complejidad, también llamadas ciencias de sistemas complejos, estudian la forma en que grandes conjuntos de componentes - interactuando localmente entre sí a pequeña escala - pueden espontáneamente auto-organizarse y presentar estructuras globales y comportamientos no-triviales a mayores escalas, sin intervención externa, autoridad central o líderes que determinen el comportamiento colectivo. Las propiedades del todo pueden no ser entendidas o predichos a partir del conocimiento total de cada una de sus partes. Las colecciones de elementos que presentan estas



propiedades es un sistema complejo, y requiere de nuevos marcos matemáticos y métodos científicos para ser estudiado. Con esto, podemos entender que en los sistemas complejos ocurren cosas como la autoorganización, las adaptaciones, las emergencias conceptuales, etc., características de los sistemas complejos.

Ahora, un concepto importante para los sistemas complejos:

El término "interdisciplina", por su parte, requiere de un análisis más detallado para deslindado de significados equívocos como el que lo considera equivalente a la "integración disciplinaria", (García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.), a partir de este argumento, notamos que definir la interdisciplina no es solamente decir que hay una o varias disciplinas en un mismo campo, este requiere de un mayor desglose epistemológico para su total comprensión.

Ninguna investigación particular tiene la capacidad de integrar diferentes disciplinas. Los procesos de integración disciplinaria (al igual que los procesos de diferenciación que han dado lugar a cada una de las disciplinas científicas), han significado replanteamientos fundamentales que no se limitan a "poner juntos" (o a "separar") los conocimientos de diferentes dominios.

En segundo lugar, además de no ser posible, la "integración disciplinaria" en una investigación en particular no es "necesaria", puesto que el análisis histórico de la ciencia permite poner en evidencia que las diferentes disciplinas científicas se van integrando a lo largo de su desarrollo. Dicho de otra manera, la integración disciplinaria es un hecho histórico y una característica del desarrollo científico que no resulta de la voluntad (y de los acuerdos) de un grupo de investigación y que no puede constituir, entonces, una pretensión metodológica.



(García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.), a partir de este aspecto, la interdisciplina no se considera algo a propósito o algo premeditado, es simplemente el resultado de una necesidad de investigación y no depende del gusto de un investigador, depende es de la necesidad de escudriñar el tema y, por ende, va a apareciendo a medida que se adelanta una investigación.

La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinarios, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros de un equipo de investigación sea experto en su propia disciplina. En este sentido, el equipo de investigación es multidisciplinario. (García, R. (2006), he aquí la relación entre inter y multidisciplinario, características propias de los sistemas complejos.

Componentes de un sistema complejo:

Interacciones

Los sistemas complejos consisten de múltiples componentes interactuando entre sí y con su entorno de muchas maneras. Suelen caracterizarse por tener muchos componentes que interactúan de formas múltiples entre sí y potencialmente con su entorno. Estas partes forman redes de interacciones, a veces con unos pocos componentes involucrados en muchas interacciones. Las interacciones pueden generar información nueva que complica el estudio individual de las partes o la predicción correcta de su futuro. Adicionalmente, los componentes de un sistema pueden también ser nuevos sistemas, es decir, sistemas de sistemas interdependientes entre sí. El mayor reto de las ciencias de la complejidad no es sólo apreciar las partes y sus conexiones, sino también entender cómo estas interacciones dan lugar al todo.



Emergencia

las propiedades de los sistemas complejos en su conjunto son muy diferentes, y a menudo más inesperadas, que las propiedades de sus componentes individuales.

En sistemas simples, las propiedades del conjunto pueden entenderse o predecir a partir de la suma o agregación de sus componentes. En otras palabras, las propiedades macroscópicas de un sistema simple pueden deducirse de las propiedades microscópicas de sus partes. Sin embargo, en sistemas complejos las propiedades del conjunto a menudo no pueden entenderse ni predecirse a partir del conocimiento de sus componentes, debido a un fenómeno conocido como “emergencia”. Este fenómeno involucra diversos mecanismos que, a través de la interacción entre los componentes de un sistema, generan información nueva y exhiben tanto estructuras como comportamientos colectivos no triviales a escalas más grandes. Este hecho generalmente se resume con la frase popular “el todo es más que la suma de sus partes”.

Dinámica

los sistemas complejos tienden a cambiar dinámicamente sus estados, a menudo exhibiendo algún tipo de comportamiento impredecible a largo plazo.

Los sistemas pueden ser analizados en términos de cómo cambian sus estados en el tiempo. Un estado se describe en términos de conjuntos de variables que caracterizan dicho sistema de la mejor manera. A medida que el sistema cambia sus variables también lo hacen, habitualmente respondiendo a su entorno. Este cambio se denomina lineal si es directamente proporcional al tiempo, al estado actual del sistema o a cambios en el entorno; o no lineal si no es proporcional a ellos. Los sistemas complejos son típicamente no lineales y cambian a diferentes velocidades dependiendo de sus estados y su entorno. También pueden tener estados estables en



los que pueden permanecer aún si son perturbados, o inestables en los que los sistemas pueden ser alterados por una pequeña perturbación. En algunos casos, pequeños cambios en el entorno pueden cambiar completamente el comportamiento del sistema, un fenómeno conocido como bifurcaciones, transiciones de fase o puntos de quiebre.

Algunos sistemas son “caóticos”, es decir, extremadamente sensibles a pequeñas perturbaciones, e impredecibles a largo plazo; exhibiendo así el famoso “efecto mariposa”. Un sistema complejo también puede depender de su trayectoria, es decir, su estado futuro depende no sólo de su estado actual, sino también de su pasado.

Auto organización

Los sistemas complejos se pueden auto organizar para producir patrones no triviales de manera espontánea sin un plan. Las interacciones entre los componentes de un sistema pueden producir un patrón o comportamiento globales. Esto puede describirse como auto organización, ya que no hay un control central o externo. Más bien, el “control” de un sistema auto organizante está distribuido entre componentes y se integra a través de sus interacciones. La auto organización puede producir estructuras físicas/funcionales como patrones cristalinos de materiales y morfologías de organismos vivos o bien, comportamientos dinámicos/informacionales como los de cardúmenes de peces y patrones eléctricos propagándose en músculos de animales.

Al incrementarse la organización del sistema mediante este proceso, nuevos patrones de interacción pueden emerger en el tiempo, potencialmente llevando a la producción de mayor complejidad. En algunos casos, los sistemas complejos pueden auto-organizarse hacia un estado “crítico” que sólo podría existir manteniendo un sutil balance entre aleatoriedad y regularidad.



Los patrones que surgen en tales estados críticos auto organizados comúnmente muestran diversas propiedades peculiares, tales como auto similitud y distribuciones de leyes de potencia de propiedades de patrones.

Adaptación

los sistemas complejos pueden adaptarse y evolucionar.

Los sistemas complejos, con frecuencia, se encuentran activos y responden al ambiente donde se encuentran, en vez de simplemente tratar de alcanzar un estado asintótico estable - esta es la diferencia entre una esfera que rueda hasta el fondo de una pendiente y se detiene, y un pájaro que, en pleno vuelo, se adapta a las corrientes de viento. Esta adaptación puede ocurrir en múltiples escalas: cognitiva, a través del aprendizaje y del desarrollo psicológico; social, al compartir información con nuestro entorno social; y aún también evolutiva, mediante la mutación genética y la selección natural. Cuando los componentes de estos sistemas se descomponen o son eliminados, con frecuencia son capaces de adaptarse y recuperar su grado de funcionamiento previo, y en ocasiones mejorarse a sí mismos. Esto se logra debido a la robustez, la habilidad de resistir a las perturbaciones; la resiliencia, la habilidad de recuperar el estado original luego de una perturbación prolongada; o la adaptación, la habilidad que tiene el sistema para auto recuperarse a fin de mantenerse funcional y sobrevivir. Los sistemas complejos que poseen estas propiedades son conocidos como sistemas complejos adaptativos.

Interdisciplinariedad

las ciencias de la complejidad pueden utilizarse para entender y tratar una gran variedad de sistemas en muchos ámbitos.



Los sistemas complejos aparecen en todos los ámbitos científicos profesionales, incluyendo física, biología, ecología, ciencias sociales, finanzas, negocios, administración, política, psicología, antropología, medicina, ingeniería, tecnología de la información, y otros. Muchas de las últimas tecnologías, desde las redes sociales y tecnologías móviles hasta vehículos autónomos y blockchain, producen sistemas complejos con propiedades emergentes que son esenciales para entender y predecir el bienestar de la sociedad. Un concepto clave de las ciencias de complejidad es la universalidad, la idea de que muchos sistemas en diversos ámbitos presentan fenómenos con características en común que pueden ser descritas usando los mismos modelos científicos. Estos conceptos justifican un nuevo marco de referencia matemático/computacional multidisciplinario.

Métodos

los métodos matemáticos y computacionales son herramientas poderosas para el estudio de los sistemas complejos.

Los sistemas complejos involucran muchas variables y configuraciones que no pueden ser exploradas con la intuición mediante cálculos simples usando papel y lápiz. En vez de ello es necesario casi siempre incorporar la modelación matemática y computacional, combinando una aproximación analítica con simulaciones para poder entender cómo este tipo de sistemas se estructuran y cambian en el tiempo. Con la ayuda de computadoras se puede probar si un conjunto específico de reglas hipotéticas genera efectivamente los comportamientos observados en la naturaleza, y luego el conocimiento de esas reglas puede usarse para generar predicciones de distintos escenarios del estilo “qué pasaría si...”. Las computadoras también pueden ser usadas para analizar los grandes volúmenes de datos que típicamente producen los sistemas complejos de tal manera que se pueden revelar y visualizar los patrones inherentes del sistema que suelen



estar ocultos al ojo humano. Estos métodos computacionales pueden conducir a descubrimientos que ayuden a profundizar nuestra comprensión y apreciación de la naturaleza.

(Serafina Agnello. Versión 1.0 (13 de mayo de 2019) (En Inglés) Traducción al Español: 13 de julio de 2019.)

(Maldonado, C. E. (2020). Educación y grados de libertad: el problema de la Complejidad. Perspectivas desde la complejidad y ciencias sociales, 77.)

Ciencias de la complejidad

Cuando se habla de ciencias de la complejidad se hace referencia a una revolución histórica y científica, es una visión que ha sido iluminada por grandes mentes que han explorado preguntas fundamentales de la ciencias y la existencia misma llevando esta perspectiva a un nivel de incertidumbre que sólo puede ser alcanzada desde unas nuevas ciencias, las ciencias de la complejidad que nos hablan de fenómenos y comportamientos de complejidad creciente, donde encontramos incertidumbre, imprevisibilidad, caos, inestabilidad, no-linealidad, emergencias, etc.

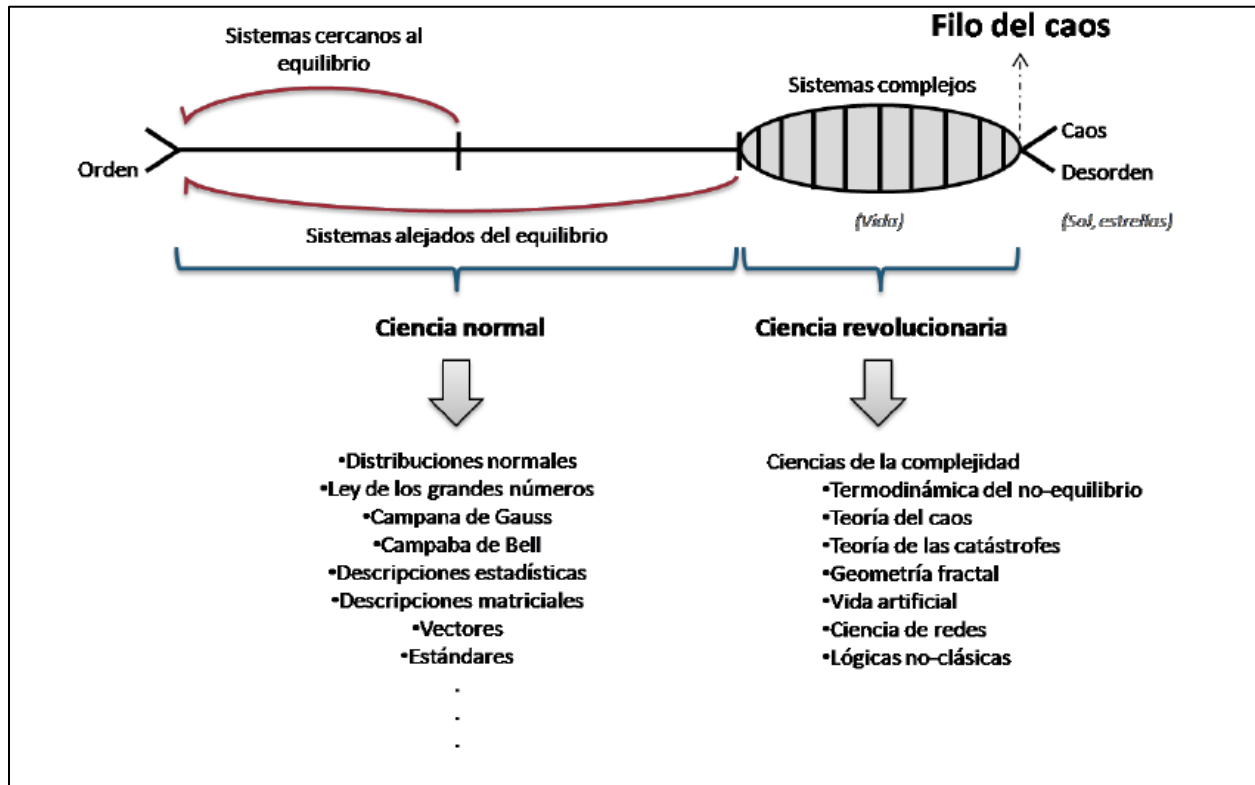
El esquema muestra el espacio que ocupan las ciencias de la complejidad en relación a la considerada ciencia normal, en palabras de Maldonado, “ilustra el espacio de las ciencias de la complejidad relativamente a toda la ciencia normal. Como se aprecia, el espacio más amplio literalmente: es decir, en términos geográficos, demográficos, financieros, administrativos y humanos, por ejemplo-, es el de la ciencia normal. Con este esquema sencillamente queremos poner de manifiesto que las ciencias de la complejidad no se ocupan de todas las cosas, de todos los fenómenos, sistemas y comportamientos. Como sabemos hace ya mucho rato, gracias a la



filosofía de la ciencia, una teoría que lo explica todo no explica nada. (Tal es el caso, por ejemplo, de la numerología, de la astrología y demás).”

Figura 8

El Espacio de las Ciencias de la Complejidad en Contraste con la Ciencia Normal



Fuente: (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

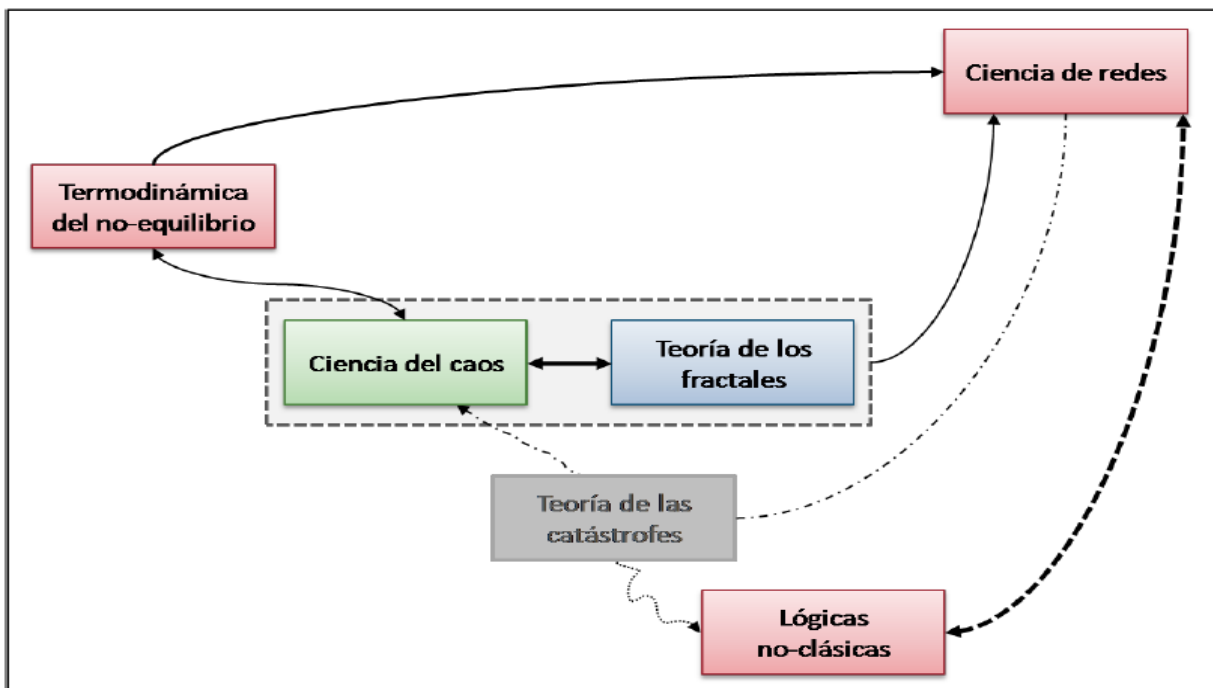
Actualmente, más allá de la enumeración o presentación general de las ciencias de la complejidad, el estado actual del trabajo y de la investigación en este campo.

Las ciencias que aparecen en rojo, termodinámica del no-equilibrio (TNE), ciencia de redes y las lógicas no-clásicas son aquellas que dominan, si cabe la expresión, el trabajo de los complejólogos. Existe una implicación recíproca muy fuerte entre caos y fractales. Sin embargo, ambas han llegado a integrarse en la termodinámica del no equilibrio. Es como decir que actualmente no existen proyectos de investigación o libros serios o artículos sobre caos. La ciencia del caos, por así decirlo, ya dio lo que podía dar (excepto por un campo aún en

exploración, que es el caos no-determinista o también, el caos cuántico; un área sobre la que se encontraba trabajando I. Prigogine en el momento de su fallecimiento). Y precisamente por ello ha llegado a subsumirse en la TNE. Esta afirmación, sin embargo, merece matizarse cuando se piensa en el caos cuántico y subcuántico, un tema que permanece abierto hasta la fecha, en espera de una mejor o mayor cristalización.

Figura 9

Estado Actual de las Ciencias de la Complejidad



Nota: fuente (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)



En el plano de las ciencias tradicionales se esperan soluciones únicas y resultados precisos, además de la capacidad de predicción de los fenómenos estudiados, así se construyó la ciencia clásica, llevando a la sobre simplificación de los modelos de la realidad, por el contrario, con las ciencias de la complejidad se trata de aproximar los resultados con modelos que pueden generar diversos resultados con respecto al problema que se está investigando usando herramientas de la complejidad.

Termodinámica del no equilibrio

Cronológicamente, la primera de las ciencias de la complejidad fue la termodinámica del no-equilibrio, desarrollada por I. Prigogine. En sentido estricto la termodinámica clásica y la termodinámica del no-equilibrio son una sola y misma ciencia que comprende dos momentos: el clásico, que pivota alrededor de la noción de equilibrio y, por tanto, posteriormente, de muerte-, y la nueva □cuyo centro es el no-equilibrio, y en consecuencia la vida-. Las contribuciones de la TNE abarcan desde la física y la química a la biología y los sistemas sociales humanos. Arrojan nuevas y poderosas luces acerca tanto del origen de la vida como sobre la lógica de los sistemas vivos, superando con creces el concepto de “neguentropía” acuñado por E. Schrodinger.

(Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

Teoría del caos

Históricamente, el caos primero teoría, luego ciencia, fue desarrollada por E. Lorenz en los años 1962-64. Pero hubieron de pasar muchos años para que fuera reconocida su importancia. Esta historia está muy bien narrada por J. Gleick. El estudio central del caos estriba en la



identificación de atractores extraños (un concepto acuñado por D. Ruelle). Inicialmente el caos permanece como una teoría de sistemas deterministas. Al cabo del tiempo, su interés se vuelca hacia el caos indeterminista o subcuántico. En el marco del estudio de los comportamientos caóticos los atractores fijos y periódicos sirven como grupos de control, por así decirlo, puesto que la atención se enfoca en los atractores extraños. Puntualmente dicho, los atractores responden a sistemas diferenciales. (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

Teoría de catástrofes

La teoría de catástrofes nace y permanece vinculada durante un tiempo largo a un campo desarrollado también por R. Thom, el cobordismo. Hay que decir que, en cuanto teoría matemática, la teoría de catástrofes prácticamente desaparece. La razón es que, relativamente al caos, resulta una teoría muy costosa en términos de G. de Ockahm. En efecto, mientras que el caos trabaja los sistemas dinámicos con base en tres conceptos: atractores fijos, atractores periódicos y atractores extraños- la teoría de catástrofes proponía siete modelos fundamentales. “catástrofe” es el término empleado para designar sencillamente cambios súbitos, imprevistos, irreversibles. A pesar de que desaparece como una teoría matemática, Thom mismo expresa que la teoría permanece como un lenguaje, a saber: el lenguaje que expresa o en el que se estudian cambios súbitos e irreversibles. (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)



Geometría fractal

La geometría de fractales es, históricamente hablando, la tercera de las ciencias de la complejidad. Existe una fuerte implicación recíproca entre caos y fractales. La razón es que todo atractor extraño tiene en su base una dimensión fractal. Los fractales han resultado de inmensa ayuda en la medición de numerosos sistemas y comportamientos, en ciencias de la salud y economía, en sistemas sociales y en astronomía. (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

Vida artificial

Dentro del modelamiento y la simulación en general, hay tres fenómenos conspicuos que brillan con luz propia: los sistemas biológicos, los sistemas inspirados en la biología y la vida artificial. Cabe incluso □y en eso hemos venido trabajando- sostener la hipótesis de que la vida artificial puede y debe ser comprendida como una de las ciencias de la complejidad.

Históricamente, desde su nacimiento, las ciencias de la complejidad han trabajado, integrado e impulsado activamente dos campos de trabajo paralelos: los algoritmos genéticos (J. Holland), y la vida artificial (Ch. Langton). El nexos entre ambos es el interés manifiesto por la forma en que los sistemas inspirados biológicamente contribuyen a comprender la vida en el planeta, tanto como a prefigurar la vida posible; algo que en el lenguaje técnico se designa como la-vida-tal-y-como-podría-ser (life-as-it-could-be). El crecimiento en este campo es sostenido, sólido y creciente. Pero la vida artificial no trata única ni exclusivamente de construir modelos y realizar simulaciones. La vida artificial trabaja en tres planos complementarios: i) el modelamiento y la simulación de sistemas biológicos (sección actual), ii) la construcción de



sistemas (acaso ingenieriles) capaces de evolucionar, aprender y adaptarse en entornos cambiantes y iii) el estudio de las capacidades de cómputo de los sistemas biológicos y su implementación como nuevas arquitecturas y modelos de computación. Un panorama amplio y a la vez una síntesis propuesta de la investigación y el trabajo en vida artificial son presentados en el esquema 10. Allí se muestra la multiplicidad de líneas de investigación, metodologías y enfoques propios de la vida artificial, así como algunas de sus relaciones con campos cruzados y cercanos como la inteligencia artificial y la teoría de fractales. Cada uno de los subcampos de la vida artificial es, por sí sólo, una línea de investigación en crecimiento constante. (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

Lógicas no clásicas

La ciencia en general siempre ha estado acompañada de, o se ha fundado, en (la) lógica. Sin embargo, en el contexto de las ciencias de la complejidad hablamos de y trabajamos con lógicas no-clásicas. Cabe mencionar que la lógica formal clásica es la lógica matemática o la lógica simbólica, que nace entre 1847 y 1936, con los trabajos de G. Boole y A. De Morgan, hasta Tarski, pasando por las contribuciones de Peano y Frege, entre otras. Antes de esta época, la lógica no existe y permanece como un apéndice de la metafísica. El nacimiento de la lógica independientemente del cuerpo de la filosofía da lugar a la lógica como ciencia autónoma, independiente-. Dicho de manera genérica, las lógicas no-clásicas nacen, en unos casos, debido a que los procesos de formalización de la lógica formal eran demasiado estrechos, y en otros, por el contrario, debido a que eran demasiado laxos. Las lógicas no clásicas ponen, de entrada, claramente sobre la mesa, a plena luz del día, una idea escandalosa cuando se la mira con los



ojos de la tradición occidental: no hay una única lógica de la verdad (there is no one true logics).

Ahora bien, ningún autor lo ha establecido de esta manera: presentamos la hipótesis según la cual las lógicas no-clásicas son una de las ciencias de la complejidad. Esta hipótesis cuenta ya con algunos avances de parte nuestra. (Leal, C. P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 6(1), 53-54.)

Ciencia de redes (redes complejas)

La ciencia de redes complejas, desarrollada originariamente por D. Watts, L. Barabasi y S. Strogatz entre los años 2001 y 2003, constituye la quinta de las ciencias de la complejidad. Un rasgo fundamental de las ciencias de la complejidad estriba exactamente en este punto:

a la pregunta “qué es complejidad?” o “porque sucede la complejidad?”, por ejemplo, las ciencias de la complejidad no aportan en marcado contraste con la ciencia clásica- una sola respuesta. Por el contrario, se aportan diversas respuestas. Lo que es importante tener en cuenta, sin embargo, es que no es verdad que cualquier respuesta sea posible o aceptada. Digamos, en passant, que no por ser caotólogo o por trabajar en redes complejas, por ejemplo, se es entonces necesariamente complejólogo. Pero al trabajar en complejidad entonces si es posible atravesar por termodinámica del no-equilibrio, caos, fractales, catástrofes o redes complejas. De manera genérica, y, sin embargo, muy puntual, la pregunta rectora en el contexto del estudio de las redes complejas no es ya, por primera vez en la historia: ¿Qué tan grande y amplio es el mundo?, sino: ¿Cuáles son los grados de distancia que separan a un punto de partida cualquiera de un target determinado? Pues bien, la teoría establece que son seis grados de separación o menos. (Leal, C.



P. (2012). El mundo de las ciencias de la complejidad: una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 6(1), 53-54.)

La ciencia de redes desde su surgimiento en el siglo XVIII gracias al matemático Leonhard Euler cuando de manera prodigiosa logro resolver el problema de los puentes de los siete puentes de Königsberg, y así empezó un movimiento de estudio alrededor de este tema que con el paso del tiempo ha ido encontrando cada vez más implicaciones y comportamientos en la naturaleza y en las mismas relaciones humanas que pueden ser estudiados a la luz de los grafos, nodos y aristas, los cuales son objetos matemáticos usados en la configuración y análisis de redes, para (Cano, N. R. (2018)) “La ciencia de las redes, según Duncan Watts, \es la ciencia del mundo real, del mundo en el que viven los seres humanos de la amistad, de los rumores, de las enfermedades, de las tendencias y modas culturales y de las crisis financieras" (Watts, Seis grados de separación. La ciencia de las redes en la era del acceso, 2006). Se trata de una manera distinta de ver el mundo, donde las unidades dinámicas de un sistema y sus interacciones se sustituyen por los vértices y las aristas de un grafo, hecho que permite pasar de los niveles individuales a las agrupaciones colectivas menos conflictivamente que otros formalismos" (Reynoso, 2008), a través de una monumental abstracción de la realidad, en la cual se desprecian los detalles y prima lo esencial, la idea es resumir la gran cantidad de detalles característicos del sistema a la simple existencia o no de un vínculo entre vértices, de que sea posible obtener representaciones extremadamente sencillas de fenómenos extremadamente complejos como nuestra sociedad, la World Wide Web e incluso el cerebro humano, en consecuencia, este enfoque meramente topológico, condujo a la ciencia de redes hasta el discernimiento de propiedades aparentemente universales como el fenómeno del mundo pequeño y las redes libres de escala, características inherentes que se derivan de sistemas particularmente complejos.”



(Cano, N. R. (2018). Introducción a las redes complejas: El modelo del mundo pequeño. Revista Entornos, 31(2), 60-64.)

Dentro de las redes complejas se encontró un tipo de red especial y diferente, como menciona (Perdomo. 2019): “En 1999 Albert y Barabási, tomando la arquitectura de grafos propuesta por Euler y las matemáticas de Erdos y Rényi para las redes aleatorias, realizan un trabajo donde comprueban la existencia de otro tipo de red, que no es aleatoria y que muestra particularidades no determinadas en trabajos anteriores pero que es muy común en el mundo real. Estas redes se conocen como redes libres de escala; las características fundamentales de estas redes son: a). La red se expande continuamente de acuerdo a la adición de nuevos nodos, b.) estos nodos se conectan preferencialmente, es decir, muchos nodos con pocas conexiones y muy pocos nodos con muchas conexiones, estos últimos nodos denominados hubs, c) su distribución de grados sigue una ley de potencia (Barabási & Albert, 1999). Estas redes libres de escala, son de marcada relevancia para esta investigación, debido a que son (junto con los fractales), una de las formas de la complejidad (Davis & Sumara, 2008a).

Las redes complejas, comparten algunas características básicas comunes a saber, (Turrubiates. 2007): “Las redes complejas, que representan sistemas complejos diferentes, comparten ciertas propiedades además de su gran tamaño, estas propiedades son [Hayes 2000b]:
Tienden a ser esparcidas: tienden a tener relativamente pocas aristas en comparación con el gran número de nodos n , en general el número de aristas es más cercano a n que al número máximo de aristas que pueden existir.

Tienden a ser agrupadas: las aristas en el grafo no están distribuidas uniformemente, pero tienden a formar grupos.



Tienden a tener diámetro pequeño: la ruta más larga de las cortas que atraviesan a una red compleja, puede estar alrededor de $\log n$, valor que es mucho más chico que n .

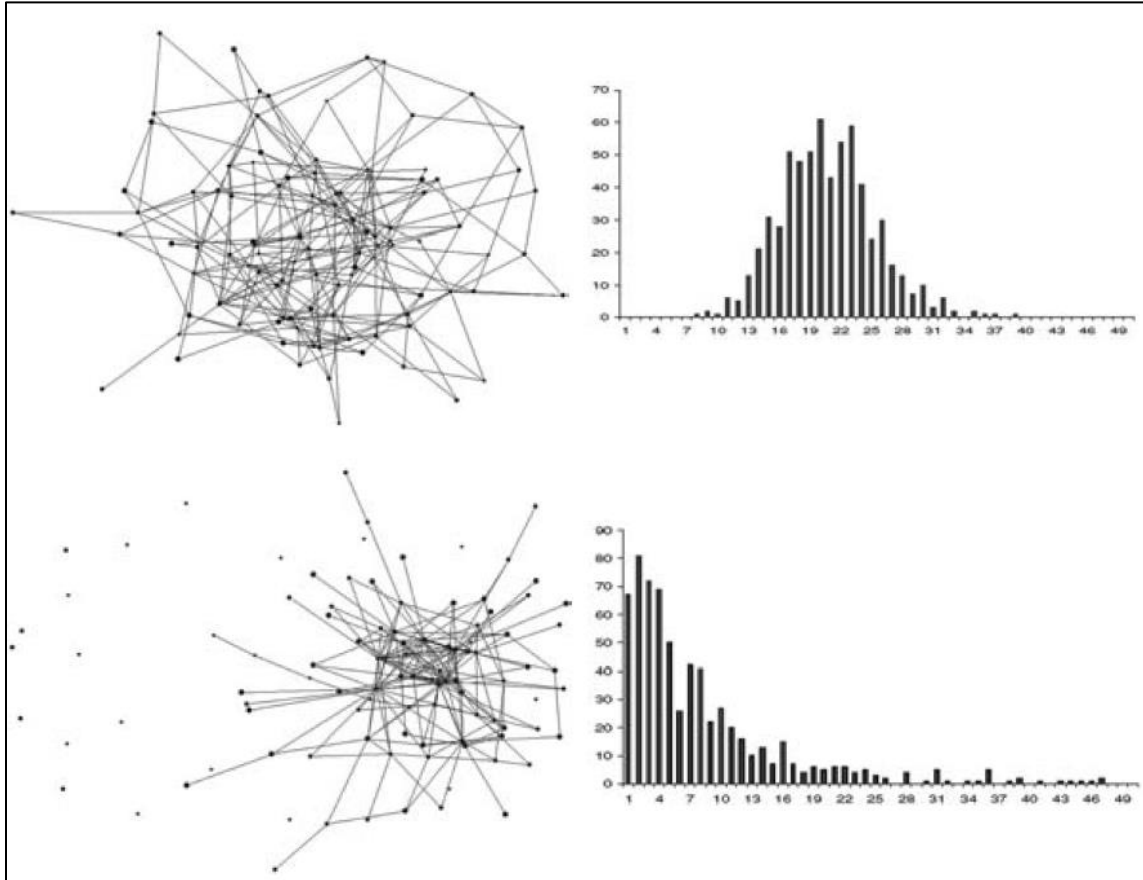
Tienen una secuencia de grado: conocida como distribución del grado, esta propiedad describe el patrón de conexión de los nodos.” (Turrubiates López, T. (2007). Clasificación de redes complejas usando funciones de caracterización que permitan discriminar entre redes aleatorias, power-law y exponenciales.)

Para el caso de los sistemas complejos, interesa el hecho particular del comportamiento de las redes complejas libres de escala, es decir, como descubrieron los matemáticos analizando redes reales, y según (Reynoso. 2008): “En todo el siglo XIX y en los primeros años del XX las redes se consideraban a veces como si fueran regulares y otras como si fueran euclidianas en aras de la simplicidad. Más tarde, durante las cuatro últimas décadas, la ciencia trató la mayor parte de las redes empíricas —siguiendo a Erdős y Rényi— como si fueran aleatorias. Podrá decirse que fue un mal necesario; la simplicidad de esta estrategia hizo que floreciera la teoría de grafos y que surgiera una rama de las matemáticas especializada en redes aleatorias (ER). Las redes ER son exponenciales: tienen un pico en un valor promedio y su caída es abrupta. En este modelo, todos los nodos tienen aproximadamente.

La misma cantidad de vínculos, lo que resulta en una distribución de Poisson en forma de campana, como se muestra en la figura 9 (b). Albert-László Barabási, Eric Bonabeau, Hawoong Jeong y Réka Albert se embarcaron en 1998 en un proyecto para trazar el mapa de la Web, pensando que iban a encontrar una red aleatoria.

Figura 10

Red Aleatoria (a, b) y Red Independiente de Escala (c, d)



Las mediciones, empero, refutaron esa expectativa: la totalidad de la Web se sustentaba en unas pocas páginas altamente conectadas que en el modelo se identificaron como hubs. La gran mayoría de los nodos, que comprendían más de 80% de las páginas, tenía poquísimos vínculos: menos de cuatro. Entre ambos extremos estaban representadas todas las frecuencias posibles, o casi. Contando el número de páginas con exactamente k vínculos, resultó evidente que la distribución seguía un patrón de ley de potencia: la probabilidad de que un nodo



estuviera conectado a k otros nodos eran proporcionales a $1/kn$. Cuando hay una distribución de ley de potencia, hay también independencia de escala, como después se verá: no hay una medida típica ni hay valores promedios que describen el conjunto. Para la estadística tradicional, esos sistemas son casi intratables. Por añadidura, las redes LE obedecen leyes de escala características de los sistemas que se auto-organizan.” (Hacia la complejidad por la vía de las redes. Nuevas lecciones epistemológicas, Carlos Reynoso, Desacatos. Revista de Ciencias Sociales 2008, (28))

El estudio y análisis de las redes se puede asociar a sus principales propiedades (Zafrilla. 2007): “Distribución de Grados (o vecinos) $P(k)$: Probabilidad de que un nodo escogido al azar tenga k conexiones (o vecinos).

Coeficiente de Clustering ó Transitividad C : Probabilidad de que dos nodos conectados directamente a un tercer nodo, estén conectados entre sí.

Longitud Mínima L_{ij} entre dos nodos v_i y v_j : Número mínimo de saltos necesarios para llegar de un nodo v_i a otro nodo v_j de la red.

Longitud Promedio de la Red L : Promedio de las longitudes mínimas L_{ij} entre todas las posibles parejas de nodos (v_i, v_j) de la red.”. (Benito Zafrilla, R. M., Cárdenas Villalobos, J. P., & Mouronte López, M. L. (2007). Redes Complejas: El nuevo paradigma. Sociedad de la Información, Tecnología e Información Bulletin (Fundación Telefónica), Madrid.)

Ciencia de datos

La ciencia de datos trabaja con teorías y técnicas provenientes de diversas ciencias y disciplinas. Así, notablemente, trabaja y se alimenta desde las matemáticas, la estadística, las tecnologías de la información, las ciencias de la computación, la minería de datos, la



visualización, el aprendizaje de máquinas, la inteligencia artificial, y no en última instancia también la vida artificial. Algunas de las herramientas habituales con que trabaja, y que a la vez produce, son infografías, diversos gráficos, cartogramas, percepción visual, y otros. La complejidad del mundo actual se corresponde exactamente con la complejidad misma de la información. Y para ello, es preciso combinar fortalezas, conocimientos, aprendizajes diversos: método científico y matemáticas, estadística y computación avanzada, visualización y mentalidad de hacker, experticia en dominios de internet y datos e ingeniería de datos. Como puede deducirse, estamos ante temas que no son precisamente del dominio público de todos los días. Y, sin embargo, son las formas como se trabaja y se gestiona en términos de datos enormes. La complejidad de nuestra época es magnífica y a todas luces, apasionante. El crecimiento de la información es verdaderamente formidable. Este punto se corresponde perfectamente con los aspectos mencionados al comienzo de este libro acerca del enorme número de científicos, ingenieros e investigadores existentes hoy día, y al hecho de que en el presente que vivimos sabemos mucho más que todo lo sabido durante los anteriores siglos de historia humana. De manera específica, el manejo de datos es exactamente el manejo de los componentes de la realidad y del mundo. Y la sociedad debe poder prepararse para estas nuevas realidades y circunstancias. (Maldonado, Carlos. (2015). Introducción al pensamiento científico de punta, hoy.)

Minería de datos

La minería de datos, es una técnica de análisis que usa diferentes algoritmos y procedimientos de análisis de datos con el fin de encontrar relaciones, extrapolaciones o



predicciones a partir de gran cantidad de datos, logrando alcances mucho más allá del análisis estadístico tradicional.

Según (José Hernández Orallo, M^a José Ramírez Quintana, Cèsar Ferri Ramírez), “En [Witten & Frank 2000] se define la minería de datos como el proceso de extraer conocimiento útil y comprensible, previamente desconocido, desde grandes cantidades de datos almacenados en distintos formatos. Es decir, la tarea fundamental de la minería de datos es encontrar modelos inteligentes a partir de los datos. Para que este proceso sea efectivo debería ser automático o semiautomático (asistido) y el uso de los patrones descubiertos debería ayudar a tomar decisiones más seguras que reporten, por tanto, algún beneficio a la organización. Por lo tanto, dos son los retos de la minería de datos: por un lado, trabajar con grandes volúmenes de datos, procedentes mayoritariamente de sistemas de información, con los problemas que ello conlleva (ruido, datos ausentes, intratabilidad, volatilidad de los datos...), y por el otro usar técnicas adecuadas para analizar los mismos y extraer conocimiento novedoso y útil. En muchos casos la utilidad del conocimiento minado está íntimamente relacionada con la comprensibilidad del modelo inferido. No debemos olvidar que, generalmente, el usuario final no tiene por qué ser un experto en las técnicas de minería de datos, ni tampoco puede perder mucho tiempo interpretando los resultados. Por ello, en muchas aplicaciones es importante hacer que la información descubierta sea más comprensible por los humanos (por ejemplo, usando representaciones gráficas, convirtiendo los patrones a lenguaje natural o utilizando técnicas de visualización de los datos). De una manera simplista pero ambiciosa, podríamos decir que el objetivo de la minería de datos es convertir datos en conocimiento. Este objetivo no es sólo ambicioso sino muy amplio.” (Hernández Orallo, J. (2004). Introducción a la Minería de Datos.)



A manera de ejemplo, algunas de las herramientas más utilizadas para hacer minería de datos son: Weka, Orange, Xplenty, Matlab, Rapid Miner, Teradata, Revolution, Dundas.

Sistemas adaptativos complejos

Cuando un conjunto de agentes (una bandada, por ejemplo) interactúa e intenta adaptarse colectivamente a su entorno, hablamos de un Sistema Adaptativo Complejo o SAC. Un SAC es un sistema dinámico, que presenta una tendencia a la autoorganización y es capaz de aprender de la experiencia. (Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.), con este postulado podemos sintetizar como características importantes de un SAC la autoorganización y el autoaprendizaje, lo mismo que el principio de adaptabilidad con el medio.

La teoría de los sistemas adaptativos complejos (CAS) ofrece nuevas perspectivas sobre la naturaleza del aprendizaje en las aulas escolares. En CAS como redes sociales, ciudades, sistemas de tráfico y colonias de insectos, la innovación y el cambio son ocasionados a través de emergencia no lineal de abajo hacia arriba en lugar de un control lineal de arriba hacia abajo. (Knight, B. (2021). Classroom as Complex Adaptive System and the Emergence of Learning. In Pedagogy-Challenges, Recent Advances, New Perspectives, and Applications. IntechOpen.), con esta apreciación del autor sobre el tema, se comprende el aula de clase como un sistema complejo. De hecho, el acto educativo como tal es un SAC, ya que aquí se presentan todas las características de los sistemas complejos; es muy normal que una clase termine en un punto no planeado, que los estudiantes terminen organizados de una forma no premeditada, que ellos mismos establezcan asociaciones mutuas no predichas, es decir, la educación definitivamente es un sistema complejo y el aula por lo tanto un sistema adaptativo complejo (SAC).



Actores en un sistema adaptativo complejo:

- Agentes

Son entidades con la capacidad de interactuar con su medio y con otros agentes.

Evolucionan al aprender de su experiencia y generan conducta de conjunto, a partir de su interacción. Les caracterizan su localización (dónde operan), capacidades (cómo pueden afectar al mundo) y memoria (las impresiones que cargan de su pasado).

- Estrategias

La forma en la que un agente responde a su entorno y persigue sus metas. Estas metas cambian en el tiempo, en función de tres criterios: por el contraste con alguna medida de éxito, por observación de las estrategias de otros agentes o por simple prueba y error.

- Entorno

El espacio en el que interactúan los agentes y ponen en juego sus estrategias.

- Población

Un conjunto de agentes. Dos agentes forman parte de una misma población si una estrategia empleada por uno puede ser empleada por el otro. La población misma es parte del entorno para cada agente, fuente de aprendizaje y recipiente de toda nueva mejor práctica.

(Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.)

Las propiedades de un sistema complejo adaptativo:

- Relaciones de corto alcance.



La información es recibida de agentes cercanos (un ganso no ve toda la bandada, solo a sus vecinos). La interacción hará que la información atraviese el sistema, pero pueda ser modificada en su trayecto.

- Relaciones no lineales:

Un estímulo puede tener un gran efecto o pasar desapercibido: su efecto depende del número e importancia de otros estímulos que se estén propagando en el sistema.

- Las estrategias dependen de las estrategias de otros:

las acciones de cada agente afectan a otros, así como a sí mismo, lo cual afecta la actuación de dicho agente en el futuro. Gran parte del entorno percibido por cada agente está formado por sus interacciones con otros agentes, los cuales están a su vez adaptándose y evolucionando. Al revisar cada agente sus estrategias, cambia continuamente el contexto en el que otros agentes están tratando de adaptarse.

- Es un sistema abierto.

Materia, energía e información están constantemente entrando y saliendo del sistema en un flujo permanente que les permite auto organizarse e interactuar con el entorno.

- El conocimiento es local.

Ningún agente puede saber lo que está ocurriendo con el sistema como un todo, ni puede controlar todo el sistema: esto es imposible pues la complejidad nace de las interacciones entre agentes.

(Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.)

Con base en las características anteriores, un salón de clase es un SAC si los agentes (estudiantes) se relacionan entre sí, si las preguntas o las actividades o los aportes de algún



agente son fuente de cambio de dinámica interna (relación con el efecto mariposa), además, si es autoorganizativo y por ser ligeramente caótico, los agentes solo conocen su estado o realidad cognitiva, pero desconocen el estado de los demás agentes.

En el esquema tradicional, la clase como tal, manejada por un solo agente y con pocas o ninguna interacción no puede ser un SAC, no es posible una emergencia ya que todo el sistema está controlado y el docente espera resultados premeditados. En síntesis, una clase tradicional jamás tendrá características de SAC.

Ahora, ¿cuáles son esas reglas que permiten convertir a la clase tradicional en un SAC? ¿para dar respuesta a este interrogante Margery propone 7 atractores extraños a saber:

- Regla No 1: «El agente altruista»:

Cuando un jugador mira a su alrededor, lo que más ve son otros jugadores; si pudiéramos ver a través de los ojos de una paloma de la bandada, lo que más veríamos serían otras palomas. Hemos señalado que, en un SAC, gran parte del entorno de cada agente son sus interacciones con otros agentes, y lo que hace cada uno afecta a todos los demás. En la clase normal cada quien puede ocuparse de lo suyo. En la clase SAC la interacción es la norma. Esto se traduce en la «regla del agente altruista», según la cual, una de las misiones críticas de cada estudiante es ayudar a aprender a los demás.

- Regla No 2: «El agente egoísta»:

Cualquiera que haya tenido que preparar una clase, sabe que la mejor manera de aprender sobre un tema es tener que enseñarlo. La regla del agente altruista es, paradójicamente, la base de esta segunda regla, la del agente egoísta, la que dice que ayudar a otros a aprender es la mejor manera de aprender uno mismo.



- Regla No 3: «Transferir los aprendizajes»:

En un SAC, la población de agentes no está «encerrada en una burbuja», sino que interactúa todo el tiempo con su entorno, aprendiendo, experimentando y enfrentando un futuro incierto. Traducido al contexto de la clase, la regla de la transferencia pide que cada estudiante aplique los saberes del curso a su realidad laboral o vital.

- Regla No 4: «La curiosidad disciplinada»:

El SAC es un sistema abierto y la transferencia aula-trabajo empuja la apertura permanente a la investigación de parte de estudiantes y docentes. Es esencial que cada miembro del SAC se mantenga en una actitud de apertura, de estar siempre indagando y probando cosas nuevas. La curiosidad, al ser disciplinada, implica plantearse objetivos, aplicar herramientas a la realidad y observar el resultado: se convierte en investigación.

- Regla No 5: «La mediación»:

En el SAC la interacción es esencial. En la clase SAC, es muy importante que cada estudiante cuente con posibilidades de comunicación, participación y herramientas para sistematizar y comunicar sus aprendizajes efectivamente. Con la «regla de la mediación» encontramos la importancia de utilizar herramientas como los portafolios de aprendizaje para facilitar la labor de sistematización y comunicación de saberes entre estudiantes.

- Regla No 6: «El entorno complicado»:

Cada agente de la clase debe lidiar con diferentes tipos de actores: sus pares (los otros alumnos de la clase), sus amigos (un tipo especial de par, con el que se tiene una relación más estrecha de amistad), el docente, las contrapartes (representantes de las organizaciones en las que están transfiriendo y aplicando los aprendizajes del curso) y los invitados que frecuentemente participan en la clase con algún tema especial. Es un entorno complicado por el número y tipo de



personajes que participan en la clase. Cada estudiante debe, en función de su estilo y estrategias, dar respuesta a estos actores. Aunque enfocado en el ámbito laboral, un estudio muy interesante sobre la red vincular que acompaña a cada agente (Muller y otros, 2016) destaca el impacto que tienen en el involucramiento y disfrute de la tarea de cada agente sus pares, sus amigos y su jefatura (en orden decreciente de importancia).

- Regla No 7: De la «no linealidad»:

La realidad no siempre es proporcional. Todos conocemos el caso del comentario inocente que produce un gran escándalo, o el gran esfuerzo organizacional que no produce ningún cambio. La regla de la no linealidad señala que, en un SAC, pequeñas iniciativas pueden tener gran impacto.

(Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.)

Siete aprendizajes de la «clase SAC:

- El SAC recupera a Vygotsky: Vygotsky señala que, entre lo que podemos aprender solos y lo que aún no estamos listos para aprender, hay un gran espacio: lo que podemos aprender con ayuda de otros (Holzman, 2009). La noción de «potencial» en la ZDP, indica que la atención no está puesta en lo que el estudiante es capaz de hacer por cuenta propia, sino en lo que potencialmente sería capaz de alcanzar, de ir más allá, gracias al apoyo colaborativo de sus pares.
- Los cuadernos no sirven en el SAC: En medio de una clase en la que se deben plantear preguntas, transferir al contexto laboral, sistematizar aprendizajes y ayudar a otros a aprender, el cuaderno es insuficiente.



- EL SAC sabe de neurociencia: una idea clave de la neurociencia aplicada a la educación es que «El aprendizaje complejo se incrementa por el desafío y se inhibe por la amenaza». Entonces, aprendemos de manera óptima y hacemos el máximo de conexiones al ser desafiados en un entorno que estimula el asumir riesgos.
- ¿Cómo se evalúa a la bandada? convertir la evaluación en un espacio de aprendizaje para estudiantes y docentes; Incorporar la autoevaluación (apoyando la regla no 8).; Alinear la evaluación con las «reglas SAC». En particular las reglas No.1 y No. 2 (desarrollar el aprendizaje a través de la misión de enseñar a otros) y no 3 (aprender óptimamente al transferir saberes del aula al contexto vital o laboral).
- La visión termodinámica: llevar a la clase a la zona «ZDP/SAC» demanda diseño, acordar guías para la acción (atractores extraños) con los estudiantes, poner atención a la interacción y la transferencia, etc. Es decir, alcanzar un nivel más sofisticado de aprendizaje demanda un buen diseño y consume una cantidad importante de energía extra.
- Un antídoto para la era de la distracción: La clase SAC es un buen antídoto para este fenómeno, pues no es aceptable el estudiante «desconectado» (ni tampoco es posible desconectarse mucho por la presión social que ejerce el entorno colaborativo).
- Tres componentes del aprendizaje SAC: Intentar despertar el alma de la bandada y el aprendizaje colaborativo nos conduce a proponer que se aprende óptimamente mediante tres comportamientos: ayudando a otros a aprender, transfiriendo los aprendizajes fuera del aula y aplicando el protocolo fantasma (practicando la metacognición para autorregular el aprendizaje).



(Margery Bertoglia, E. (2010). Complejidad, transdisciplinariedad y competencias: cinco viñetas pedagógicas (No. 153.4 M328c). Uruk.)

Tecnología

Desde la visión de Rammert Werner, “La tecnología se define usualmente como el conjunto de herramientas hechas por el hombre, como los medios eficientes para un fin, o como el conjunto de artefactos materiales. Pero la tecnología también contiene prácticas instrumentales, como la creación, fabricación y uso de los medios y las máquinas; incluye el conjunto material y no-material de hechos técnicos; está íntimamente conectada con las necesidades institucionalizadas y los fines previstos a los cuales las tecnologías sirven”

(Rammert, Werner. (2001). La tecnología: Sus formas y las diferencias de los medios. Hacia una teoría social pragmática de la tecnificación. Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, ISSN 1138-9788, N°. 5, 2001, pag. 80.)

Internet

Internet es una gran red internacional de ordenadores. (Es, mejor dicho, una red de redes, como veremos más adelante). Permite, como todas las redes, compartir recursos. Es decir: mediante el ordenador, establecer una comunicación inmediata con cualquier parte del mundo para obtener información sobre un tema que nos interesa, ver los fondos de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos, o conseguir un programa o un juego determinado para nuestro ordenador. En definitiva: establecer vínculos comunicativos con millones de personas de todo el mundo, bien sea para fines académicos o de investigación, o personales.



(De la Cuadra, E. (1996). Internet: conceptos básicos. Cuadernos de documentación multimedia, 5, 35.), para este autor, el internet es el vínculo para establecer comunicación con cualquier región, empresa, persona, sociedad, etc. de una manera veloz y con fines variados.

Actualmente, en una sociedad globalizada, el internet se hace imprescindible para la humanidad, es el puente para el encuentro con otras culturas, es el medio por el cual las economías, la política, la educación, etc. entrelazan información y posibilitan el progreso humano.

Al respecto del origen de este concepto podemos referir que se dio a partir de algo conocido como Arpanet. el siguiente párrafo aclara este término

Arpanet: una red informática puede ser establecida entre dos ordenadores. No es necesario, para ser considerada "red", más que dos o más ordenadores comunicados, de modo que puedan compartir recursos. Es lo que se llama una LAN: Local Área Network, o Red de Área Local. Por ejemplo, todos los ordenadores de una empresa. (De la Cuadra, E. (1996). Internet: conceptos básicos. Cuadernos de documentación multimedia, 5, 35.), con este postulado, es posible comprender que basta con que dos máquinas estén interconectadas para que fluya la información y aparezca el internet.

Actualmente, existen a nivel mundial enormes redes de computadoras enlazadas vía internet, constituyendo lo que llamamos la malla global de las comunicaciones.

En 1983 nace Internet, con un gran número de usuarios y un crecimiento vertiginoso. Al unirse otros países y otras organizaciones, el DNS (que luego veremos) debe modificarse. A los nombres anteriormente existentes, se le añaden los identificadores del país en cuestión.



Microbit

La plataforma educativa para apoyar las lecciones en las áreas STEAM y que ayuda a la introducción de habilidades de pensamiento computacional, utilizada en la investigación fue la Microbit: programación con makecode; las tarjetas Microbit, fueron creadas en el año 2012, como parte del programa, la BBC (cadena pública 40 británica) donde lanzó el proyecto educativo de conocimiento en Informática, las tarjetas Microbit, en consonancia con otras compañías tecnológicas de gran importancia para acercar a los colegios de manera económica los recursos necesarios para el aprendizaje básico de programación. (Bocanegra-García, N. C. (2021). El Pensamiento Computacional con las Tarjetas Micro.)

La Microbit es una pequeña placa, de desarrollo de open hardware que permite ejecutar código en ella y tener acceso a todo el hardware para poder interactuar con ella. Este pequeño dispositivo incorpora una matriz de 5x5 leds que pueden mostrar mensajes de una manera relativamente sencilla. También tiene dos botones programables que pueden utilizarse para interactuar con el microcontrolador. Incluye acelerómetro, brújula, una antena bluetooth de bajo consumo de energía, sensor de temperatura e incluso permite realizar transmisiones de comunicación vía radio con una antena de 2,4GHz, de manera que se puede comunicar inalámbricamente con otras tarjetas Microbit.

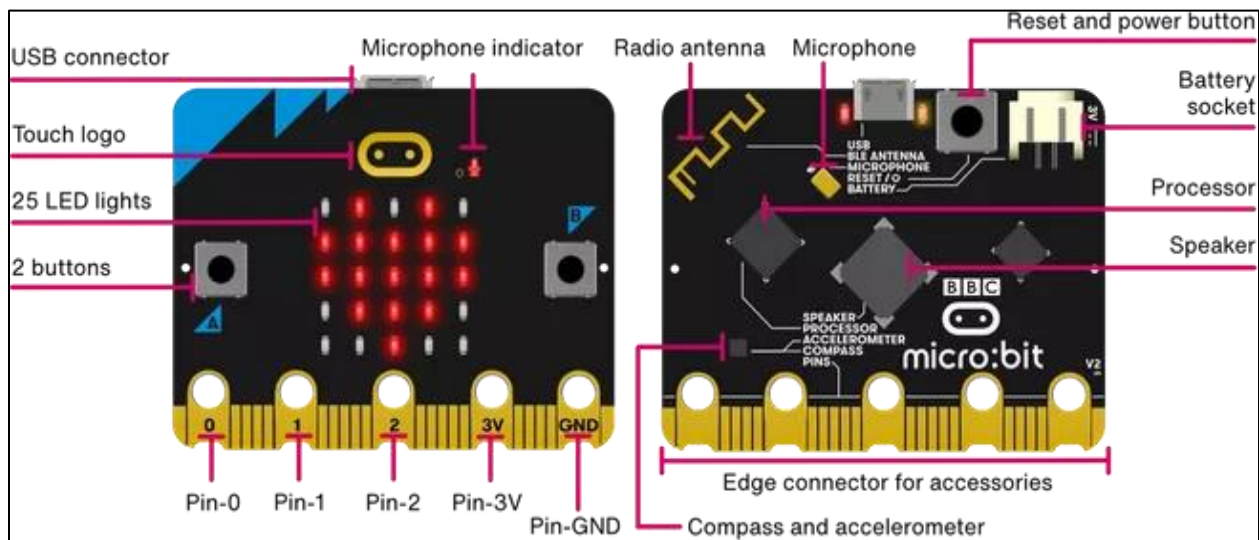
El Microcontrolador que tiene las siguientes características:

- 16 MHz 32 bits ARM Cortex M0 CPU
- 2 botones programables.
- 19 GPIO I/O de las cuales 6 cuentan con conversor A/D (10 bits), se programan

- 3 señales PWM simultáneamente
- Además está preparado para trabajar con protocolos de comunicación I2C y SPI.

Figura 11

Placa Micro Bit



Nota.: fuente (María Alegre, 2017)

También cuenta con un puerto mini USB, desde el cual se puede conectar a nuestro PC para poder programar, como veremos más adelante, de una forma muy sencilla. También tenemos un conector para poder introducir alimentación mediante una porta pilas 2xAA, aunque también dispone de un par de pines donde podemos soldar unos cables o una porta pilas para una batería tipo CR2032, los elementos principales se encuentran marcados. De esta manera, el estudiante también puede empezar a familiarizarse con el hardware. BBC Microbit dispone de 25 conexiones externas en el borde de la placa, a las cuales nos referimos como pins. Tiene 5 pins más grandes y otros 20 que son más pequeños. Realizar la conexión con los pins más grandes es



relativamente sencillo e incluso se pueden gastar pinzas de cocodrilo. Pero a la hora de conectar los pins pequeños, podemos tener algún problema.

(Bocanegra-García, N. C. (2021). El Pensamiento Computacional con las Tarjetas Micro.)

Sensores

¿Qué son los sensores?, “la palabra sensor viene de la raíz latina sentire, que significa percibir. El sensor es considerado como el dispositivo que responde a un estímulo o ante una determinada entrada, y genera una respuesta procesable; esta es referida como mensurando. La respuesta entregada generalmente es una señal eléctrica. El sensor empezó con la necesidad de cuantificar las variables y es, quizás, el de temperatura el primero en expandir su uso, su surgimiento se remonta al Renacimiento. Debido a que el calor es una medida de energía en un cuerpo o material, cuanta más energía, más caliente está. Pero, desafortunadamente, las propiedades físicas de masa y dimensión eran difíciles de medir. Muchos de los métodos eran indirectos; es decir que para determinar estas variables era necesario observar el efecto que el calor tenía en un objeto y así se deducía la temperatura de este. El termómetro, como lo conocemos, fue inventado en 1612 en lo que ahora es Italia, por Santorio Santorii. El sensor de temperatura bimetalico fue inventado en el siglo XIX; sin embargo, la electricidad fue una excitante área de investigación y los científicos pronto descubrieron que los metales variaban su resistencia y su conductividad. De ahí que Thomas Johann Seebeck, en 1821, descubriera que se creaba un voltaje cuando la unión de dos metales distintos era ubicada en una temperatura diferente. Más tarde, Peltier descubrió que el efecto del termopar era reversible y podría ser usado con cierta variación como actuador (OMEGA, 2015). En 1930 el primer termostato de



alta temperatura fue introducido al mercado, no obstante, en 1960 fue desarrollado el primer sensor inteligente por Honeywell. Este nació como una solución al problema de compensación de temperatura para el sistema de aire en los aviones DC9; estaba formado por dos piezorresistores que medían la presión y dos capacitores para crear un desplazamiento de fase. Estos elementos estaban realimentados y conectados a un inversor para crear un oscilador. La frecuencia de salida era proporcional a la constante de tiempo y por ende a la presión (Custodio, Bragos y Pallas, 1999). Tiempo después, Toyota Research presentó otro sensor de presión, similar al desarrollado por Honeywell. Ambas empresas, sin imaginárselo, estaban empezando una revolución sin precedentes en la tecnología de sensado, que aún continúa. En los últimos años, los sistemas automatizados que realicen diferentes operaciones han tenido un progreso importante, y es de resaltar que los sensores, además de estar presentes en muchas partes de estos sistemas, desempeñan un papel fundamental en su funcionamiento. El sensor está tomando un lugar más importante en las interacciones diarias que cualquier otro dispositivo. Además, se está convirtiendo en parte integral del crecimiento y desarrollo tecnológico. Específicamente, cada aplicación demanda de varios requerimientos, dentro de los cuales existe por lo menos un sensor que forma parte del sistema. Sin embargo, independientemente de la aplicación, todos los sensores tienen el mismo objetivo: lograr una lectura precisa y estable del mesurando objetivo. De esta manera, la tecnología de sensores ha tenido un crecimiento significativo en el campo de la física, química y la biología. Hoy, los sensores están encontrando un rol más prominente, la necesidad de aparatos para hacer la vida mejor, más fácil y segura es demasiado fuerte. Estos se utilizan en aplicaciones como: monitoreo ambiental, diagnóstico y atención médica, industria manufacturera y automotriz, electrodomésticos, defensa y seguridad, algunos juguetes, entre otros.”. (Vargas, A. M. N., &



Jaramillo, I. (2018). La industria de sensores en Colombia. *Tecnura: Tecnología y Cultura*
Afirmando el Conocimiento, 22(57), 44-54.).

Simuladores

Los simuladores son herramientas que permiten el aprendizaje de forma interactiva, imitando o reflejando comportamientos del mundo real, así, una definición seria, “Son objetos de aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento (Peña y Alemán, 2013). Según Fatela: “Los simuladores digitales son aplicaciones interactivas que simulan situaciones de experimentos físicos reales o que ilustran temas matemáticos” (Fatela, 2012:1). Los simuladores son programas que representan un modelo o entorno dinámico y en que a través de gráficos o animaciones facilitan al estudiante la visión de lo que ocurre en el entorno que se está simulando, de forma que modificando de manera interactiva las características del entorno puede comprender mejor lo que sucede en el entorno que está intentando conocer. Dada la actualización de la tecnología, siempre debemos estar en busca de nuevos simuladores que sean más efectivos e interesantes. (Ortega, 2001).”. (Pinzón, J. E. D. (2018). Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30.)

Inteligencia artificial

¿Qué es exactamente la inteligencia artificial?



Si alguien te preguntara cuál es tu definición de la IA [Inteligencia Artificial] ¿qué le dirías?

La respuesta es complicada ya que la inteligencia artificial es un tema complejo. Por esa razón, podemos encontrar distintas definiciones acerca de ella.

Para Rouhiainen la IA es:

“En mis seminarios, intentó simplificar el tema definiendo la IA como «la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana». Pero, para brindar una definición más detallada, podríamos decir que la IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Sin embargo, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez. Asimismo, la proporción de errores es significativamente menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas.

Las tecnologías basadas en la IA ya están siendo utilizadas para ayudar a los humanos a beneficiarse de mejoras significativas y disfrutar de una mayor eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida. Pero el gran crecimiento de la IA también nos obliga a estar atentos para prevenir y analizar las posibles desventajas directas o indirectas que pueda generar la proliferación de la IA.

La IA se puede aplicar en casi todas las situaciones. Éstas son sólo algunas de las aplicaciones técnicas de la IA que están creciendo rápidamente en la actualidad:

- Reconocimiento de imágenes estáticas, clasificación y etiquetado: estas herramientas son útiles para una amplia gama de industrias.



- Mejoras del desempeño de la estrategia algorítmica comercial: ya ha sido implementada de diversas maneras en el sector financiero.
- Procesamiento eficiente y escalable de datos de pacientes: esto ayudará a que la atención médica sea más efectiva y eficiente.
- Mantenimiento predictivo: otra herramienta ampliamente aplicable en diferentes sectores industriales.
- Detección y clasificación de objetos: puede verse en la industria de vehículos autónomos, aunque también tiene potencial para muchos otros campos.
- Distribución de contenido en las redes sociales: se trata principalmente de una herramienta de marketing utilizada en las redes sociales, pero también puede usarse para crear conciencia entre las organizaciones sin ánimo de lucro o para difundir información rápidamente como servicio público.
- Protección contra amenazas de seguridad cibernética: es una herramienta importante para los bancos y los sistemas que envían y reciben pagos en línea.

La IA también será capaz de ofrecernos sugerencias y predicciones relacionadas con asuntos importantes de nuestra vida, lo que tendrá su impacto en áreas como la salud, el bienestar, la educación, el trabajo y las relaciones interpersonales. De la misma manera, cambiará la forma de hacer negocios al proporcionar ventajas competitivas a las empresas que busquen entender y aplicar estas herramientas de forma rápida y eficaz. Otro beneficio de la IA es que permitirá que las máquinas y los robots realicen tareas que los humanos consideran difíciles, aburridas o peligrosas, lo que repercutirá a su vez en que el ser humano pueda realizar aquello que antes creía imposible. Algunas veces, el término «inteligencia artificial» tiende a



incomodar a la gente, así que se han propuesto algunas alternativas. Un importante experto en IA, Sebastian Thrun, cree que es mejor llamarla «ciencia de datos», una expresión menos intimidatoria que probablemente llevaría a una mayor aceptación entre el público.

(Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial.)

Asistente virtual

Un chatbot, o bot conversacional, es un programa informático que interactúa con personas a través de un chat textual o mediante voz y que ofrece respuestas y soluciones rápidas a tareas repetitivas preguntas comunes susceptibles de ser automatizadas. (Bueno Jiménez, A. (2019). Aplicación para crear chatbots y asistentes virtuales inteligentes (Master 's thesis).)

Por otro lado, Un asistente virtual es un agente de software que mediante el uso de reconocimiento de voz e inteligencia artificial crean una interfaz conversacional, la cual permite la realización de tareas que, en un principio fueron diseñadas para ser realizadas a través de interfaces en donde el ingreso de información se realiza por medio de botones o entradas táctiles. Hoy en día, tareas como manipulación de aplicaciones de software, interacción con dispositivos o búsquedas de internet son capaces de ser realizadas por asistentes virtuales. La activación de los mismos se realiza mediante una palabra clave con la cual comienzan a escuchar y desde ese punto reciben órdenes. (Torres Valverde, L. (2019). Estudio de asistentes virtuales en el entorno de la Diversidad funcional intelectual (Master's thesis).)

Los gigantes tecnológicos conocidos por todos, Google, Amazon, IBM, Microsoft, están invirtiendo muchos recursos en inteligencia artificial y machine learning. Todos ellos tienen una o varias herramientas y servicios para crear chatbots (Dialog Flow, Amazon Lex, Watson, LUIS). Además de las grandes empresas, hay otra multitud de empresas más pequeñas que han



creado plataformas y servicios enfocados exclusivamente chatbots. Bastantes de estos están siendo usados estrategias de marketing.

También se puede ver la apuesta por estas tecnologías en los asistentes personales como Alexa, Google y Siri, que podemos encontrar tanto en nuestros smartphones como en los altavoces inteligentes, con los cuales se puede interactuar mediante lenguaje natural haciendo uso de la voz. Este es el ejemplo más claro que todos podemos percibir a diario.

Algunas de las razones por las que los chatbots están ganando alta popularidad se debe a que no es necesario descargarse ninguna aplicación específica, lo habitual es que funcionen dentro de las aplicaciones de mensajería más conocidas

(Bueno Jiménez, A. (2019). Aplicación para crear chatbots y asistentes virtuales inteligentes (Master 's thesis).)

Redes de datos

La industria de la computación es relativamente joven, comparada con otras industrias, aún en el área de telecomunicaciones, como por ejemplo la telefonía. Sin embargo, la rapidez de crecimiento y el abaratamiento de costos hace que hoy en día las computadoras están al alcance de la gran mayoría de las personas y de prácticamente todas las empresas. Junto con la proliferación de computadoras, surgió la necesidad de interconectarlas, para poder intercambiar, almacenar y procesar información. Las redes de datos, tiene como objetivos

- Compartir recursos, equipos, información y programas que se encuentran localmente o dispersos geográficamente.
- Brindar confiabilidad a la información, disponiendo de alternativas de almacenamiento.
- Obtener una buena relación costo / beneficio
- Transmitir información entre



usuarios distantes de la manera más rápida y eficiente posible. (Joskowicz, J. (2008). Redes de datos. Montevideo: Universidad de la Republica, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería.)

Redes inalámbricas

Una red de computadoras es un conjunto de computadoras autónomas interconectadas. La palabra interconectadas hace referencia a que existe algún mecanismo que les permite intercambiar datos. Una computadora es autónoma si tiene CPU y memoria propias. Cada computadora en la red se denomina host. El concepto de autonomía manejado implica excluir de la red a las terminales tontas, ya que las mismas sólo gestionan entrada/salida. Las redes permiten compartir recursos. (Caffa, A. Conceptos de redes de computadoras [en línea] Montevideo: Udelar.CSEP, 2005)

A continuación, se discuten algunos criterios de clasificación de las redes. En la realidad se encuentran modelos híbridos entre las diferentes categorías.

Según la tecnología de transmisión:

- Redes punto a punto: basadas en conexiones punto a punto, es decir, todas las conexiones son entre pares de máquinas.
- Redes de difusión: basadas en conexiones multipunto (o canales o broadcasts), que implican varias máquinas que comparten un canal y por lo tanto el mismo debe ser arbitrado.

Según el tamaño:



- LAN [Local Área Network] es una red de área local, usualmente dentro de los límites de un edificio. En general utilizan tecnología multipunto en sus conexiones.
- MAN [Red de Área Metropolitana]
- WAN [Red de Área Amplia]. En general utilizan tecnología punto a punto en sus conexiones.

Según su topología:

- Anillo
- Estrella
- Completa
- Árbol/Jerárquica
- Canal o Mixta
- Irregular

La topología de la red describe la disposición física de sus equipos.

(Caffa, A. Conceptos de redes de computadoras [en línea] Montevideo: Udelar.CSEP, 2005)

Wifi

El término wifi (fidelidad inalámbrica, del inglés [Wireless Fidelity]) corresponde a un tipo particular de red inalámbrica WLAN (red de área local inalámbrica, del inglés wireless local area network). Wifi es el nombre que wifi Alliance (asociación de empresas para el desarrollo de wifi) da al estándar o protocolo de comunicaciones inalámbricas y que está normalizada según el Standard 802.11 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Este estándar y sus



variantes se conocen generalmente como IEEE 802.11. El sistema wifi es una forma de comunicarse entre sí por distintos dispositivos inalámbricos. Esta red inalámbrica permite que una serie de dispositivos (ordenadores, impresoras, servidores, etc.) se comuniquen entre sí, en zonas geográficas limitadas, en las bandas de frecuencias de uso común 2,4 y 5 GHz, permitiendo la transmisión de datos a grandes velocidades sin necesidad de tendido de cable entre ellos. La conexión wifi permite a los usuarios acceder a una red de datos a través de un punto de acceso de radiofrecuencia, pudiéndose conectar a internet, telefonía móvil, etc. La ventaja de esta tecnología es que ofrece movilidad al usuario por medio de una instalación barata y sencilla. En muchos casos se utilizan como complemento inalámbrico de redes cableadas.

A diferencia de otros estándares de comunicación inalámbrica, el 802.11 utiliza regiones “libres o gratis” del espectro de radiofrecuencia (RF). Esto significa que no es necesario tener una licencia para emitir o comunicarse mediante wifi. Las regiones libres del espectro utilizadas por 802.11 son la banda de 2,4 GHz (2,39-2,47 GHz) y más recientemente la banda de 5 GHz (5,15-5,82 GHz). La primera banda es bien conocida, ya que el horno de microondas y los teléfonos supletorios inalámbricos (cordless phones) que hay en las casas utilizan esta parte del espectro “libre”. No hay que confundir estos supletorios telefónicos con los “móviles”, ya que estos últimos no están conectados a ningún cable de línea telefónica y utilizan bandas de frecuencias del espectro de RF que están específicamente permitidas. Aunque wifi tiene solo unos pocos años de antigüedad, su importancia reside en que proporciona una compatibilidad total entre todos los dispositivos que cumplan el estándar, lo que ha hecho que millones de personas en todo el mundo puedan montar, mediante sencillos transmisores de RF, redes inalámbricas de conexión a Internet, a impresoras, discos de almacenamiento, entre otros, de forma muy sencilla tanto en casa como en el lugar de trabajo.



(Marcos, F. V. (2012). Sistemas de comunicación wifi y efectos sobre la salud. El estado de las evidencias actuales. Revista de Salud Ambiental, 12(1), 52-57.)

Bluetooth

La inquietud de empresas de informática y de telecomunicaciones por desarrollar una interface abierta y de bajo costo para facilitar la comunicación entre dispositivos sin la utilización de cables, aprovechando la movilidad de los dispositivos inalámbricos, dio como resultado una iniciativa cuyo nombre clave fue "Bluetooth".

A continuación, se revisan algunos autores que definen esta tecnología de sus propios enfoques y bajo los conceptos tecnológicos correspondientes:

Bluetooth es una de las tecnologías que definen el siglo XXI, el movimiento Bluetooth empezó en 1994, en Suecia, en una ciudad universitaria llamada Lund, en la cual, uno de sus inventores llamado Gap Hartasen afirma que todo fue por pura casualidad. La Tecnología Inalámbrica Bluetooth es una especificación mundial para elementos de pequeño tamaño y costo bajo de comunicación, que provee de enlaces entre computadoras móviles, teléfonos móviles y otros dispositivos manuales que se puedan transportar y conectar a Internet. La especificación está desarrollada, publicada y promovida por el SIG (Grupos de Interés Especial). Bluetooth usa una onda corta, siempre en señal de radio, que permite que todos los tipos de dispositivos se puedan comunicar entre sí a una distancia alrededor de 30 pies.

De acuerdo a los desarrolladores, los teléfonos celulares, impresoras, laptops y otros productos, todos pueden interconectarse sin cables. Esta tecnología es única en cuanto a la cantidad de aplicaciones que puede tener, los enlaces pueden ser de diversas formas, ya sea



simultáneamente por grupos de productos o entre productos individuales a Internet. Esta flexibilidad, combinada con estrictos requerimientos de interoperabilidad, ha permitido servir de soporte a la Tecnología Inalámbrica Bluetooth desde una amplia gama de segmentos comerciales incluyendo los fabricantes de software, cámaras, computadoras móviles, carros, equipos electrónicos y de prueba y medida.

Hay distintas controversias en cuanto al papel que desempeña esta tecnología en la vida de las personas, sobre todo por saber si estamos realmente preparados para este tipo de adelanto, si realmente se da una relación costo-beneficio, o si realmente se empezará a ver los frutos de esta tecnología en unas décadas más adelante. (Vergara, S. G., & Carmona, J. P. (2008). Tecnología Bluetooth. Instituto Politécnico Nacional.)

Bluetooth define un modelo completo, tanto hardware como software, de comunicación inalámbrica de baja potencia, bajo la utilizando señales de radio en la banda de frecuencias ISM (Industrial, Científica, Médica), alrededor de los 2.4 GHz. Esta tecnología hace posible la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia en distancias cortas. Uno de los objetivos de esta tecnología es la posibilidad de reemplazar o eliminar la gran cantidad de cables y conectores que enlazan unos dispositivos con otros. Además, esta tecnología pretende facilitar la interacción y sincronización de los diferentes dispositivos tanto móviles como fijos que se desee, todo ello sin necesidad de estar directamente colocados uno al lado del otro. (Franco, D., & Castillo, F. (2009). Comunicaciones inalámbricas: Bluetooth. Prisma Tecnológico, 1(1), 19-21.)

Para otros autores el concepto de bluetooth lo abordan de estas formas:



Bluetooth es una tecnología de comunicaciones inalámbrica de corto alcance que opera en el ancho de banda libre de ISM (banda internacional médico-científica), a 2.4 GHz. Su máxima velocidad de transmisión de datos es de 1 Mbps. El propósito de esta nueva tecnología es la comunicación entre dispositivos a pequeñas distancias (hasta 100 metros). (Cano García, Jesús María y García de la Torre, Teresa y Sánchez Aparicio, Pedro (2009) Sistema de acceso Bluetooth.)

Objetivo general

Proponer una estrategia neurodidáctica, construccionista e interdisciplinar orientada a fortalecer la adquisición de aprendizajes significativos mediante el uso de tecnologías, y ciencias de la complejidad en estudiantes de los grados octavo de la Institución Educativa Municipal Guacacallo de Pitalito, Huila.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de la estrategia didáctica como sistema complejo
- Diagnosticar el estado actual de los aprendizajes significativos y la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes del grado octavo de la IEM Guacacallo del municipio de Pitalito
- Desarrollar una estrategia neurodidáctica construccionista e interdisciplinar que fortalezca la adquisición de aprendizaje significativo, a partir del uso de tecnologías y ciencias de la complejidad.

Metodología

Tipo y enfoque de la investigación

Esta investigación es de modalidad cualitativa, por su diseño es de tipo investigación acción, ya que lo que se busca es mejorar las prácticas pedagógicas a fin de producir cambios en el proceso de cognición, apoyados en la neurodidáctica, y la interrelación de disciplinas,



permitiendo que los aprendizajes sean significativos; por su alcance es exploratoria ya que permite la familiarización e indagación de otras maneras didácticas de lograr el aprendizaje con significado permanente usando sistemas complejos y tecnologías.

Universo de estudio, población y muestra

El universo de estudio para el desarrollo de esta investigación está conformado por los estudiantes de la institución educativa Municipal Guacacallo del municipio de Pitalito, Huila, donde la población son los estudiantes de grado octavo, de los cuales se seleccionó uno de los tres grados que conforman este nivel educativo.

Se aclara que no se abordan todos los grupos del nivel debido a que se cuenta con muy pocos recursos tecnológicos y un espacio muy reducido para la ejecución de la estrategia neurodidáctica compleja.

Del mismo modo, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la fase 1 de caracterización, con el uso de test sobre inteligencias múltiples e inteligencia emocional, la muestra se selecciona acorde a resultados ligeramente favorables del grupo 803 sobre los otros dos grupos con la firme intención de poder potenciar en ellos estas habilidades. Del mismo modo, y debido a que este proyecto de investigación se proyecta a 2 años más, entonces aquellos grupos que no se tuvieron en cuenta inicialmente, serán intervenidos y favorecidos por las bondades de este proyecto de investigación.

El grupo en estudio consta de 25 estudiantes, que se caracterizan por tener edades en un rango de 12 a 16 años, ubicándose la mayoría en un rango de 13 a 14 años, de procedencia rural, pertenecientes a una región cuya economía gira alrededor del café.



Por último, esta investigación no utiliza grupo de control, debido a los escasos recursos tecnológicos, económicos y de espacios físicos que tiene la institución educativa.

Estrategias metodológicas

“Complejizar la educación equivale a poner claramente sobre la mesa, a plena luz del día, el papel fundamental del juego, la imaginación, la fantasía.” (Dr. Carlos Eduardo Maldonado. Complejidad y Educación)

El presente trabajo de investigación se desarrolla en 4 fases así:

Fase de caracterización y diagnóstico. En esta fase, se busca recolectar información relevante sobre los diferentes actores que hacen parte de la comunidad educativa como son: estudiantes, padres de familia, docentes, directivos y contexto, a través de herramientas tipo test y entrevistas, que permitan deducir aspectos descriptivos y característicos de cada actor y permitan determinar su nivel de influencia y protagonismo en el contexto escolar.

Del mismo modo, y como estrategia de diagnóstico, se implementa un test de resolución de problemas, apoyado en el pensamiento computacional, cuyo propósito principal es el de diagnosticar el nivel de interpretación, análisis y habilidad para la solución de situaciones problema.

Por otro lado, en el proceso de caracterización de los actores educativos, a los estudiantes, se les aplican instrumentos tipo test relacionados con: Inteligencias múltiples e inteligencia emocional, herramientas que nos permiten complementar la información de caracterización y que aportan datos relevantes para el diseño de una secuencia didáctica,



además, la información recolectada se convierte en insumo directo para tener en cuenta en el desarrollo de la estrategia neurodidáctica compleja que aborda este trabajo de investigación.

En cuanto a los actores educativos docentes y directivos, se recolecta la información a través del instrumento tipo encuesta directa, instrumento con el cual se busca sintetizar los diferentes criterios, ideas, puntos de vista, experiencias y saberes de estos actores educativos. La información aquí recolectada permite nutrir y direccionar la estrategia neurodidáctica compleja, enfocándose en las realidades educativas cotidianas que se desarrollan en el establecimiento educativo donde se ejecuta este proyecto.

Fase de diseño de la estrategia neurodidáctica compleja. Una vez recolectada toda la información caracterización, se desarrolla la fase de diseño de la secuencia neurodidáctica compleja, secuencia estructurada bajo los siguientes referentes conceptuales:

- a) Complejidad
- b) Gamificación
- c) Construcciónismo
- d) Interdisciplinariedad
- e) Aprendizaje cooperativo
- f) Aprendizaje colaborativo
- g) Pensamiento computacional
- h) Neurodidáctica
- i) Tecnología

Los esquemas tradicionales de educación, no logran ser altamente significativos debido a que no se enmarcan dentro de los referentes anteriores, situación que los hace poco efectivos, poco atractivos, poco emocionantes y, por ende, poco significativos.



En palabras de Maldonado: “Existe una preocupación creciente entre los amantes, estudiosos y próximos a la complejidad. Se trata de la identificación de “herramientas” para trabajar en el aula la complejidad y para hacer investigación.” (Educación e investigación en complejidad. Maldonado 2017), idea que pone en evidencia una notable preocupación por docentes y agremiaciones educativas respecto a cómo hacer del quehacer educativo algo significativo y útil, de cómo migrar del concepto de enseñar al concepto de orientar, de cómo hacer emerger en los estudiantes nuevas ideas, de cómo hacer de los ambientes de aprendizaje algo altamente apropiado y coherente con el oficio de enseñar y sobre todo, de cómo hacer que las aulas de clase se convierten en semilleros de investigación.

En este orden de ideas, la didáctica educativa: “consiste exactamente en indisciplinar – indisciplinar la sociedad, indisciplinar el conocimiento, indisciplinar las instituciones.” (Educación e investigación en complejidad. Maldonado 2017), concepto que para Maldonado debe ser imprescindible si queremos cambiar el paradigma tradicionalista, y, sobre todo, si queremos que los estudiantes y maestros produzcan nuevos y variados enfoques.

Una estrategia de trabajo enmarcada en el aprendizaje significativo, debe garantizar la aprehensión de conocimientos de tal manera que incrustados a lo que ya tiene el estudiante, haga emerger situaciones nuevas y creativas, pero para ello, no basta con solamente cambiar la epistemología en el actor educativo (maestro), sino, que se debe hacer uso de todas las herramientas que desde la tecnología (Ciencias de datos, I.A.), la gamificación (teoría de juegos), el construccionismo (objetos para pensar), la interdisciplinariedad (entre dos o más ciencias), el trabajo cooperativo y colaborativo (entre pares o entre docente y discente), el pensamiento computacional (como herramienta que ayuda a construir conocimiento y mejorar habilidades) y



por supuesto, de las neurociencias y la neurodidáctica (fundamentan el cómo aprende nuestro cerebro y cómo debe ser el oficio de enseñar).

“La complejidad son dos cosas, básicamente: un muy robusto aparato epistemológico, y unas herramientas muy sofisticadas.” (Educación e investigación en complejidad. Maldonado 2017). La anterior idea, permite concluir que sin interdisciplina y sin recursos tecnológicos, será muy difícil hacer de la educación un sistema complejo y significativo. Es esta la base sobre la cual este proyecto cobra vida e importancia al plantear una estrategia enmarcada en los dos pilares anteriores y en uno invitado, pero no menos importante, la neurodidáctica.

En síntesis, la fase de diseño de la estrategia neurodidáctica compleja se corresponde con el postulado: “Lo que sucede es que la disciplina y las normas, el poder y la psicología (usualmente temor y autoridad), el currículo y los programas se imponen, ocultan y modifican lo que efectivamente tiene lugar en la clase: la vida misma.” (Educación e investigación en complejidad. Maldonado 2017), en realidad, se está investigando y creando una estrategia que permita vivir y convivir con el conocimiento y, sobre todo, que los estudiantes, sientan y experimenten por sí mismos lo que realmente significa aprender.

Nota. es de resaltar, que la secuencia didáctica se aplica a uno de los octavos de la IEM Guacacallo, debido a la poca disponibilidad de recursos tecnológicos con que cuenta la institución y la insuficiente planta física con que cuenta en el colegio, situaciones que impiden la ejecución de este proyecto en los demás grados.

También es importante comentar que, los grupos que quedan pendientes por abordar con esta estrategia neurodidáctica, serán focalizados posterior a la ejecución de este proyecto.



Fase de implementación de la estrategia neurodidáctica compleja. En esta fase, y una vez seleccionado el grupo a trabajar, se pone en práctica el desarrollo de la secuencia neurodidáctica, secuencia que se autoorganiza, se autoevalúa simultáneamente y sobre todo se retroalimenta en tiempo real.

Durante esta fase, se reajusta continuamente el proceso de diseño, es decir, se hace rastreo de su desarrollo y si se hace necesario, se ajusta algún aspecto surgida la novedad. Se propone al grupo intervenido una serie de retos y desafíos a alcanzar, mediados por recursos tecnológicos, ejecutados bajo fundamentos de la neurodidáctica, enmarcado en los principios de gamificación, bajo lineamientos colaborativos y de cooperación y atendiendo temas de diferentes disciplinas.

Es importante comentar que, durante la ejecución de la estrategia neurodidáctica compleja, el proceso de evaluación de la misma se hace en simultáneo con su desarrollo, al evidenciar retos cumplidos, misiones logradas u objetos o simulaciones construidas por el equipo participante.

Durante la puesta en práctica de la estrategia neurodidáctica, se tienen en cuenta los lineamientos y referentes conceptuales de las neurociencias y de la neurodidáctica como ciencia sobre la que se soporta epistemológicamente toda la estrategia y la que permite comprender cómo los aprendizajes se hacen significativos durante el desarrollo de la práctica de aula.

Además, durante el desarrollo de la estrategia con los estudiantes, se toman en tiempo real los datos, que servirán de soporte para el análisis de los resultados obtenidos durante la aplicación.



Fase de análisis de resultados. en esta fase, y después de recolectar todos los datos e información suministrada en el desarrollo de la estrategia neurodidáctica compleja, se procede a hacer la tabulación, el análisis de datos a través de sistemas expertos, con el propósito de consolidar resultados y poder evaluar el impacto y alcances de la estrategia logrados con los estudiantes.

Del mismo modo, se hacen las proyecciones sobre futuras modificaciones o novedades que se puedan implementar y que mejoren sustancialmente algunos de los procesos ejecutados en la fase 3 de implementación de la estrategia neurodidáctica compleja.

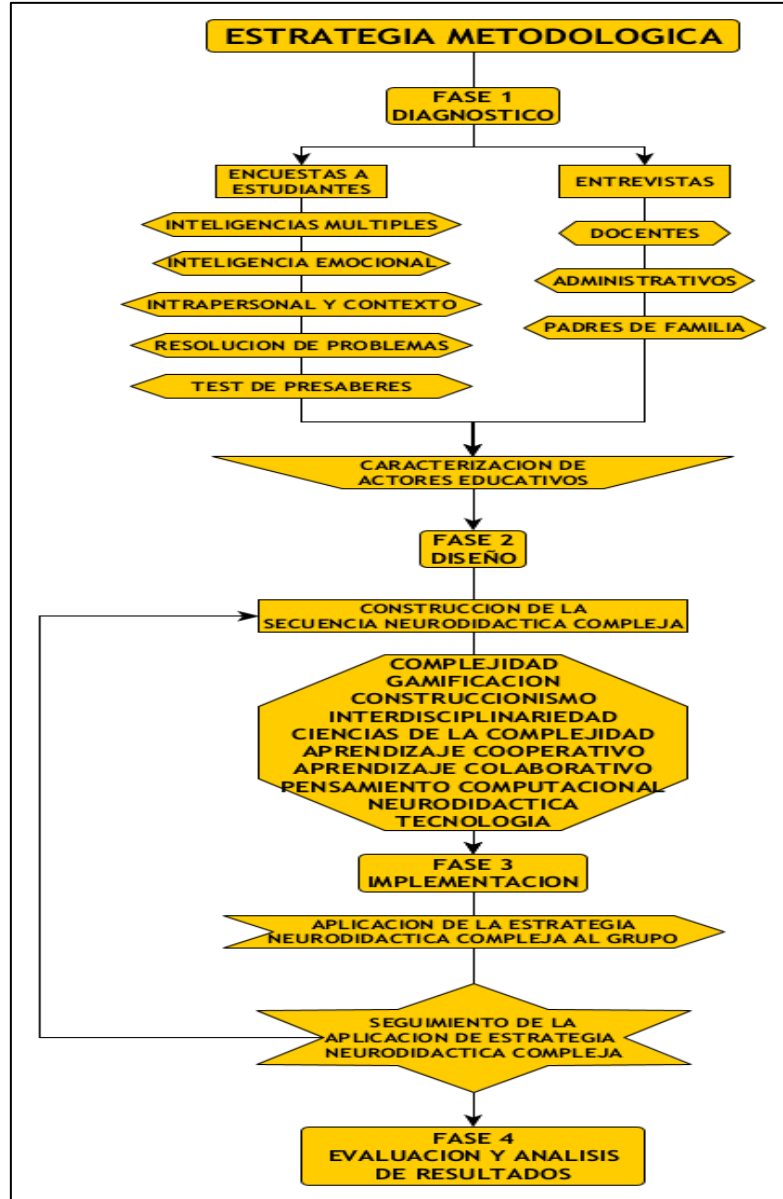
Toda la información recolectada, será el soporte, la justificación y la evidencia de que cada objetivo planteado en este proyecto de investigación se ha cumplido.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que sintetiza cada una de las fases.



Figura 12

Fases de Implementación Metodológica





Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas. Como técnica se usará la encuesta, con el propósito de caracterizar la muestra seleccionada y los diferentes actores presentes en la investigación.

Se trata de encuesta tipo test para evaluar la capacidad de resolución de problemas usando el test Bebras usado en pensamiento computacional, también se realiza encuesta sobre inteligencias múltiples (Howard Gardner) para estimar el tipo de inteligencia con mayor relevancia en los estudiantes, del mismo modo se hace encuesta para indagar sobre su inteligencia emocional (Daniel Goleman) y una encuesta para evaluar presaberes en las asignaturas vinculadas a la secuencia neurodidáctica. y se aplica una encuesta que indaga la situación intrapersonal y de contexto. Para la caracterización de los padres de familia se realiza encuesta. En el caso de los directivos y docentes se realiza entrevista estructurada.

Infografía con el modelo para diseño de secuencia Neurodidáctica compleja en el aula.

En el análisis de los datos recogidos con los instrumentos utilizados, así como de los resultados de la investigación, se emplean además de Excel para el análisis estadístico, la herramienta Weka y Orange para la minería de datos y análisis de resultados.

Instrumentos. Para la caracterización de los diferentes actores de la comunidad educativa y el análisis de la investigación con los estudiantes del grado octavo, se aplicaron los siguientes instrumentos:



- Test para evaluar la capacidad de resolución de problemas, usando el test Bebras de CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), empleado en pensamiento computacional.
- Encuesta sobre inteligencias múltiples (Howard Gardner) para estimar el tipo de inteligencia con mayor relevancia en los estudiantes
- Encuesta para indagar sobre su inteligencia emocional (Daniel Goleman).
- Encuesta que indaga la situación intra e interpersonal y de contexto de los estudiantes.
- Encuesta de caracterización de los padres de familia.
- Encuesta a los directivos y docentes.
- Software Gephi versión Gephi 0.9.7 202208031831.
- Herramientas ofimáticas como Microsoft Word y Excel.
- Software Weka v 3.8.6
- Software diagrams.net v 20.2.3
- Software MindMup v4.44.29 online
- Google Drive online
- Microsoft Make Code - Microbit. org v 5.0.12
- Software Servidor Http, HFS version 2.4.0 RC6
- Software de consola serial CoolTerm version 1.9.1
- Aplicación Canva online

Instrumentos para el desarrollo de la estrategia Neurodidáctica:

- Cuaderno Bitácora de misiones



- Computadores Portátiles
- Sensores (SKG - ECG)
- Termómetros infrarrojos
- Tarjetas Microbit v2.0
- Tarjetas Arduino
- Pantallas LCD
- Anillos Led
- Televisores
- Red wifi
- Cabina de sonido
- Tensiómetros manuales y digitales
- Oxímetros digitales
- Alexa

Análisis y discusión de resultados

Resultados fase de caracterización

Análisis del test de resolución de problemas. El pensamiento computacional comprende una serie de habilidades y capacidades que están en relación con la resolución de problemas, que toma técnicas y metodologías propias de las ciencias de la computación. La capacidad de descubrir patrones en los problemas, aplicar soluciones que se puedan expresar en forma de algoritmos, desarrollar la abstracción y aplicar la lógica son algunas de las habilidades y conocimientos que más influyen en el PC. No es coincidencia, por lo tanto, encontrar que las actividades de las tarjetas Bebras se encuentran clasificadas en estos cuatro temas: Patrones, Algoritmos, Lógica y Abstracción.

Cabe destacar que, si bien cada tarjeta tiene asociado un nivel de dificultad y un tema específico, también se está trabajando con el resto de los temas mencionado. Por ejemplo, la tarjeta 1 está clasificada como “patrones”, pero también hay que aplicar técnicas de abstracción para resolverla. Esto habla de la fuerte interrelación entre los conceptos del PC.

A continuación, se desarrollan los conceptos mencionados, presentes en las actividades Bebras:

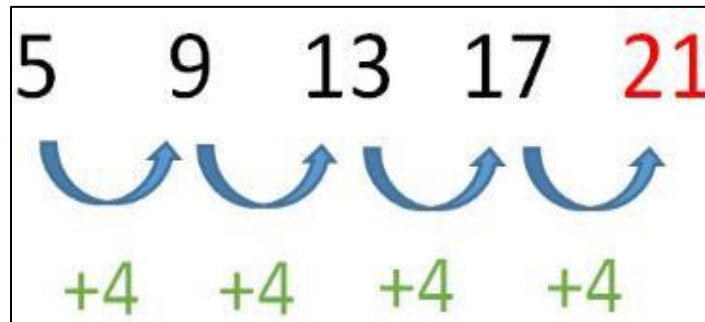
Patrones. Un patrón es algo que se repite de manera continua en una secuencia o en conjunto elementos. Cuando se intenta resolver un problema, en la etapa de análisis, descubrir qué patrones asociados existen permite entender mejor las distintas partes que lo componen y que deben ser tenidas en cuenta en la etapa de diseño de soluciones. Es decir, que saber detectar



patrones y descubrir las reglas que los definen ayuda a entender mejor los problemas y a diseñar sus posibles soluciones.

Figura 13

Serie De Números Con Un Patrón Asociado



Nota: la imagen es un ejemplo de una serie de números con un patrón asociado, el número siguiente es el número actual más cuatro.

Algoritmos. Un algoritmo es una secuencia finita, ordenada y lógica de pasos para llegar a hacer una tarea determinada. Ejemplos de algoritmos en la vida cotidiana pueden ser:

- Una receta de cocina
- Un manual de un artefacto que indica cómo ensamblarlo.
- Un listado de acciones a realizar en caso que se produzca una emergencia en un edificio determinado.

Un algoritmo es algo más general que un programa de computadora. Como se observa en los ejemplos las personas pueden ser quienes lo lleven adelante. Se puede pensar también que los algoritmos son un objeto de comunicación, ya que, como lista de pasos ordenados, comunican a



terceros como hacer una tarea. En lo cotidiano, el papel de una persona está asociado a entender y “ejecutar” estos algoritmos.

Lógica. La lógica estudia los principios de la demostración de los argumentos mediante la comprobación de la validez de expresiones, las cuales pueden ser evaluadas como: ciertas/verdaderas o falsas/no verdaderas.

Así, la lógica estudia las inferencias y el pensamiento humano, proporcionando principios para determinar qué tipo de evidencia es apropiada para una situación y su control de validez.

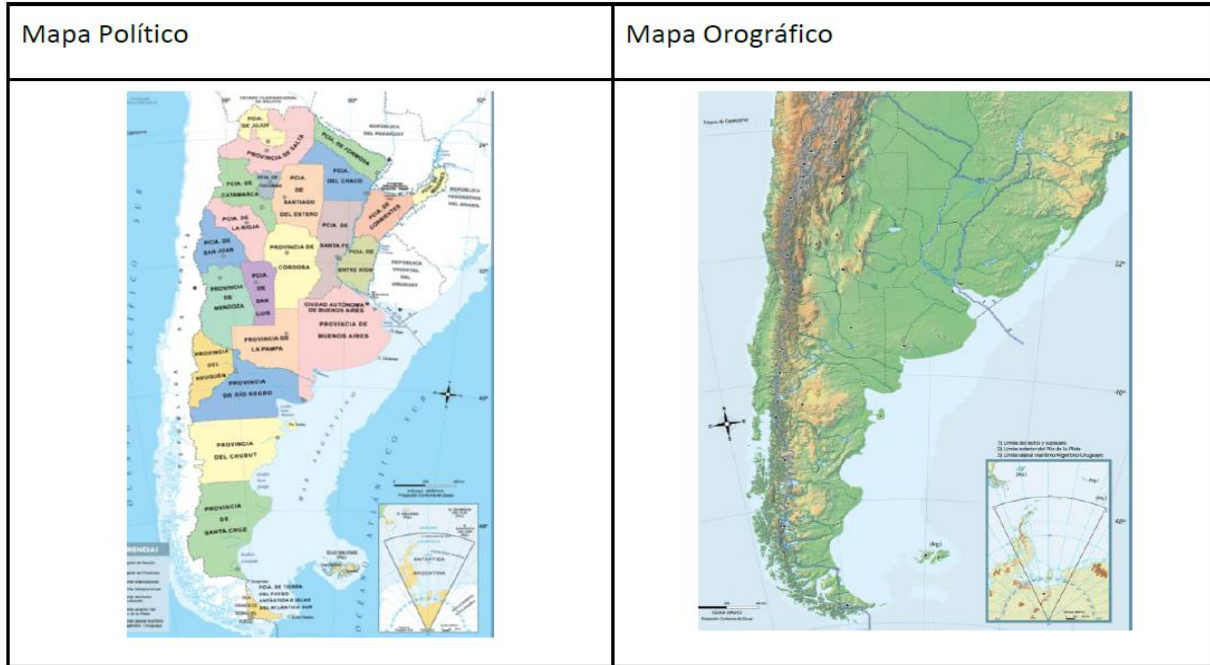
En computación, la lógica se utiliza tanto en el análisis como en la resolución de problemas. Por ejemplo, al momento de diseñar reglas para clasificar o para tomar decisiones.

Abstracción. La capacidad de abstracción se refiere a poder crear una representación de una idea sólo teniendo en cuenta los elementos que son importantes a un problema específico. La esencia de la abstracción se basa en preservar la información relevante e ignorar la que no lo es.



Figura 14

República de Argentina



Nota: la imagen muestra distintos mapas de la República Argentina. Fuente Educ.ar

Un ejemplo de abstracción puede darse en los mapas. Cuando el interés está en las divisiones políticas se suele ignorar casi todos los otros posibles detalles. Ahora, sí lo que nos interesa son formaciones rocosas y relieves debemos acudir a una representación diferente, donde se las realce y se escondan otros tipos de atributos.

La capacidad de abstracción es importante para el desarrollo del pensamiento computacional, ya que no solo resulta útil a la hora de analizar un problema sino también para crear soluciones. En particular, al momento de representar objetos del mundo real en una computadora, se los debe abstraer de muchas de sus características para simplificarlos y hacer



posible su representación y manipulación. Por ejemplo, para un sistema de stock de un supermercado, puede no importarle la forma, el color o la variedad de un paquete de papas fritas, pero sí en cambio le puede importar la fecha de vencimiento, el código de barras y el precio de compra. Para este sistema, entonces, un paquete de papas fritas es el conjunto de esos tres datos, mientras que para nosotros es algo completamente diferente (y delicioso).

Evaluación. Está vinculado a la capacidad de poner a prueba las soluciones creadas en busca de errores o de soluciones más eficientes.

Interpretación de resultados

A los tres octavos de la IEM. Guacacallo se les aplicó test de resolución de problemas, obteniendo de estos los siguientes resultados:

Habilidad evaluada:

REC. DE PATRONES	LÓGICA	ALGORITMOS	ABSTRACCIÓN	EVALUACIÓN
Algo que se repite y que permite entender mejor el problema	Permite determinar qué tipo de evidencia es apropiada para resolver una situación y determinar su control de validez.	secuencia finita, ordenada y lógica de pasos para ejecutar una tarea	representación de una idea teniendo en cuenta sólo los elementos importantes del problema	Capacidad de poner a prueba las soluciones creadas en busca de errores o de soluciones más eficientes.

	<i>grado</i>	<i>efectividad(%)</i>	<i>Conclusión</i>
I ò g i c o	801	34,8%	El grupo que mejor identifica argumentos validos para resolver problemas es el grado 803
	802	45,0%	
	803	50,8%	

	<i>grado</i>	<i>efectividad(%)</i>	<i>Conclusión</i>
P a t r o n e s	801	52,2%	El grupo que mejor identifica patrones y regularidades en la solucion de problemas es 803
	802	48,3%	
	803	65,1%	

	<i>grado</i>	<i>efectividad(%)</i>	<i>Conclusión</i>
A b s t r a c c i ò n	801	39,1%	El grupo que mejor identifica informacion relevante para resolver un problema es el grado 803
	802	38,3%	
	803	44,4%	



	grado	efectividad(%)	Conclusión
A l g o r i t m i c o	801	31,9%	El grupo que mejor reconoce y ejecuta secuencias ordenadas al momento de resolver un problema es el grado 801
	802	25,0%	
	803	17,5%	

	grado	efectividad(%)	Conclusión
E v a l u a c i ò n	801	18,8%	El grupo que mejor capacidad tiene de poner a prueba soluciones creadas en busca de errores o soluciones mas eficientes es el grado 803
	802	21,7%	
	803	28,6%	

Nota: aunque el grado 803 demuestra ser el grupo de mayor rendimiento y efectividad en cada una de las habilidades evaluadas, es importante mencionar que los porcentajes obtenidos por este grupo en promedio alcanzan una eficiencia general de 39%. promedio que está por debajo del 50%, situación que permite deducir un nivel medio bajo en la resolución de problemas.

Tabla de medición por intervalos usada para interpretar los resultados: (Modificada según criterios de los investigadores)



NIVEL DE MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN POR INTERVALOS		
<i>nivel</i>	<i>Subnivel</i>	<i>Intervalo (%)</i>
Bajo	bajo	de 0 a 10%
	medio	de 10 a 20%
	alto	de 20 a 30%
Medio	bajo	de 30 a 40%
	medio	de 40 a 50 %
	alto	de 50 a 60 %
Alto	bajo	de 60 a 66,6 %
	medio	de 66,6 a 73,2 %
	alto	73,2 a 80 %
Superior	alto	de 80 a 86,6 %
	medio	de 86,6 a 93,2 %
	bajo	de 93,2 a 100%

Análisis del test de resolución de inteligencias múltiples

Gráficas comparativas:

Resultados por grupo y por tipo de inteligencia:

TIPO DE INTELIGENCIA	801	802	803
LINGÜÍSTICA	57,8	62,4	63,6
LÓGICO-MATEMÁTICA	64,5	64,8	68,4
MUSICAL	56	60,4	58,3
VISUAL-ESPACIAL	58	62,4	65,0
CINESTÉSICA-CORPORAL	65	71,6	70,4
INTERPERSONAL	54,4	63	61,7
INTRAPERSONAL	66,9	67,2	68,8
NATURALISTA	62,1	64	70,2

Descripción de cada una de las inteligencias



a) Inteligencia Lingüística

La inteligencia lingüística no sólo hace referencia a la habilidad para la comunicación oral, sino a otras formas de comunicarse como la escritura, la gestualidad, etc.

b) Inteligencia lógico-matemática

Este tipo de inteligencia se vincula a la capacidad para el razonamiento lógico y la resolución de problemas matemáticos.

c) Inteligencia espacial

También conocida como inteligencia visual-espacial, es la habilidad que nos permite observar el mundo y los objetos desde diferentes perspectivas.

d) Inteligencia musical

Existe una inteligencia musical latente en todas las personas, algunas zonas del cerebro ejecutan funciones vinculadas con la interpretación y composición de música.



e) Inteligencia corporal y cinestésica

La habilidad para usar herramientas es considerada inteligencia corporal cinestésica. Por otra parte, hay un seguido de capacidades más intuitivas como el uso de la inteligencia corporal para expresar sentimientos mediante el cuerpo.

f) Inteligencia intrapersonal

La inteligencia intrapersonal se refiere a aquella inteligencia que nos faculta para comprender y controlar el ámbito interno de uno mismo en lo que se refiere a la regulación de las emociones y del foco atencional.

g) Inteligencia interpersonal

La inteligencia interpersonal nos faculta para poder advertir cosas de las otras personas más allá de lo que nuestros sentidos logran captar. Se trata de una inteligencia que permite interpretar las palabras o gestos, o los objetivos y metas de cada discurso. La inteligencia interpersonal evalúa la capacidad para empatizar con las demás personas.

Interpretación de resultados test de inteligencias múltiples

grado	Resultados
801	Evidencia un desempeño inferior a los otros dos grupos en todos los tipos de inteligencias
802	evidencia un mayor desempeño en 3 de las inteligencias: Musical, Cinestésica - corporal e Interpersonal
803	evidencia un mayor desempeño en 5 de las inteligencias respecto a los otros dos grupos. ellas son: lingüística, Lógico - Matemática, Visual - Espacial, intrapersonal, y Naturalista.



Conclusión

Gardner afirma que “todas las personas son dueñas de cada una de las ocho clases de inteligencia, aunque cada cual se destaca más en unas que en otras, no siendo ninguna de las ocho más importantes o valiosas que las demás.”, argumento que permite concluir que aunque somos poseedores de todas ellas, tendemos a dar mayor uso a unas más que otras.

Del mismo modo, Garner afirma que “Generalmente, se requiere dominar gran parte de ellas para enfrentarnos a la vida, independientemente de la profesión que se ejerza. A fin de cuentas, la mayoría de trabajos precisan del uso de la mayoría de tipos de inteligencia.”, lo que permite deducir que la vida en sus diferentes realidades y contextos, permanentemente nos está enfrentando a problemas que requieren poner a prueba una o todas las inteligencias y que se es más eficiente en una labor cuantas más inteligencias usemos.

El grado 801, por sus resultados evidencia una menor proporción de uso de sus inteligencias en contextos del diario vivir, situación que permite deducir que tendrían mayor dificultad para enfrentarse a la vida y sus realidades. El grado 803, evidencia mayor uso en 5 de las 8 inteligencias propuestas por Garner, permitiendo inferir que este grupo, tiene mayor capacidad para enfrentarse a los problemas de la vida.

Por su parte, el grado 802 aunque solo evidencia mayor uso en tres de las inteligencias, estas coinciden en una habilidad específica: facilidad para generar, leer e interpretar gestos en las personas, situación que seguramente, es la razón de su buen desempeño en otra inteligencia: la interpersonal.



Análisis del test de resolución de inteligencia emocional

Esta prueba evalúa las 7 dimensiones de personalidad del modelo teórico desarrollado por Barchard. (Kimberly A. Barchard es docente asociada en Psicología Cuantitativa en la Universidad de Nevada (Las Vegas), El Dr. Barchard enseña estadística y desarrollo de exámenes a nivel de posgrado y pregrado. Su doctorado de 2001 en psicometría de la Universidad de British Columbia cubrió tanto el desarrollo de pruebas como el uso de estadísticas en psicología.).

Nivel de respuesta al estrés

Puntuaciones ALTAS en este test de estrés supone que tenemos dificultades para enfrentarnos a circunstancias inesperadas o complicaciones habituales, nuestros niveles de estrés son bastante elevados por lo que tenemos que buscar un momento del día para realizar técnicas de relajación mediante la respiración y la meditación.

Una puntuación normal refleja unos niveles de estrés normales.

Puntuaciones bajas implican tener una tolerancia a situaciones estresantes o difíciles. Esto puede ser positivo puesto que en ocasiones no podemos controlar los sucesos que nos ocurren y, en el caso de tener que enfrentarnos a situaciones de alto estrés, es positivo tener un buen nivel de relajación y tolerancia.

Nivel de influencia emocional

Puntuaciones altas en esta escala supone que nos dejamos llevar por nuestros sentimientos y emitimos respuestas basadas en ellos. Puntuaciones bajas están relacionadas con



una forma de comportamiento fría y calculadora, basada en la información que tenemos y dejando de lado los estados emocionales.

Nivel de alegría

Las puntuaciones altas en esta escala se relacionan con personas que hacen suya la alegría de los demás. Una actitud positiva es muy importante para fortalecer nuestra salud mental, puntuar alto significa que eres una persona feliz y que sueles tener facilidad para experimentar este tipo de emociones de manera regular.

Una puntuación normal implica una capacidad moderada para experimentar alegría y sensaciones placenteras.

Si en este test de alegría y felicidad has sacado una puntuación normal, debes saber que tu estado se aleja bastante de la felicidad. Las personas con puntuaciones bajas sienten la alegría de otros como algo ajeno a ellos no viéndose afectado su estado de ánimo.

Nivel de expresividad negativa

Puntuaciones altas en esta escala implica la expresión de los sentimientos que puede resultar inadecuada o inoportuna su expresión. Puntuaciones bajas implica que un sujeto es capaz de ocultar su desagrado o incomodidad ante una determinada situación.

Nivel de atención emocional

Las personas que puntúan alto en esta escala perciben sus emociones de manera intensa, corriendo el riesgo de dejarse llevar por ellas. Las personas que puntúan bajo tienden a no



dejarse llevar por sus estados emocionales, son personas en las que prima la racionalidad a los propios sentimientos.

Nivel de conocimiento empático

Puntuaciones altas en esta escala supone que percibimos con claridad el estado de ánimo de los demás, lo que hará que nuestra interacción con ellos se desarrolle de manera positiva. Puntuaciones bajas implica un desconocimiento o ignorancia del estado de ánimo de otros, lo que puede dificultar nuestra interacción con ellos.

Nivel de expresividad

Puntuaciones altas en esta escala implica la expresión de los sentimientos positivos, de agrado o acuerdo. Puntuaciones bajas implica una baja expresión de sentimientos positivos, que según el grado, pueden llegar a implicar rechazo o desacuerdo ante la situación en que nos encontramos.

Resultados del test:

Tabla

inteligencia emocional	niv. resp. estres	niv.influe.emocional	niv. de alegría	niv.expres. negativa	niv.atencion emocional	niv. empatia	niv. expresividad
801	4,9	5,6	5,5	4,8	5,0	5,1	4,5
802	4,9	4,8	5,6	5,1	4,9	5,4	5,6
803	5,1	4,3	5,4	4,5	4,8	5,8	4,5



La inteligencia emocional: conceptualización

La inteligencia emocional es la capacidad que tiene cada individuo para gestionar las emociones propias y de los demás, para adaptarse a diferentes tipos de situaciones sociales con éxito y, en esencia, interactuar hábilmente con otras personas.

Tener una alta inteligencia emocional (IE) puede significar comportarse adecuadamente en cualquier situación social, lo que sin duda beneficia la salud mental. Por ende, desarrollar la inteligencia emocional y poder aplicarla en el día a día va en proporción directa con la felicidad.

A través de numerosos estudios se ha encontrado que los beneficios de la inteligencia emocional no solo se limitan al ámbito laboral y profesional, sino que estos se extienden a una gran variedad de ámbitos.

Los investigadores han hallado que, aquellas personas con altas puntuaciones en inteligencia emocional presentan:

- Mayor rendimiento académico
- Mejores relaciones familiares e íntimas
- Mejores relaciones sociales
- Menores niveles de ansiedad y estrés
- Menores niveles de depresión
- Menor probabilidad de consumo de droga
- Menor probabilidad de conflictos interpersonales



Según Daniel Goleman hay cuatro grandes bloques en los que una persona con inteligencia emocional puede destacar. Estos son la autorregulación de las emociones, para dirigir las sensaciones que tengamos hacia aspectos positivos; el autoconocimiento, para tener una mayor satisfacción con uno mismo; la empatía y las habilidades sociales. Estas dos últimas entran en el terreno interpersonal y son también muy importantes para la convivencia colectiva.

Figura 15

Inteligencia Emocional



Nota: la imagen muestra las cinco capacidades básicas

Los beneficios de una correcta gestión emocional no sólo se limitan a las relaciones sociales y autoestima. Existen numerosos estudios científicos que han demostrado que sus ventajas se extienden a muchas otras áreas de la vida, por ejemplo:

- Mayor satisfacción y éxitos tanto a nivel personal como profesional (O’Boyle Jr., 2010)



- Menor dependencia de las adicciones (Zysberg, 2013 y UAB, 2007)
- Mejor sistema inmunitario y salud en general (Martins et al., 2010)
- Reducción de la ansiedad y el estrés (Lusch & Serpkeuci, 1990)
- Mayor satisfacción con el matrimonio (Eslami, 2014)
- Mayor carisma en tu círculo social y profesional (Walter V. Clarke Associates, 1997)

Cuadro de características encontradas en los grados octavos según resultados del test de inteligencia emocional

	Nivel de respuesta al estrés	Nivel de influencia emocional	Nivel de alegría	Nivel de expresividad negativa	Nivel de atención emocional	Nivel de conocimiento empático	Nivel de expresividad
801	tolerante a situaciones estresantes o difíciles	impulsivos y se dejan llevar por sus emociones	medianamente felices	poco saben ocultar su desagrado y son medianamente inoportunos	se dejan llevar más por sus emociones, las viven más intensamente	se les dificulta ver el estado de ánimo de las personas lo que les dificulta relacionarse	poca capacidad para expresar sus sentimientos de agrado, acuerdo o positivos
802	nivel medio frente a situaciones estresantes o difíciles	nivel medio de impulsividad al enfrentar situaciones	son personas felices y se les facilita expresar su felicidad	expresan de manera adecuada e inoportuna sus emociones	nivel medio de control de las emociones	nivel medio de empatía, a veces se relacionan bien y a veces no	tienen más capacidad para expresar sus sentimientos positivos, de agrado o de acuerdo,
803	dificultad para enfrentarse a situaciones inesperadas o difíciles	poco impulsivos y más racionales al enfrentar situaciones	poco nivel de felicidad, poco sienten la alegría de los demás	saben ocultar su desagrado e inconformidad	no se dejan llevar tanto por sus emociones	saben determinar mejor el estado de ánimo de las personas y son más efectivos al momento de relacionarse	poca capacidad para expresar sus sentimientos de agrado, acuerdo o positivos



Análisis del test conociendo a mis estudiantes

Resumen de resultados

No.	Pregunta	Conclusión
1	grupo	el 35% es de 803
2	No aplica	
3	edad	la mayoría de edades se concentra entre los 13 y 14 años
4	lugar de residencia	Solo el 29% de los estudiantes habitan en el corregimiento de Guacacallo, el resto se distribuye en las veredas
5	tiempo en llegar al colegio	Más del 80% de los estudiantes tardan menos de 20 minutos en llegar al colegio.
6	medio de transporte	La mitad (50%) de los estudiantes se movilizan en motocicleta y aproximadamente el 42% lo hacen caminando



7	conformación núcleo familiar	aproximadamente el 50% de los hogares están conformados por papá, mamá y hermanos. el otro 50% son hogares disfuncionales.
8	convivencia con quién vives	Aproximadamente el 76% de los estudiantes opinan que la relación con sus familiares es excelente o buena.
9	te sientes aceptado por tus compañeros de clase	Aproximadamente el 81% opinan que se sienten aceptados por sus compañeros.
10	acogido y respetado por tus profesores	Aproximadamente el 92% opinan que se sienten aceptados por sus profesores.
11	los profesores resuelven tus problemáticas e interrogantes	Aproximadamente el 88% opinan que los profesores resuelven de manera oportuna los conflictos académicos y de convivencia
12	entiende los contenidos dados en clase	Solo el 20% de los estudiantes afirman entender siempre los contenidos desarrollados en clase.



		aproximadamente el 50% afirman casi siempre entender los temas desarrollados en clase.
13	considero útiles los aprendizajes	Aproximadamente el 80% opinan que los aprendizajes recibidos son siempre o casi siempre útiles.
14	que te hace sentir bien en el colegio	La mayoría opina que lo que los hace sentir bien en el colegio: la relación de amistad con los compañeros la formación académica
15	mayor motivación para seguir estudiando	el 75% opinan que su mayor motivación para estar en el colegio es su familia.
16	qué actividades te atraen más	Las actividades que más atraen a los estudiantes son: salir del aula, actividades prácticas como laboratorios y los juegos.
17	tema que más te gustaría aprender	los estudiantes opinan que los temas que más desean aprender son: producción de cultivos, aplicación de



		tecnologías al agro y emprendimiento y asociatividad.
18	lo que más te gusta de estar en el colegio	un buen porcentaje de estudiantes opinan que lo que más les gusta de estar en el colegio es la relación con sus compañeros y aprender cosas nuevas.
19	lo que menos te gusta de estar en el colegio	un buen porcentaje de estudiantes opinan que lo que menos les gusta de estar en colegio son: Madrugar, descansos cortos, salones pequeños, los conflictos internos y casos particulares de descontento con algunas asignaturas y docentes.

Análisis de datos usando Weka como herramienta de minería de datos: primer análisis de datos de diagnóstico de la muestra usando el algoritmo j-48

Acorde a la matriz de datos de diagnostico (ver anexo 3) , y al siguiente árbol de decisión:

=== Run information ===



Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2

Relation: MATRIZDIAGNOSTICA803--2-REDU

Instances: 20

Attributes: 13

VIDEO

BEBRAS

P1

P2

P3

P4

P5

P6

P7

P9

P10

P11

P12

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree



P2 = EX: S (7.0/1.0)

P2 = BU

| P4 = MV: CS (3.0/1.0)

| P4 = CN: CS (1.0)

| P4 = S: S (2.0)

P2 = MA: CS (3.0/1.0)

P2 = AC

| P4 = MV: CS (2.0)

| P4 = CN: S (0.0)

| P4 = S: S (2.0)

Number of Leaves : 8

Size of the tree : 11

Time taken to build model: 0 seconds

=== Evaluation on training set ===

Time taken to test model on training data: 0 seconds

=== Summary ===

Correctly Classified Instances 17 85 %

Incorrectly Classified Instances 3 15 %

Kappa statistic 0.7248



Mean absolute error	0.1095
Root mean squared error	0.234
Relative absolute error	35.7629 %
Root relative squared error	60.9532 %
Total Number of Instances	20

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
1,000	0,100	0,909	1,000	0,952	0,905	0,970	0,945	S
0,875	0,167	0,778	0,875	0,824	0,698	0,906	0,826	CS
0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,947	0,333	AV
0,000	0,000	?	0,000	?	?	0,947	0,333	N
Weighted Avg.	0,850	0,117	?	0,850	?	?	0,942	0,837

=== Confusion Matrix ===

a b c d <-- classified as

10 0 0 0 | a = S

1 7 0 0 | b = CS

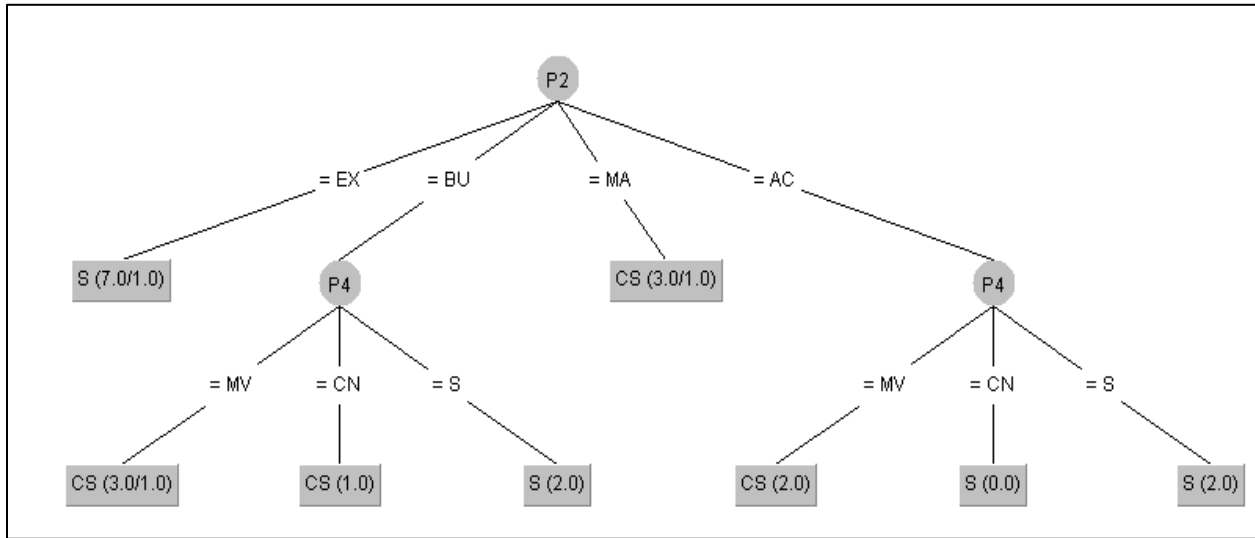
0 1 0 0 | c = AV

0 1 0 0 | d = N



Figura 16

Árbol de decisión



Convenciones para entender el árbol de decisión número 1 (ver anexo 4)

Convenciones para preguntas del árbol decisión número 1 (ver anexo 5)

Conclusiones relacionadas con el árbol de decisión número 1:

- a. Los estudiantes que manifiestan buenas relaciones con sus familiares y además, dicen sentirse acogidos, respetados y aceptados por sus maestros, consideran útiles los aprendizajes recibidos.
- b. El que los estudiantes consideren útiles los aprendizajes recibidos depende en gran medida de la relación con sus padres y de la relación con sus maestros.



- c. Aunque las relaciones de los estudiantes con sus familiares no sean buenas, ellos siguen pensando que es útil lo que aprenden gracias a la muy buena aceptación que reciben de sus maestros.

Segundo análisis de datos de diagnóstico de la muestra usando el algoritmo j-48

acorde a la matriz de datos de diagnóstico (ver anexo 3) , y al siguiente árbol de decisión:

=== Run information ===

Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -U -M 2

Relation: MATRIZDIAGNOSTICA803--2-REDU

Instances: 20

Attributes: 12

VIDEO

BEBRAS

P1

P2

P3

P4

P5

P6

P7

P9



P10

P12

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

J48 unpruned tree

P3 = CN: AV (3.0/1.0)

P3 = S

| BEBRAS <= 31: S (2.0)

| BEBRAS > 31: CS (3.0)

P3 = MV

| P1 = MPH: CS (5.0/1.0)

| P1 = MH: CS (0.0)

| P1 = MHPT: S (3.0/1.0)

| P1 = MPHAB: AV (1.0)

| P1 = MP: CS (0.0)

| P1 = MOF: CS (2.0)

P3 = N: N (1.0)

Number of Leaves : 10

Size of the tree : 13

Time taken to build model: 0 seconds



=== Evaluation on training set ===

Time taken to test model on training data: 0 seconds

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	17	85	%
Incorrectly Classified Instances	3	15	%
Kappa statistic	0.7683		
Mean absolute error	0.1067		
Root mean squared error	0.2309		
Relative absolute error	32.2013	%	
Root relative squared error	57.3812	%	
Total Number of Instances	20		

=== Detailed Accuracy By Class ===

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
AV	0,600	0,067	0,750	0,600	0,667	0,577	0,893	0,698
CS	0,900	0,100	0,900	0,900	0,900	0,800	0,960	0,937
S	1,000	0,063	0,800	1,000	0,889	0,866	0,984	0,900
N	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Weighted Avg.	0,850	0,079	0,847	0,850	0,844	0,768	0,950	0,873



=== Confusion Matrix ===

a b c d <-- classified as

3 1 1 0 | a = AV

1 9 0 0 | b = CS

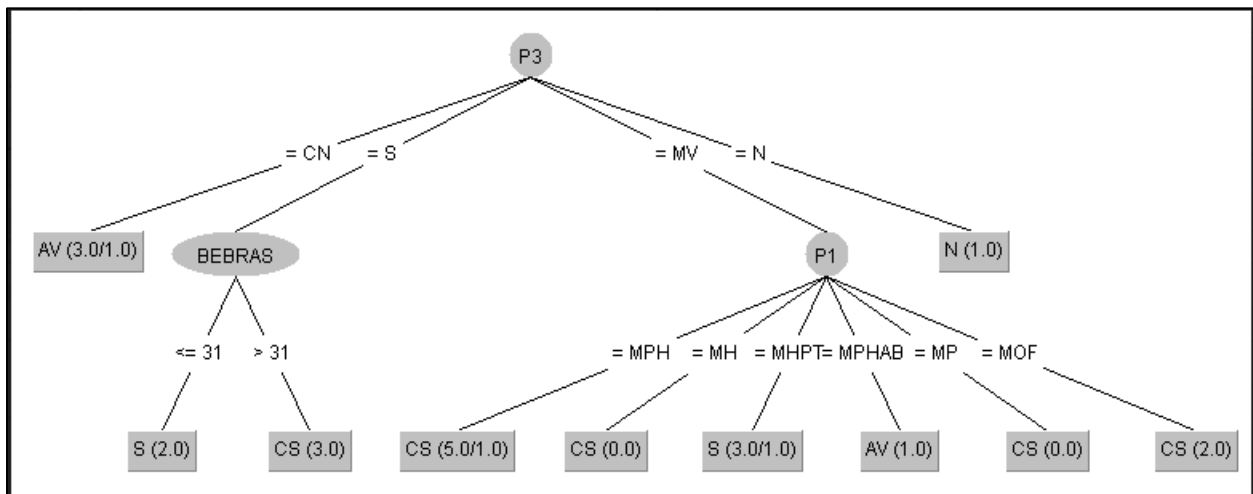
0 0 4 0 | c = S

0 0 0 1 | d = N

Árbol de decisión número 2:

Figura 17

Árbol de decisión número 2



Convenciones para entender el árbol de decisión número 1 (ver anexo 4)

Convenciones para preguntas del árbol de decisión número 1 (ver anexo 5)



Conclusiones relacionadas con el árbol de decisión número 2:

- a. Los estudiantes que son aceptados por sus compañeros y que además sus hogares están conformados por mamá, papá e hijos, manifiestan entender adecuadamente los contenidos desarrollados en las clases.
- b. el que los estudiantes entiendan adecuadamente los contenidos desarrollados en las clases, tiene estrecha relación con la presencia de la figura paterna en sus hogares, es decir, hogar con padre o padrastro, ocasiona un estímulo para entender los temas.
- c. Los estudiantes que presentan un buen resultado en los test de resolución de problemas y además son siempre aceptados por sus compañeros, entienden adecuadamente los contenidos dados en clase.

Resultados de implementación de la secuencia didáctica

Descripción de la estrategia

Objetivo: efectuar la toma de signos vitales de cada estudiante y relacionar los datos obtenidos con los diferentes sistemas del cuerpo humano y con hábitos de vida saludable

Título de la estrategia: Misión Kepler 22b

¡Entrenate! como astronauta para la nasa

En esta actividad los estudiantes tendrán la oportunidad de reconocer sus cualidades orgánico - funcionales (ritmo cardiaco, respiración, índices de masa corporal, capacidad de



recuperación, control de temperatura, etc.), cualidades que les permitirán hacer parte del nuevo equipo de astronautas para la agencia espacial Nasa y donde a partir de la tecnología, podrán explorar, experimentar y medir sus niveles físicos y habilidades motrices.

La estrategia estará relacionada con los diferentes sistemas del cuerpo humano: sistema locomotor, endocrino, digestivo, nervioso, circulatorio y los estilos de vida saludable.

El propósito es sumar durante todas las misiones la mayor cantidad de puntos. El equipo que más puntos acumule será el ganador y deberá emprender el viaje interestelar al planeta Kepler 22b.

Los estudiantes deberán ir anotando todas sus observaciones y reflexiones acerca de sus condiciones físicas y las posibilidades de mejora de las mismas, en diarios de misión o portafolios durante todas las misiones a las que se enfrenten.

Cada equipo dispondrá de:

- Una mesa de trabajo
- Un computador portátil
- Un sistema de comunicación con la mesa de oficiales llamado Hermes (ver anexo 16)
- Bitácoras de misión

Descripción de la secuencia didáctica:

La fase de ejecución de la estrategia neurodidáctica se desarrolla en dos jornadas de trabajo, en las cuales se propone el desarrollo de 10 misiones (ver anexo 17) y cuyo propósito será el entrenamiento como astronautas para luego emprender el viaje al planeta Kepler 22b.



Momentos iniciales de la secuencia:

Momento 1:

Ingreso (estimado= 25 min)

Durante el proceso de ingreso al aula:

- Cada estudiante debe pasar por un stand en el cual tiene un portátil disponible para consultar 4 clips de videos cortos relacionados cada uno con una experiencia emocional en particular. El objetivo es que cada estudiante, a partir de su percepción, seleccione el video que más le llame la atención.
- Cada estudiante recibirá una escarapela, debidamente marcada con logo de la Nasa, su nombre y apellido y la descripción del rol que desarrolla en la misión.
- Los astronautas se ubican de manera aleatoria al interior del aula y se disponen para el siguiente momento.

Momento 2:

(Estimado= 10 min)

Narrativa de gamificación: *Bienvenidos al curso de entrenamiento para astronautas de la nasa - misión kepler 22b*

En este momento, usando equipo audiovisual, se presenta la narrativa creada (ver anexos 23, 24 y 25), donde a la vez, están incluidos los saludos y presentación de todo el equipo de



oficiales de la misión (docentes) que acompañarán la ejecución de la estrategia neurodidáctica (docentes de tecnología, matemáticas, biología, sociales y educación física y ética).

posterior a ello, cada oficial extenderá un saludo muy breve a la tripulación.

Momento 3:

(Estimado= 10 min)

Presentación de semiótica a utilizar durante la secuencia neurodidáctica

Una vez ubicados de forma aleatoria al interior del aula, se inicia el proceso de reconocimiento de los diferentes símbolos y formas de comunicación a utilizar durante el desarrollo de cada una de las misiones del entrenamiento. Del mismo modo, se socializan las reglas de juego, el sistema de recompensas (ver anexo 18), acorde a cada misión y la forma y función de cada sitio de trabajo al interior del aula.

En este momento, se definen los equipos de trabajo a partir de los videos que escogieron al ingreso al aula (videos con contenido emocional). Los grupos son seleccionados acorde a la emoción que les despertó el video observado. Se conforman un total de 5 equipos de 4 astronautas.

Posterior a ello, se hace la presentación de los ciber bots (estudiantes del grado 10), quienes serán el apoyo para cada grupo durante cada misión.

Momento 4:



(Estimado= 15 min)

Empatía grupal

El oficial de entrenamiento físico dirige algunas actividades al exterior del aula (dinámicas) con todos los grupos.

Posterior a ello, los estudiantes regresan al salón, se pide a cada grupo de trabajo abrir la carpeta de misiones en los portátiles, escoger la misión número 1, abrir la ficha de misión correspondiente e iniciar con el desarrollo del trabajo respectivo.

A partir de este último momento, se inicia el desarrollo de cada misión (ver anexo 17).

Intermedio entre misiones, el oficial biofísico, ejecuta actividades de activación neuronal (dinámicas) con el propósito de mantener la atención y motivación durante todo el proceso.

Por otro lado, entre misión y misión se desarrollan las trivias (batallas de conocimiento) entre los grupos, actividad que les permitirá sumar puntos.

Cada equipo una vez termine cada misión, usará el mensajero Hermes para pedir a la mesa de oficiales revisión y retroalimentación del computrabajo realizado. si todo está bien, se dará la orden de oprimir el botón cuyo sonido indica que un grupo ha terminado la misión.

Resultados observados durante el desarrollo de la secuencia didáctica

- La secuencia didáctica fue programada para desarrollar un total de 10 misiones durante dos sesiones o jornadas completas de trabajo.



- por experiencia y una vez ejecutado el trabajo de investigación se evidencia que el tiempo de las 2 jornadas no fue suficiente para todo lo planeado, razón por la cual solo fue posible desarrollar 3 de las 10 misiones previstas.
- Se observó una muy activa participación de todos los estudiantes durante las dos jornadas. del mismo modo, los lazos de solidaridad y empatía entre los estudiantes de octavo y décimo fueron bastante exitosos.
- el grado de colaboración entre grupos de estudiantes fue relevante y muy afectivo, evidenciándose buena actitud en cada participante.

Resultados cuantitativos de la secuencia didáctica

Análisis del aula y la secuencia didáctica como un sistema complejo

Durante la secuencia didáctica aplicada en el aula con el grado 803, esta se realizó con los siguientes actores:

- 20 estudiantes del grado octavo, divididos en 5 equipos de 4 integrantes
- 17 estudiantes del grado decimo, divididos asi:
 - 5 (1 de apoyo en papel de Cyberbot con cada equipo)
 - 8 repartidos en las 4 estaciones con sensores
 - 2 en apoyo a las dinámicas grupales
 - 1 en apoyo de comunicaciones desde la mesa del consejo galáctico
 - 1 en apoyo de bodega espacial



- 6 docentes (Matemáticas, Biología, Ética, Educación Física, Sociales y Tecnología)

Además, se tuvieron en cuenta las interacciones con los siguientes elementos:

- hermes0: Módulo de comunicación inalámbrico de la mesa de consejo galáctico con todos los hermes del aula.
- hermes1: Módulo de comunicación inalámbrica del equipo 1
- hermes2: Módulo de comunicación inalámbrica del equipo 2
- hermes3: Módulo de comunicación inalámbrica del equipo 3
- hermes4: Módulo de comunicación inalámbrica del equipo 4
- hermes5: Módulo de comunicación inalámbrica del equipo 5
- estacionecg: Estación de medición de Electrocardiograma
- estacionpiel: Estacion de medicion de conductividad electrica de la piel
- bodega: Estacion de depósito, suministro y entrega de elementos
- estaciontempoxi: Estacion de medicion de temperatura con pistola infrarroja y oximetría
- estacionpresion: Estacion de medicion de presion arterial manual y digital
- estacionalexa: Estacion de consulta al asistente digital (Inteligencia Artificial) ALEXA

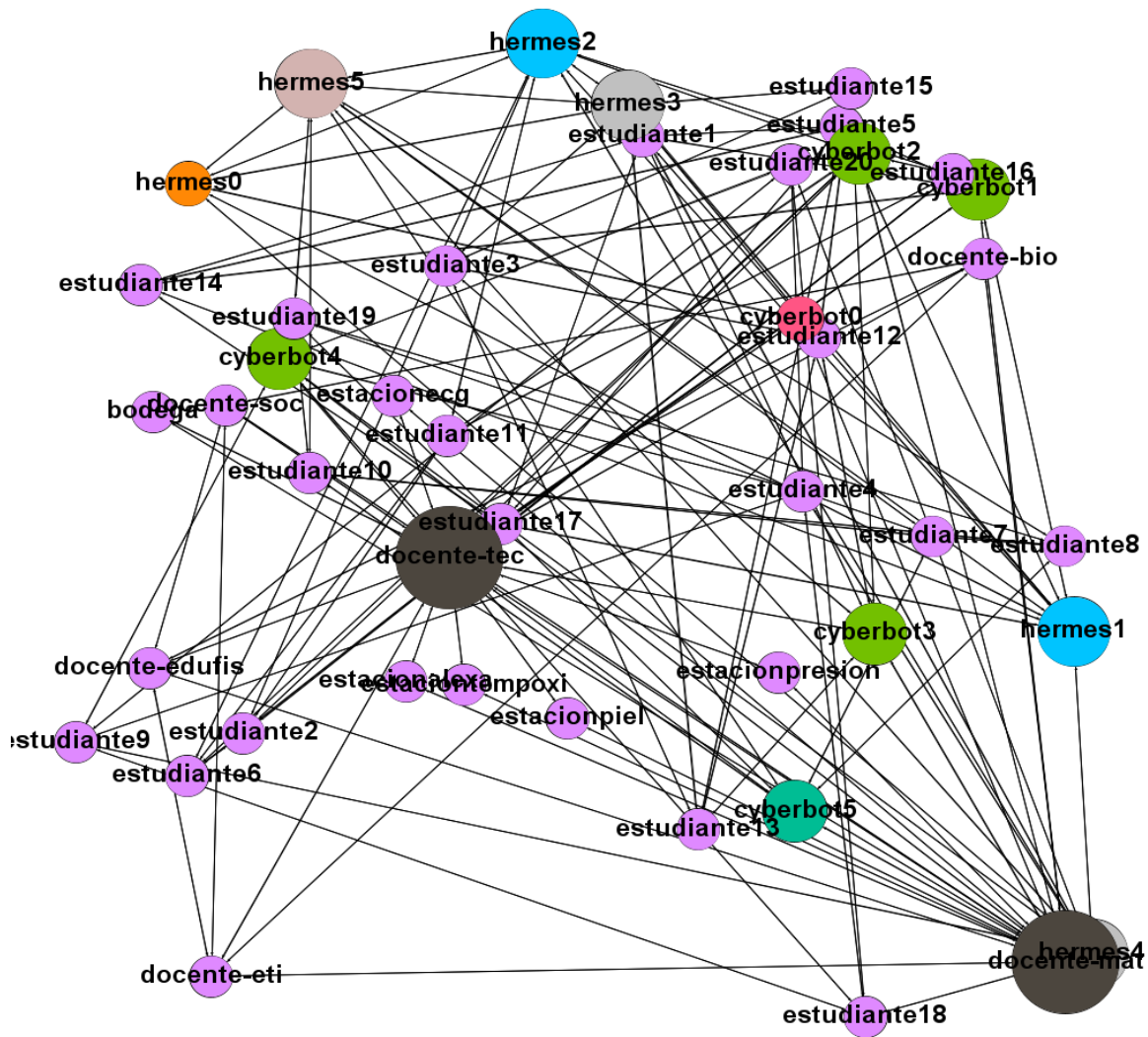
Para el análisis del comportamiento a modo de red compleja se elaboró una matriz con todos los actores y elementos de interaccion y comunicacion presentes durante la secuencia didáctica, se tuvieron en cuenta las interacciones en tres momentos diferentes así:

Aula inicial



En este momento de la secuencia se hace la introducción a la secuencia y es el primer momento de acomodación, sensibilización y explicación de la dinámica a todos los actores estudiantes.

Por lo anterior, las interacciones son menores, y el resultado del análisis de la matriz inicial d excel (ver Anexo 26), en el programa Gephi muestra los siguientes resultados:



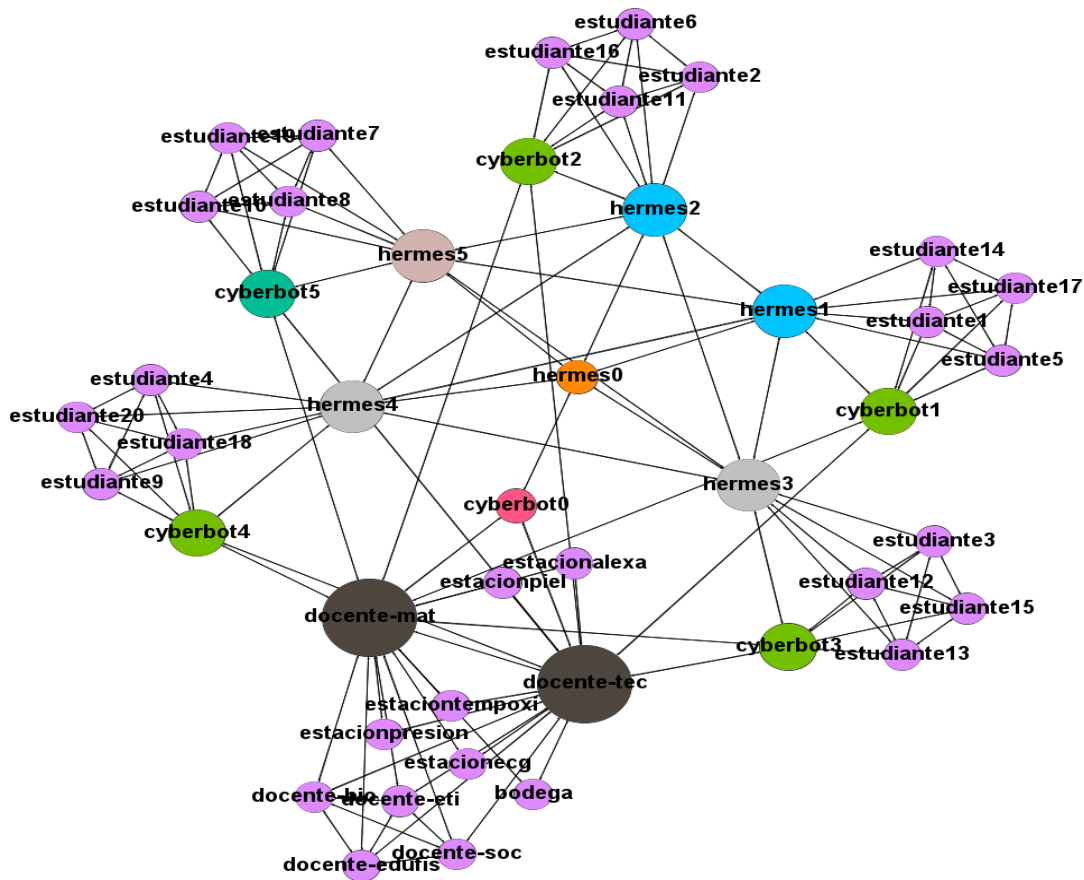


Parámetros:

- Grado medio: 5,909
- Diámetro de la red: 3
- Densidad de la red: 0,137
- número de nodos: 44
- Número de aristas: 260

Se observa una red con un diámetro alto, lo que indica que los nodos (agentes) se relacionan, pero de manera muy distante o que hay poca relación. La densidad de la red es baja, lo que indica que los nodos están muy dispersos y esto es consecuencia del bajo grado medio de relaciones.

Seguido, se hace análisis del estado inicial del aula con algoritmo de distribución gephi force 2, obteniendo el siguiente gráfico:

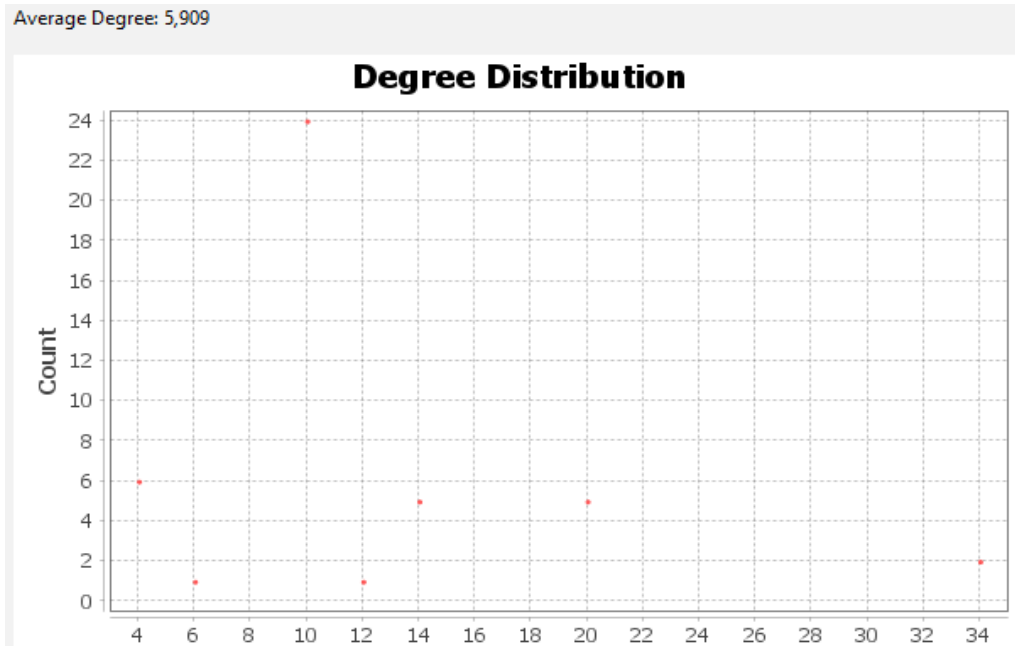


Red con algoritmo de distribución gephi forcé 2

El gráfico de red anterior muestra mayor fuerza en dos nodos, luego la fuerza la representan los nodos de los ciberbots de cada grupo. Lo anterior indica la fuerza o influencia que tienen estos agentes en el funcionamiento de la secuencia didáctica.

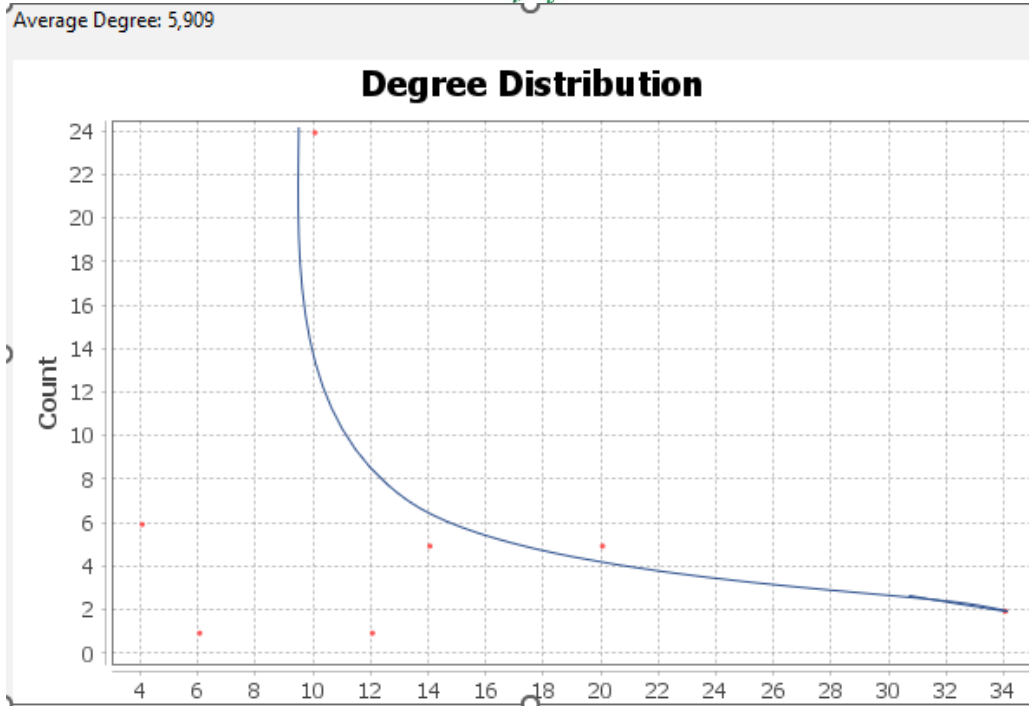


Gráfico de distribución de grados de la red en su estado inicial



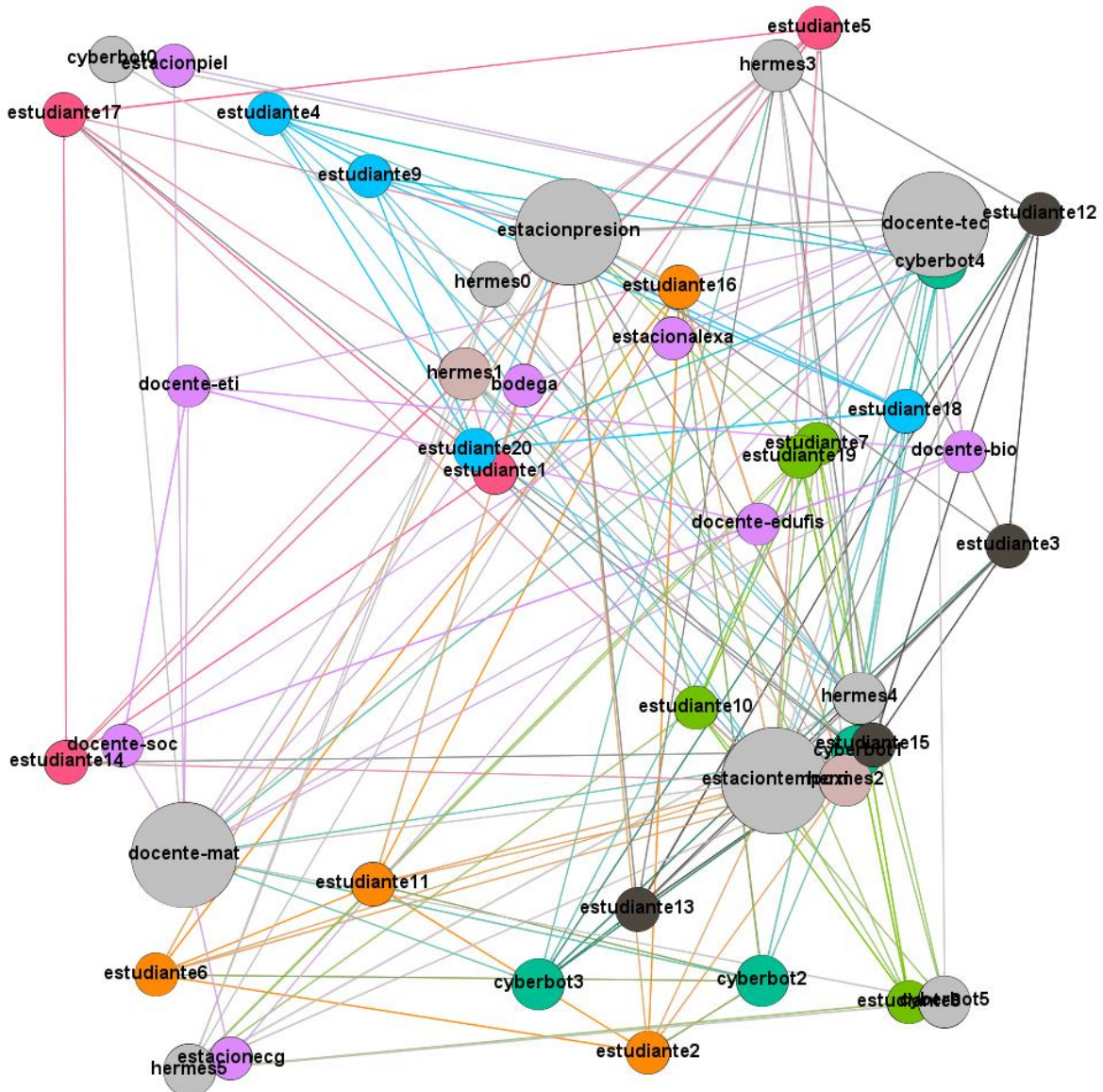
La gráfica muestra un indicador de aproximadamente 6 en la distribución de grados de la red. Se deduce del gráfico que existen muchos nodos con pocas conexiones. La relación es inversa,

La distribución de los grados de esta red se comporta siguiendo la ley de potencia, condición característica de las redes fuera de escala. esto se evidencia en el siguiente gráfico:



Misión 2

la secuencia didáctica inicia su proceso, empieza a dinamizarse la estrategia interna en el aula. las siguientes gráficas muestran el cambio en las condiciones iniciales de la red:

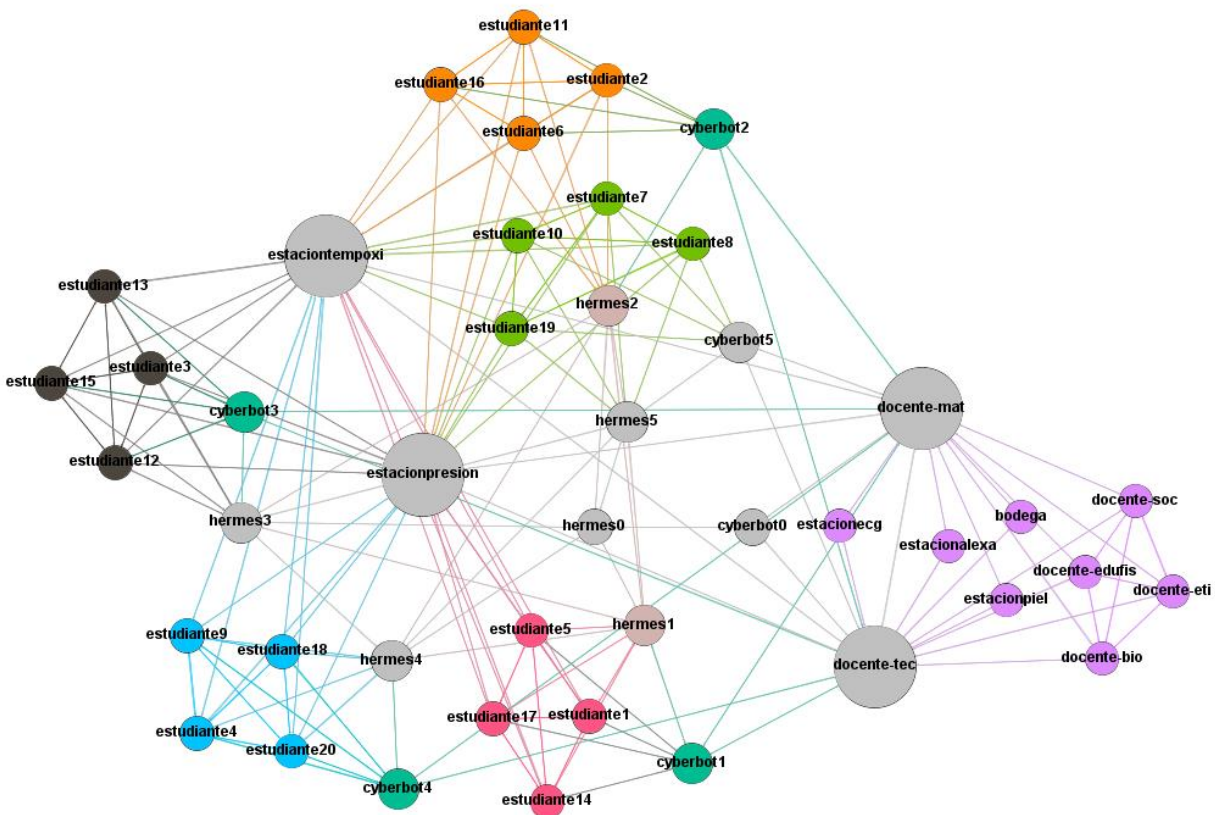


Parámetros:

- Grado medio: 7,72
- Diámetro de la red: 3
- Densidad de la red: 0,18
- número de nodos: 44
- Número de aristas: 340

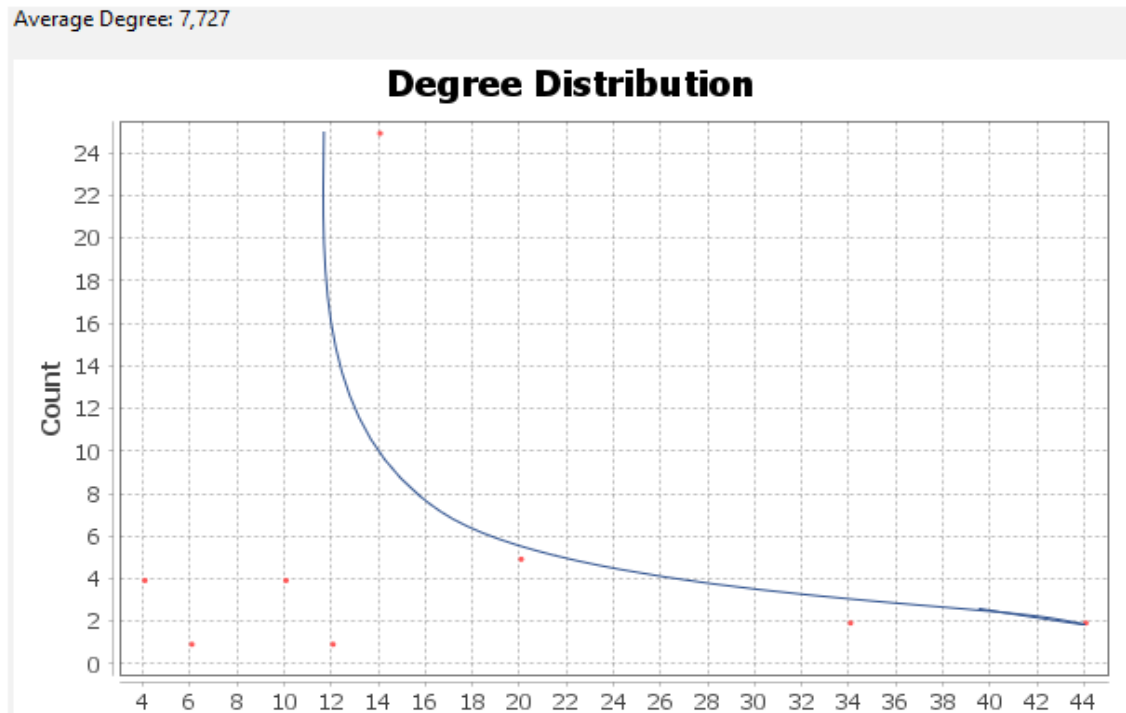


En comparación con el estado anterior, aunque se mantiene el diámetro de la red, el número de aristas aumenta, indicando aumento en las interacciones y elevando el grado medio a 7,72. del mismo modo, se nota un aumento en la densidad de la red, lo que indica que los nodos están más cerca en comparación con la superficie ocupada por la red. Esto indica mayor nivel de interacción entre los agentes o nodos.



Red con algoritmo de distribución gephi force 2

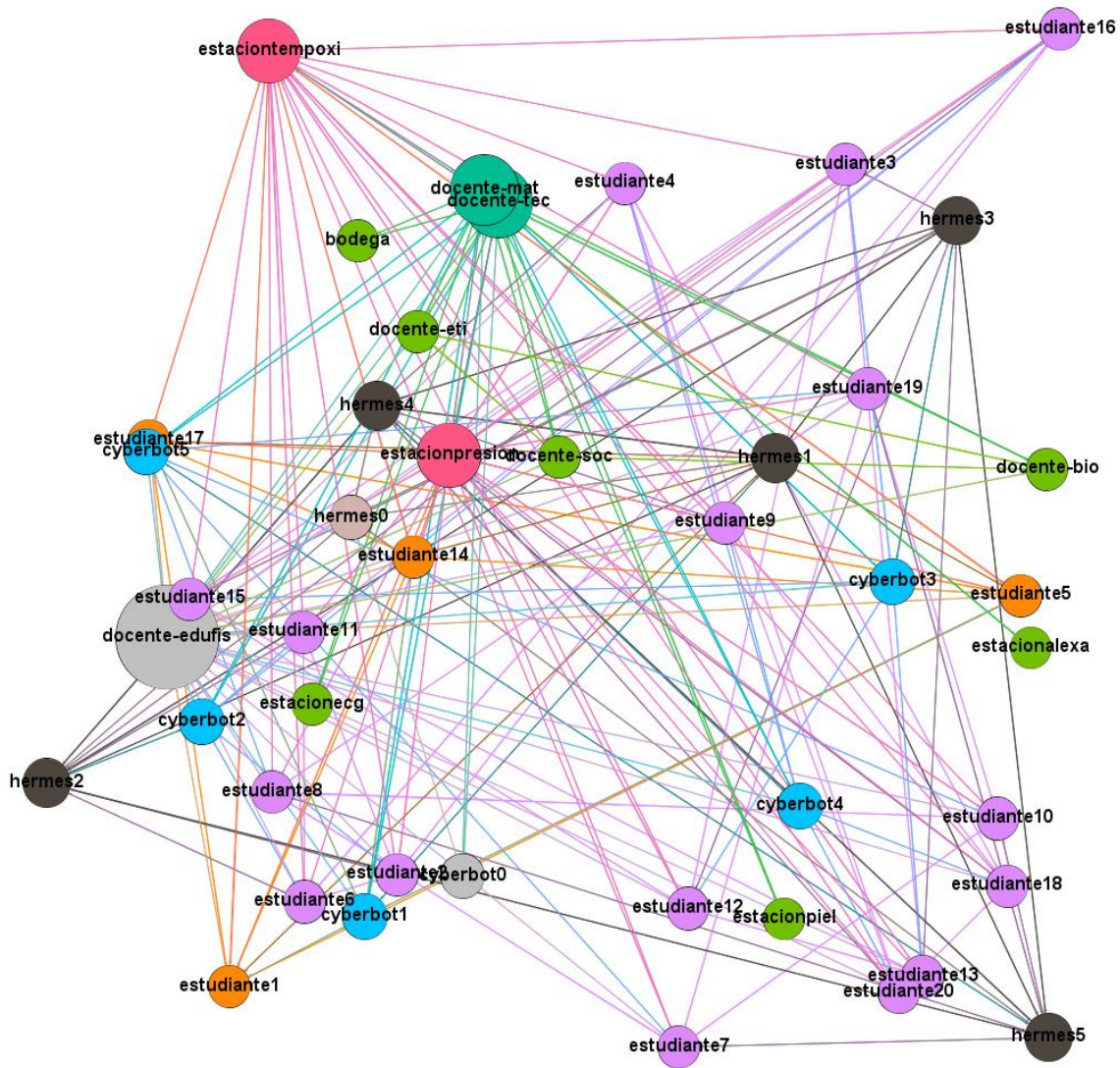
Por otro lado, el análisis de la distribución de grados se muestra ahora así:



La gráfica muestra un indicador de aproximadamente 7,7 en la distribución de grados de la red. sigue el gráfico obedeciendo las leyes de la potencia para redes libres de escala.

Misión 3.

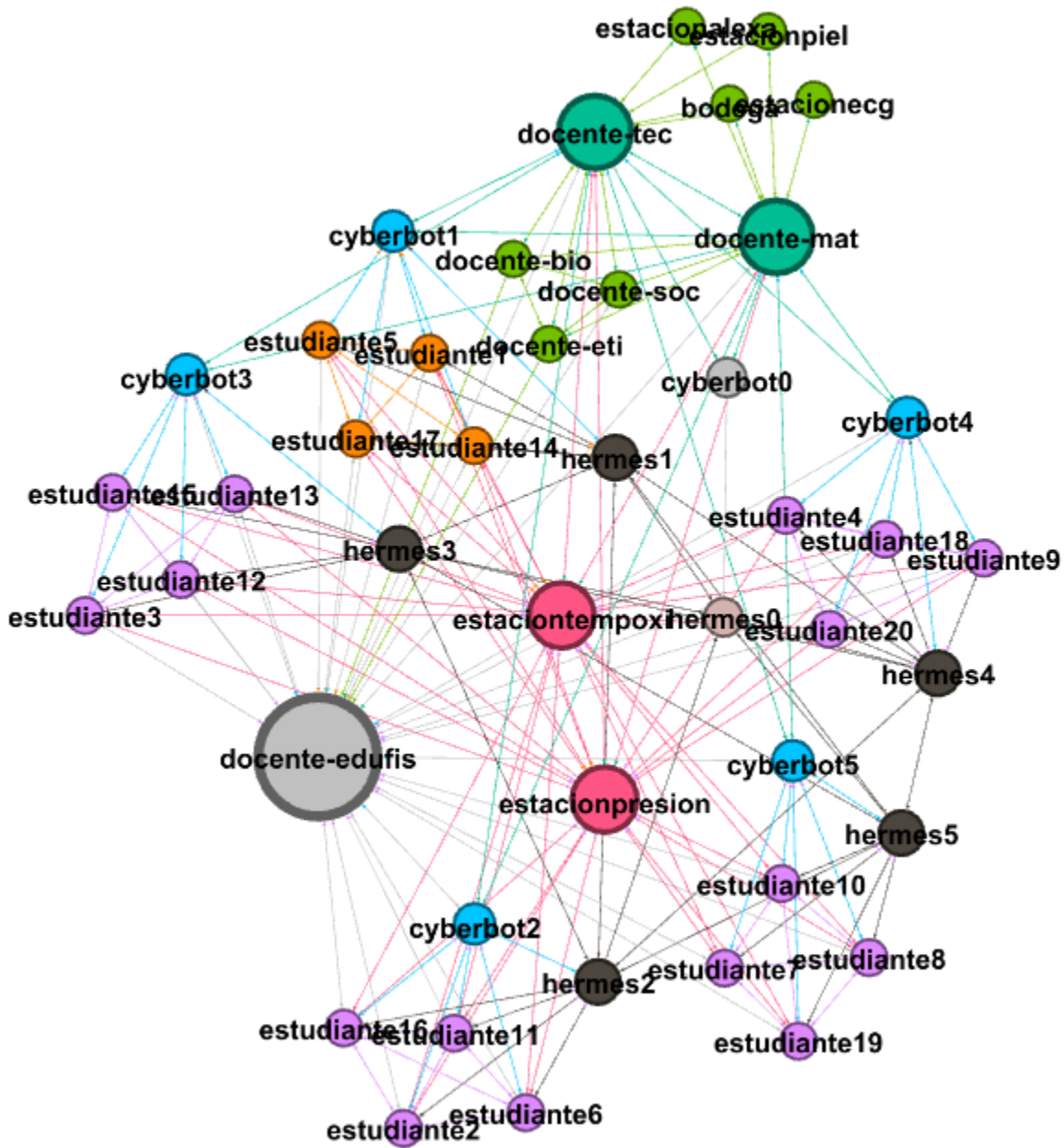
La secuencia didáctica continúa su proceso su proceso, y los indicadores del nivel complejidad de la red son:



Parámetros:

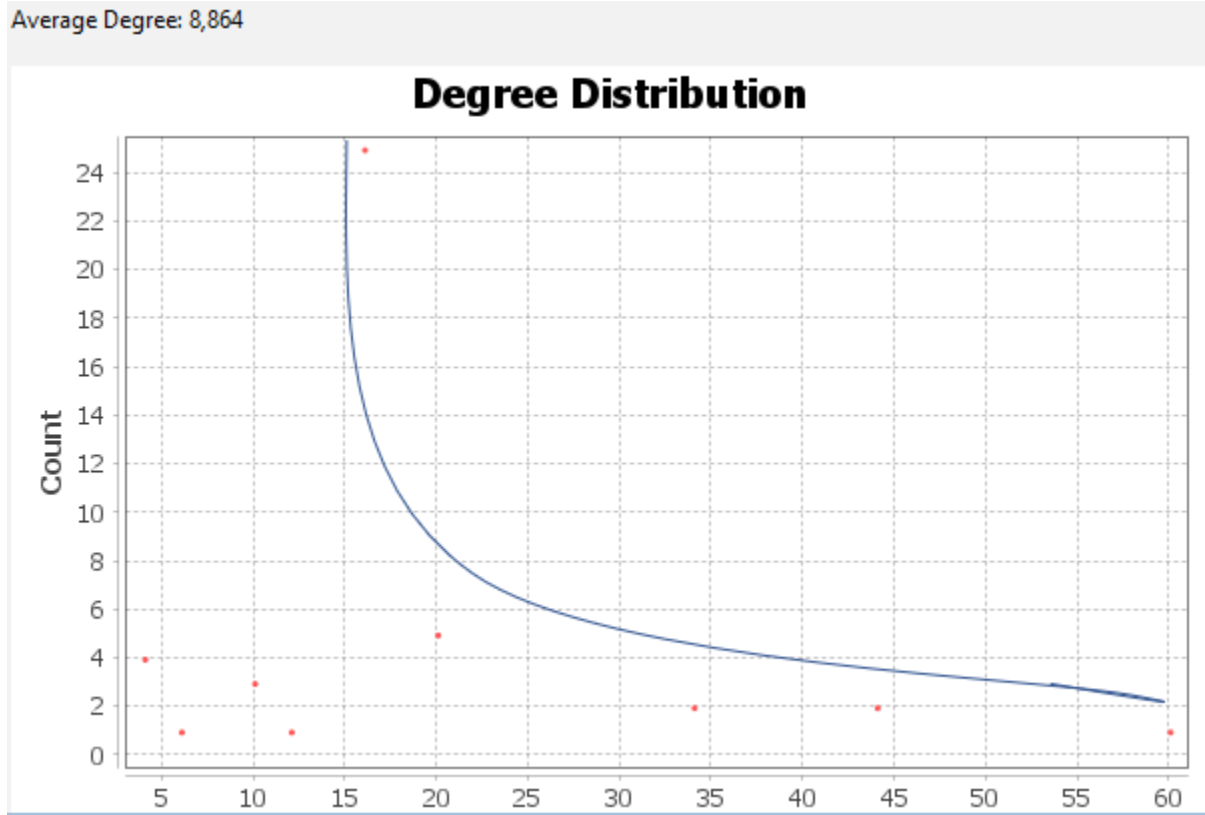
- Grado medio: 8.9
- Diámetro de la red: 3
- Densidad de la red: 0,206
- número de nodos: 44
- Número de aristas: 390

Lo que se observa ahora respecto al comportamiento de la red es que, aun manteniendo el diámetro, es decir la distancia media entre nodos, el número de aristas crece y hace que la densidad también aumenta, esto indica que han aumentado las interacciones entre los agentes en el mismo espacio, es decir, hay mayor fuerza en la complejidad del aula.



Red con algoritmo de distribución gephi force 2

Por su lado, el gráfico de distribución de los grados se ve así:



La gráfica muestra un indicador de aproximadamente 8,9 en la distribución de grados de la red. sigue el gráfico obedeciendo las leyes de la potencia para redes libres de escala.

Consideración final para evaluar la complejidad en las redes generadas por la secuencia didáctica:

Como característica básica las redes complejas generadas por la secuencia didáctica diseñada son Libres de Escala (LE), dado su comportamiento matemático de la distribución de grados cumpliendo con la ley de potencias, lo cual implica comportamiento de sistema complejo en sus interacciones, muchos nodos con pocas conexiones y muy pocos nodos con muchas conexiones, donde y según (Reynoso. 2008): “Tenemos entonces que la distribución del valor que fuere en el seno de las redes LE no es aleatoria. Matemáticamente— aunque simplificando un



poco—, la distribución propia de estas redes es lo que se denomina distribución 1/fo de ley de potencia (power law) y se encuentra entre las leyes más frecuentes que describen la invariancia de escala en muchos fenómenos materialmente disímiles. Dando un giro a lo que antes dije, la invariancia de escala se encuentra asimismo vinculada a la autosimilitud y la autoorganización, y es un rasgo característico de las transiciones de fase en las proximidades de un punto crítico.”.

(Hacia la complejidad por la vía de las redes. Nuevas lecciones epistemológicas, Carlos Reynoso, Desacatos. Revista de Ciencias Sociales 2008, (28))

La distribución estratégica y no tradicional de los agentes en el aula permite establecer mayor grado de conexiones entre estos y a medida que se crea más empatía y confianza en cada equipo, crece potencialmente el número de interacciones entre los mismos, lo que permite evidenciar mayor grado de autoorganización del mismo sistema, se hace más dinámico, se regula más a sí mismo, se hace más autónomo el trabajo de cada agente y su vuelven autosuficientes colectivamente.

También se nota como nodos que tienen poca interacción, a medida que continua el proceso se vuelven más fuertes y más decisivos en la red (ejemplo: nodo de educación física). Los argumentos anteriores, revelan que la estrategia didáctica aplicada se comporta como un sistema complejo, donde, emergen conductas propias del aula como una bandada, en la que todos avanzan y se ayudan mutuamente (característica de un sistema adaptativo complejo)

Descripción de la estrategia de aprendizaje

La presente estrategia de aprendizaje se nutre de tres grandes elementos: La neurodidáctica, El construccionismo y la Interdisciplina, componentes que dan las directrices



para la estructuración de la secuencia didáctica que, a su vez, se relaciona con los sistemas adaptativos complejos (Ciencias de la complejidad).

Por su lado, la importancia de la interdisciplina queda explícita en el siguiente fragmento: “La interdisciplinariedad evidencia los nexos entre las diferentes áreas curriculares, reflejando una acertada concepción científica del mundo; lo cual demuestra cómo los fenómenos no existen por separado y que al interrelacionarlos por medio del contenido, se diseña un cuadro de interpolación, interacción y dependencia del desarrollo del mundo”, (Varona, E. J., Pedroso, S. B., Montes de Oca, S. H., Carazo, B. A., Pérez, M. Á., & Jiménez, con este texto, se ratifica que el estudio de los fenómenos del mundo real, no se pueden hacer por separado y que la manera de permitir la emergencia cognitiva a partir de cualquier estudio es interrelacionar campos del conocimiento de manera cooperativa y colaborativa.

En definitiva, la interdisciplina busca un mayor entendimiento y conocimiento de la realidad. Los motivos que animan a desarrollar trabajo interdisciplinario entre otros podrían ser:

- Les enseña a los estudiantes cómo transferir el conocimiento.
- Involucra la comunidad como un medio de aprendizaje.
- Les enseña a los estudiantes cómo analizar, explicar y aplicar los conocimientos.
- Se basa en la competencia.
- Les enseña a los estudiantes cómo tomar decisiones.
- Los estudiantes aprenden cómo trabajar cooperativamente con los demás.
- Mejora la retención del conocimiento.
- Los estudiantes ven el valor de la experiencia educativa (no la ven aislada de la realidad).



Atendiendo a una de los motivos anteriores (se basa en competencias), la estrategia didáctica implementada busca establecer conexiones entre disciplinas y la realidad. Para ello, el trabajo interdisciplinar se desarrolló entre las siguientes áreas:

- Tecnología
- Matemáticas
- Ciencias Sociales
- Biología
- Educación Física
- Ética

Para el logro de los aprendizajes, cada disciplina aportó a la secuencia las siguientes competencias:

Competencia desde la Tecnología:

- Resuelvo problemas utilizando conocimientos tecnológicos y teniendo en cuenta algunas restricciones y condiciones.

Competencia desde las matemáticas:

- Utilizo números reales en sus diferentes representaciones y en diversos contextos

Competencia desde las ciencias sociales:

- Tomo decisiones responsables frente al cuidado de mi cuerpo y mis relaciones con los demás.
- Apoyo a mis amigos y amigas en la toma responsable de decisiones sobre el cuidado de su cuerpo.



- Analizo las consecuencias que tiene para las poblaciones las diversas enfermedades de los sistemas que conforman el cuerpo humano

Competencias desde la Biología:

- Analiza las relaciones entre sistemas de órganos con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos.

Competencia desde la educación física:

- Elaboro y propongo a mi comunidad proyectos de actividad física, ocio, tiempo libre y salud, con los elementos adquiridos en mi proceso educativo.

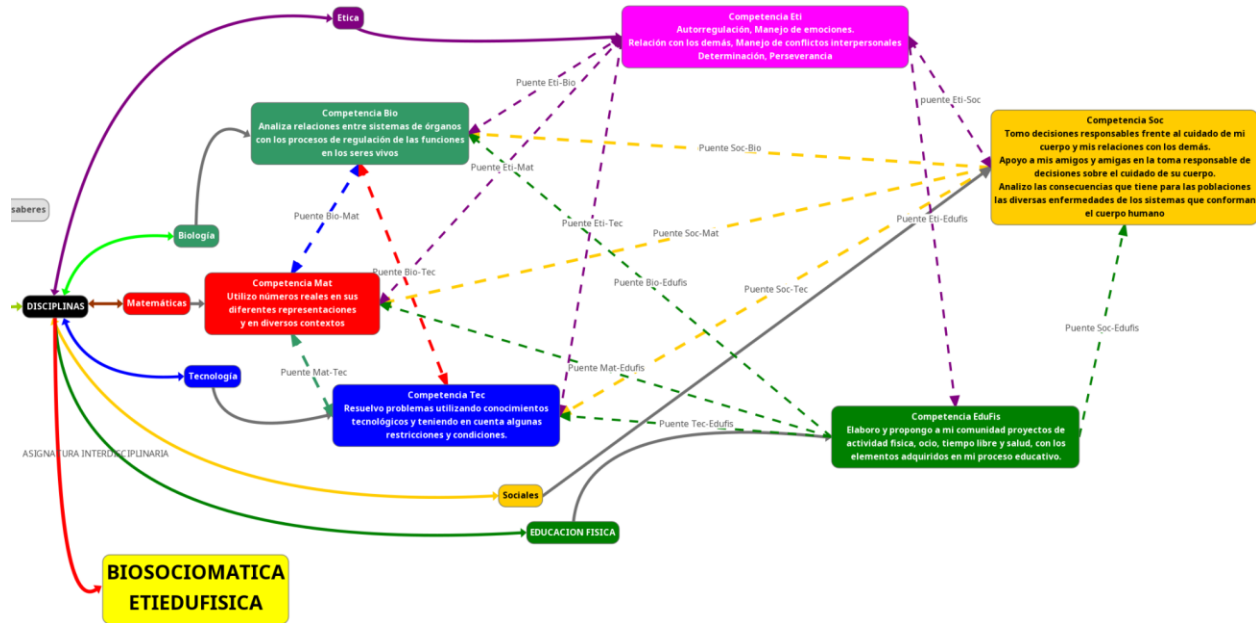
Competencias desde la ética y valores:

- Autorregulación, Manejo de emociones.
- Relación con los demás, Manejo de conflictos interpersonales
- Determinación, Perseverancia

La siguiente gráfica esquematiza la interrelación establecida entre las disciplinas y sus puentes entre las mismas:

Figura 18

Esquema Interdisciplinario Usado En La Secuencia Didáctica



Del mismo modo y respecto a las muchas ventajas del trabajo interdisciplinar, Carvajal Escobar agrega:

“Implementar la interdiscipliniedad en las instituciones de ES, implica tener en cuenta algunos aspectos como: eliminar fronteras para permitir el trabajo entre disciplinas; las estructuras de las instituciones (planes de estudio, instalaciones) frecuentemente representan obstáculos, al igual que las formas de financiamiento; cuando hay escasos recursos humanos y económicos para la educación disciplinaria e interdisciplinaria, tiende a predominar la primera sobre la segunda. Muchos cursos de ciencias ambientales más que de un enfoque interdisciplinario, se componen de una colección de disciplinas. El trabajo académico integrado, también requiere formas de encuentro en equipo, el establecimiento de criterios para la



integración y desarrollo de ideas para precisar conceptos, temas, disciplinas, prácticas y competencias a integrar; de igual forma, es necesario definir los tipos de relaciones entre las disciplinas; determinar los tiempos para desarrollar los temas, problemas, etc.; evaluar continua y formativamente el proceso y reunir toda la información posible sobre experiencias en este campo (Carvajal Escobar, Y. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. Luna azul, (31), 156-169.), este autor, no basta con establecer las ciencias a interrelacionar, ya que la interdisciplina requiere de algo más importante que sumar áreas a un trabajo y es el hecho de establecer el tipo de relación que existe entre las disciplinas. Lo anterior es condición necesaria para establecer temas, competencias y experiencias de campo.

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación, se ligaron objetivos comunes a las ciencias implicadas (6 en total), luego se establecieron las competencias respectivas y se definió el eje que moviliza la secuencia didáctica.

La estrategia didáctica que se propone a partir del presente trabajo de investigación está estructurada de la siguiente forma:

- a. Elementos generales que componen la estrategia. (ver anexo 22)
- Se trabaja por equipos, y cada uno de estos tiene una estación dotada con los siguientes recursos: un portátil, tarjeta micro bit, sistema de comunicación inalámbrica Hermes, mesa y sillas para astronautas y ciberbot. además, cada estación tiene en su portátil los archivos necesarios para dar inicio a la misión, como son: fichas de misión (ver anexo 2) infografías propias de cada misión, hojas de cálculo para recolección de medidas de signos vitales y tablas de medidas estandarizadas de antropometría y biometría.



- Cada equipo de astronautas está debidamente identificado con sus roles (ver anexo 13) y sus escarapelas (ver anexo 18). además, los equipos deben registrar toda información y actividad desarrollada en los elementos de evidencias de misión disponibles por equipo y por astronauta (ver anexo 10).
- Existe una bodega de materiales, donde cada equipo puede encontrar los implementos necesarios para el desarrollo de cada una de las misiones.
- El ambiente de aula se encuentra estructurado por diferentes elementos alusivos al tema de la narrativa: Kepler 22b, por ejemplo, afiches motivacionales, carteleras con logos de la nasa, video ilustrativo de la misión en televisor, botón para aviso de fin de misión, arduino con display de matriz led de 32 por 8, para señal extraterrestre, un aviso led tipo aviso publicitario con información de la misión, un dispositivo IA de consulta (alexa), música ambiental y aroma especial para la sala.
- Los equipos de astronautas se seleccionaron previamente de acuerdo a una emoción seleccionada por cada estudiante, cuyo único propósito es buscar intereses comunes y mejorar la empatía grupal.
- El aula está preparada para ser aula compleja, desde la misma disposición de los estudiantes y mobiliario en su interior (ver anexo 7), el propósito de forma de ubicación es procurar un espacio donde cada una de las características de los sistemas complejos se pueda desarrollar.
- el elemento gamificación hace parte de esta aula compleja y en él, están inmersos todos los agentes participantes en la misma, para el caso, es: Kepler 22b, en ella se crean



avatares, se fijan roles, se determina un sistema de puntos y se divide en varias misiones.

(10 misiones en total – ver anexo 17)

- El elemento juegos paralelos está presente dentro de la estrategia y es de suma importancia, ya que, con estas dinámicas intermedias y juegos tecnológicos en la misma estación, se busca mantener activa la atención (cerebro) de cada integrante. Es importante anotar que se especifica cada cierto tiempo, pero este es flexible según ritmo de cada grupo.
- Características neuro didácticas: estas son un componente fuerte del aula compleja, por ser un elemento constitutivo del título de la investigación y por ser de suma importancia si se quieren alcanzar aprendizajes significativos. por ejemplo, estímulos sensoriales (visuales, auditivos, olfativos, etc.) actividad física, etc.

b. Secuencia didáctica:

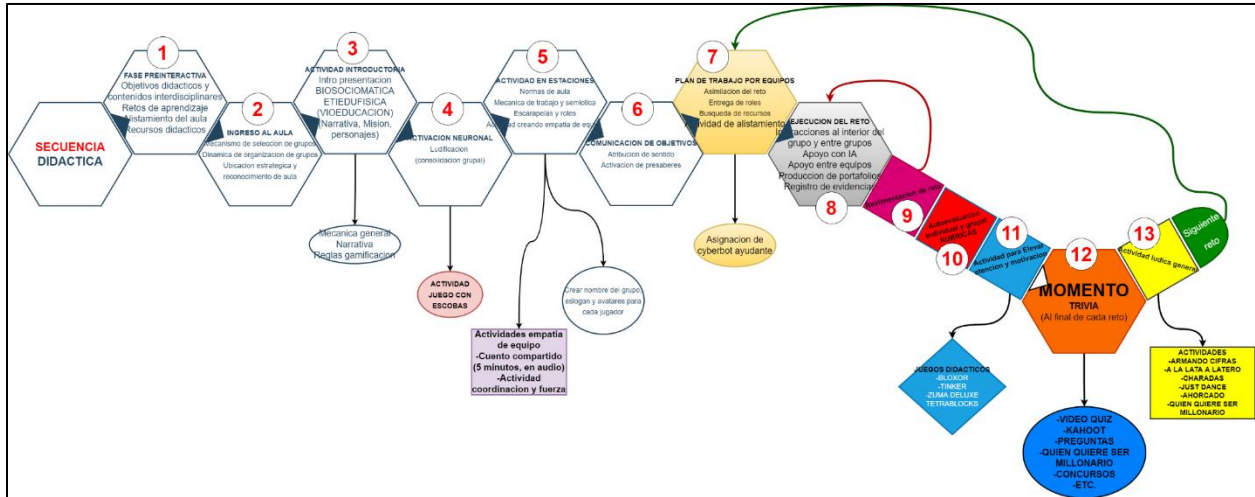
Para el desarrollo de esta secuencia, se ha escogido la figura del hexágono, por sus características geométricas naturales (seis aristas, seis vértices) y por ser de origen natural (algunas especies animales las utilizan para su organización, ejemplo las abejas).(ver anexos 19, 20 y 21)



Figura 19



Esquema de Secuencia Didáctica



Nota: el grafico muestra la forma y esquema general de la propuesta de secuencia didáctica fruto de la presente investigación.

Descripción de cada hexágono:

- Hexágono 1: (ver anexo 19)

Fase pre interactiva: Está estructurada por: Objetivos didácticos y contenidos interdisciplinarios, Retos de aprendizaje, Alistamiento del aula y Recursos didácticos. corresponde al trabajo de planeación previa a la ejecución de la secuencia como tal. debe hacerla el maestro junto con su equipo interdisciplinar.

- Hexágono 2: (ver anexo 19)

Ingreso al aula: Está estructurada por: Mecanismo de selección de grupos, Dinámica de organización de grupos, Ubicación estratégica y reconocimiento de aula. corresponde al



momento donde se definen las formas de selección de equipos, su ubicación y cómo cada equipo hará parte activa del aula como sistema complejo. se debe planear previo al inicio de la secuencia didáctica como tal.

- Hexágono 3: (ver anexo 19)

Actividad introductoria: Intro, presentación, “biosociomática-eti edufísica”, (“vía educación”), Narrativa, Misión, personajes. Corresponde al inicio formal de la secuencia didáctica, donde los agentes entran a formar parte de la historia a partir de la narrativa escogida, del mismo modo se busca un nombre alternativo para la nueva asignatura, su eje conceptual que para este caso fue “vía educación” por la relación entre el tema de la secuencia (sistemas biológicos del cuerpo humano) y educación como estrategia significativa. también hacen parte de esta fase la explicación de la Mecánica general, de la Narrativa y de las Reglas de gamificación.

- Hexágono 4: (ver anexo 20)

Activación Neural: incluye los aspectos: Ludificación (consolidación grupal) y dinámicas para conseguir activación de agentes. Es importante diferenciar los términos ludificación o gamificación en esta fase, cuyo principal objetivo es mantener la atención de cada estudiante. Se escogen dinámicas adecuadas al grupo con el que se está trabajando.

- Hexágono 5: (ver anexo 20)

Actividad en estaciones: Está estructurada por: Normas de aula, Mecánica de trabajo y semiótica de la actividad, Escarapelas y roles, Actividad creando empatía de equipo. en esta fase se presentan las normas a seguir dentro del aula y fuera de ella, no de manera sancionatoria, sino gamificada, se presenta la mecánica de trabajo, se explican los



diferentes símbolos a utilizar en los procesos de comunicación, se dan escarapelas a cada agente del sistema, se asignan los roles de cada quien y se hace una actividad que permita generar conocimiento y empatía al interior del equipo de trabajo (ludificación). También incluye aspectos como: Crear nombre del grupo, eslogan y avatares para cada jugador.

- Hexágono 6: (ver anexo 20)

Comunicación de objetivos: está estructurada por: Atribución de sentido de la actividad y Activación de presaberes. esta fase resulta de especial importancia ya que es aquí, donde los agentes comprenden lo relevante del trabajo a desarrollar dentro de la máscara de gamificación, además, se procede a activar en ellos los presaberes cuando estos abren la ficha de misión. (etapa fundamental según Ausubel, para el logro de aprendizajes con significado)

- Hexágono 7: (ver anexo 21)

Plan de trabajo por equipos: está estructurada por: Asimilación del reto, Entrega de roles, Búsqueda de recursos, Actividad de alistamiento, Asignación de cyberbot ayudante. En esta fase, se procede la comprensión de la misión como tal, a entender que hay que hacer o desarrollar, a la búsqueda de los materiales que se necesitan para su ejecución, a preparar el “terreno” para trabajar y a estar apoyado por un agente externo (cyberbot - estudiante de décimo grado).

- Hexágono 8: (ver anexo 21)

Ejecución del reto: esta fase está estructurada por: Interacciones al interior del grupo y entre grupos, Apoyo con IA, Apoyo entre equipos, Producción de portafolios, Registro de evidencias. en esta fase es donde el equipo de forma autónoma, desarrolla una a una las



actividades guía de la ficha de misión (ver anexo 2), interactúan entre pares, hacen consultas pertinentes según recursos disponibles, se apoyan en los ayudantes (ciberbots), usan IA (alexa), internet, nutren los portafolios de cada uno, usan sus bitacoras, y registran una a una sus evidencias de manera escrita o audiovisual.

- Cuadrado 9: (ver anexo 21)

Realimentación de reto. en esta fase y una vez cada equipo informe que ha terminado la misión, el equipo de oficiales (maestros) se desplazan hasta la estación y verifican que el trabajo se haya culminado de manera correcta, dan visto bueno al equipo para que obturan el botón de fin de misión (estímulo sonoro).

- Cuadrado 10: (ver anexo 21)

Autoevaluación: Individual y grupal. RÚBRICAS. En esta fase, cada equipo tiene la posibilidad de autoevaluarse de manera individual y como equipo. las rúbricas usadas deben manejar un equivalente cuantitativo de aspectos cualitativos, pero no son lineales, obedecen a los principios de lógicas no clásicas (difusa), además, no tienen carácter sancionatorio ni clasificatorio.

- Cuadrado 11: (ver anexo 21)

Actividad para elevar atención y motivación: juegos didácticos: bloxorz, tinker, zuma deluxe, tetra blocks, etc.

Es aquí, donde los integrantes del equipo tienen la posibilidad de activarse neuronalmente a partir de software lúdico, de prácticas juegos de desafío, de aventura, de dificultad, en los cuales de manera automática permiten la colaboración entre pares.



- Hexágono 12: (ver anexo 21)

Momento trivia: (Al final de cada reto). incluye el uso de recursos como: video quiz, -kahoot, -preguntas, -quien quiere ser millonario, concursos, -etc. este momento de la secuencia, hace parte de las estrategias didácticas que permiten testear el progreso de los equipos a través de herramientas distintas al examen tradicional. Se sugiere el uso de recursos tecnológicos para estos momentos de trivia.

- Cuadrado 13: (ver anexo 21)

Actividad lúdica general. En esta fase, los equipos tienen la oportunidad de “recargarse neuronalmente”, a partir de la ludificación, de hacer neurogénesis, de aumentar las conexiones neuronales y de volver a activar la atención para el trabajo que sigue. Para este caso particular se sugieren dinámicas como: -armando cifras, -a la lata al latero, -charadas, -just dance, -ahorcado, -quién quiere ser millonario, entre otras muchas.

Una vez se desarrolle la fase correspondiente al cuadrado 13, la secuencia retorna nuevamente al hexágono 7, donde inician nuevamente una nueva misión y este bucle se repite hasta terminar con las misiones planeadas.

Nota: ver imagen panorámica de toda la estrategia didáctica (anexo 6)

Conclusiones y recomendaciones.

Como resultado del presente proyecto de investigación podemos concluir que:

- a. Educar en la complejidad es educar al individuo para que pueda describir e interpretar lo que ocurre en el mundo, a través de la pedagogía de la pregunta, que a su vez prepara al



estudiante para criticar la realidad, para encontrar las respuestas, pero no de lo conocido, sino, del desconocido, amparado en las lecturas situacionales y la tolerancia a la ambigüedad.

- b. Hay tres conceptos que se relacionan de manera fuerte: Educación, complejidad y aprendizaje significativo. El argumento es el siguiente: cuando un aula se comporta como un sistema complejo, permite evidenciar una a una las características de la complejidad (adaptabilidad, autoorganización, dinámica, etc), es decir, es una aula donde se está educando en la complejidad. ahora, para educar en complejidad es necesario hacer uso de las buenas preguntas, es decir de la pedagogía de las preguntas, buscando dar respuestas frente a lo desconocido, y lo desconocido al ser descubierto genera emoción a quien lo descubre y la emoción es el ingrediente fundamental que hace que el conocimiento se lleve a la memoria implícita y se convierta en aprendizaje significativo.
- c. La educación tradicional y las aulas con organización interna tradicional (filas, hileras y podio para el maestro) presentan bajos niveles de relaciones entre los diferentes actores, evidencian un escaso y a veces nulo nivel de interdisciplinariedad, se muestran como espacios rígidos altamente disciplinados y sin la oportunidad de intercambiar saberes o ideas y por ende, dependen en alto porcentaje de lo que el maestro (uno solo) le pueda ofrecer. por el contrario, cuando una aula de clase se organiza de tal forma que se puedan dar el mayor número de interacciones entre estudiantes, bajo estrategias neurodidácticas y de ser posible con más de un maestro, aparece la oportunidad de poder ayudar a los demás en sus dificultades (el agente altruista), de poder ser agente activo y dar aportes que cambien el hilo conductor de la misma (no linealidad), de entrar en contacto con más diferencias cognitivas entre pares (entorno complicado), de ser de mente abierta a lo



nuevo o desconocido (curiosidad disciplinada), de poder tomar registros con lenguaje propio (mediación), y última pero no menos importante: en un aula compleja, los estudiantes tendrán siempre la disposición y a atención prestas hacia el nuevo conocimiento.

- d. Los aprendizajes serán siempre significativos si vienen ligados a la emoción, si detrás de ellos, ha estado la curiosidad, la sorpresa y el descubrimiento. en razón de lo anterior, los ambientes de clase deben ser ricos en empatía, con niveles de confianza elevados, que hagan que los estudiantes sin temor sean agentes activos de su propio aprendizaje, que se entrenen para dar respuestas a lo desconocido, que se enfrenten a sus propias limitaciones, que se vuelvan críticos de la realidad, que se comporten cooperativa y colaborativamente y que sientan que lo que aprenden es para el beneficio de sus propias vidas.
- e. Científicamente está demostrado que los niveles de atención de niños, adolescentes y adultos no son los mismos y que los niños junto con los adolescentes sólo pueden mantener niveles de atención entre 12 y 15 minutos máximo, luego de este tiempo, nada de lo que pase en la clase será atendido por sus cerebros. Por consiguiente, educar en ambientes de horarios rígidos, de materias aisladas, de intervalos de tiempos entre 1 y 2 o más horas, solo produce fatiga, cansancio, aburrimiento, estrés y fobia por el aprendizaje. Pero, si a los ambientes de clase le agregamos una buena dosis de estrategias neuro didácticas que mantengan elevados los niveles de motivación, permitirá captar mucho más la atención de los estudiantes y por ende, mejoraran sustancialmente sus habilidades y aprendizajes.



- f. Si en los ambientes o aulas de aprendizaje, los estudiantes tienen la posibilidad de construir su propio conocimiento apoyados en técnicas como: la manipulación de diversos materiales (objetos para pensar), el desarrollo de misiones (retos) y el trabajo en equipo, entonces, estarán vivenciando y materializando su propio aprendizaje y adquiriendo gran habilidad para afrontar problemas cotidianos.
- g. De la experiencia investigativa en este proyecto, y por el número de áreas del conocimiento que intervinieron en el mismo (matemáticas, tecnología, sociales, educación física, sociales y ética), se concluye que: a mayor número de áreas involucradas en la estrategia, mayor es el nivel de complejidad y de interacciones. Del mismo modo, y por la rigidez del actual sistema educativo, a más áreas involucradas en una estrategia, mayor dificultad en la sincronización y planeación del trabajo.
- h. Una estrategia de clase con aportes desde la neurodidáctica, el construccionismo y la interdisciplina, refleja todas las características de un sistema complejo, máxime cuando la misma educación en sí es un sistema con alto grado de complejidad.
- i. El desarrollo de trabajo educativo a partir de estrategias neuro didácticas permite mayores niveles de empatía entre los estudiantes, indistinto del grado al que pertenezcan. del mismo modo, el trabajo de enseñanza de tipo interdisciplinar, rompe la rigidez del sistema tradicional y permite la creación de ambientes complicados (característica de un SAC), no por los temas sino por la cantidad de interacciones entre los agentes (estudiantes).

Referencias

Alcaldía Capitalito.Gov.Co. (2020). Recuperado el 2022, de

https://alcaldiapitalito.gov.co/PlanesProgramas/DiagnostivoPDM-2020_2023.pdf

Andrés, C., Anchetta, G., Barboza Robles, Y., & Peraza Delgado, M. (2020). Estrategias de

Mediación Pedagógica de las Unidades Didácticas de la Universidad Estatal a Distancia

de Costa Rica. *UNED Research Journal*, 12(1). Recuperado el 2022, de

<https://www.redalyc.org/journal/5156/515663758020/html/>

Ausubel, D. (1983). Teoría del Aprendizaje Significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10. Obtenido

de <https://rb.gy/q5pmmq>

Barkley, E. F., Cross, P., & Howell Major, C. (2013). *Técnicas De Aprendizaje Colaborativo:*

Manual Para El Profesorado Universitario (Segunda ed.). Madrid, España: Ediciones

Morata, S.L. Recuperado el 2022, de

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R5ojEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Barkley,+E.+F.,+%26+Cross,+D.+P.+\(2013&ots=sqZKy15XOP&sig=_li6FbJSyXVqBuLXaug8bTi7C-](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R5ojEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Barkley,+E.+F.,+%26+Cross,+D.+P.+(2013&ots=sqZKy15XOP&sig=_li6FbJSyXVqBuLXaug8bTi7C-M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20(2013&f=false)

[M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20\(2013&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R5ojEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Barkley,+E.+F.,+%26+Cross,+D.+P.+(2013&ots=sqZKy15XOP&sig=_li6FbJSyXVqBuLXaug8bTi7C-M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20(2013&f=false)

[M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20\(2013&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R5ojEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Barkley,+E.+F.,+%26+Cross,+D.+P.+(2013&ots=sqZKy15XOP&sig=_li6FbJSyXVqBuLXaug8bTi7C-M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20(2013&f=false)

[M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20\(2013&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=R5ojEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Barkley,+E.+F.,+%26+Cross,+D.+P.+(2013&ots=sqZKy15XOP&sig=_li6FbJSyXVqBuLXaug8bTi7C-M#v=onepage&q=Barkley%2C%20E.%20F.%2C%20%26%20Cross%2C%20D.%20P.%20(2013&f=false)

Barranco, M. G. (2019). *www. Sutori.com*. Recuperado el 2022, de

[https://www.sutori.com/es/historia/concepto-de-pedagogia-y-teorias-del-aprendizaje-](https://www.sutori.com/es/historia/concepto-de-pedagogia-y-teorias-del-aprendizaje-significativo--7hxWK7E4dM67EDQXEptnkqev)

[significativo--7hxWK7E4dM67EDQXEptnkqev](https://www.sutori.com/es/historia/concepto-de-pedagogia-y-teorias-del-aprendizaje-significativo--7hxWK7E4dM67EDQXEptnkqev)



- Bertoglia, M. (2019). *Complejidad, Transdisciplinariedad y Competencias: Cinco Viñetas Pedagógicas*. Letrame Grupo Editorial. Recuperado el 2022, de https://books.google.com.co/books/about/Complejidad_transdisciplinariedad_y_comp.html?id=ozSsDwAAQBAJ&redir_esc=y
- Camero Camacho, H. A., Vargas Salas, A., & Valencia Ossa, J. (2022). *El Aprendizaje Significativo y El Caos En El Aula Multigrado: Un Método Para Articular Diferentes Disciplinas Del Conocimiento En La Básica Primaria*. Tesis, Neiva. Recuperado el 2022, de https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=47295&shelfbrowse_itemnumber=75532
- Cobo, O. M. (2022). El Currículo Oficial En Las Dos Últimas Reformas Educativas En Colombia. *Revista Educació, Política y Sociedad*, 7(1), 9-30. Recuperado el 2022, de <https://revistas.uam.es/reps/article/view/13835>
- Del Valle Díaz, S., Rubio Palomino, M. A., & Nevado Luna, J. (2020). Teorías constructivistas, perspectiva funcional-estructural en el aprendizaje del fútbol base. *Retos*(38), 824-830. Recuperado el 2022, de <file:///C:/Users/NORMA%20GARAY/Downloads/Dialnet-TeoriasConstructivistasPerspectivaFuncionalestruct-7446340.pdf>
- Diello, M. (2017). *Manuel Diello*. *Blogspo.com*. Recuperado el 2022, de Estrategias Didácticas: <http://manudiello.blogspot.com/2017/10/estrategias-didacticas.html>
- Escamilla, J., Quintero, E., Vanegas, E., Fuerte, K., Fernández, K., & Román, R. (2015). Reporte Edu Trends. *Aprendizaje Basado en Retos*, 1-40. (T. d. Monterrey, Ed.) México, México: Observatorio de Innovación Educativa de Monterrey. Recuperado el 2022, de <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>



Forés Miravalles, A., & Ligoiz Vázquez, M. (2011). *Descubrir La Neurodidáctica: Aprender*

Desde, En Y Para La Vida (Vol. 130). Barcelona: Editorial UOC. Obtenido de

<https://rb.gy/q5pmmq>

Freire, P. (1994). *Educación y Participación Comunitaria*. Obra de Paulo Freire. 29-33.

Recuperado el 2022, de

http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/1137/2/FPF_OPF_01_0004.pdf

García , R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, Métodos y Fundamentación Epistemológica*

de la Investigación Interdisciplinaria (Primera ed.). Barcelona, España: Gedisa S.A.

Recuperado el 2022, de [http://secat.unicen.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/GARCIA-](http://secat.unicen.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/GARCIA-Sistemas-complejos1.pdf)

[Sistemas-complejos1.pdf](http://secat.unicen.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/GARCIA-Sistemas-complejos1.pdf)

Gardner, H. (1987). *Inteligencias Múltiples. La Teoría En La Práctica* . Barcelona, España:

PAIDOS. Recuperado el 2022, de

[http://www.materialestatic.es/transicion/apuntes/Gardner,Howard-](http://www.materialestatic.es/transicion/apuntes/Gardner,Howard-inteligencias.multiples,la.teoria.en.la.practica(intro).pdf)

[inteligencias.multiples,la.teoria.en.la.practica\(intro\).pdf](http://www.materialestatic.es/transicion/apuntes/Gardner,Howard-inteligencias.multiples,la.teoria.en.la.practica(intro).pdf)

Goleman, D. (1998). *La Práctica de la Inteligencia Emocional*. Barcelona: Kairos S.A.

Recuperado el 16 de Mayo de 2020, de

http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/La.practica.de_la_inteligencia.emocional.pdf

[ional.pdf](http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/La.practica.de_la_inteligencia.emocional.pdf)

Gómez, P. (2005). Complejidad de las Matemáticas Escolares y Diseño de Actividades de

Enseñanza y Aprendizaje Con Tecnología. *Revista EMA*, 10(2,3), 354-374. Recuperado

el 2022, de <http://funes.uniandes.edu.co/387/>



González , B., & León, A. (2013). Procesos Cognitivos: De La Prescripción Curricular A La Praxis Educativa. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*(19), 49-67.

Recuperado el 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/652/65232225004.pdf>

González, B., & León , A. (2013). Procesos Cognitivos: De La Descripción Curricular A La Praxis Educativa. *Revista de Teoría y Didáctica de Las Ciencias Sociales*(19), 49-67.

Recuperado el 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/652/65232225004.pdf>

Johnson, L. F., Smith, R. S., Varon, R. K., & Smythe, J. (2009). Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time. (T. N. Consortium., Ed.) 1-44. Recuperado el 2022, de <http://openurl.learntechlib.org/?rft.pages=1%2D38&rft.au=Laurence%20F%20Johnson&rft.au=Rachel%20S%20Smith&rft.au=J%2E%20Troy%20Smythe&rft.au=Rachel%20K%20Varon&rft.genre=report&rft.spage=1&rft.btitle=Challenge%2DBased%20Learning%203A%20An%20Approach%20for%2>

Lemus, L. A. (1969). *Pedagogía: Temas Fundamentales Por Luis Arturo Lemus* (Primera ed., Vol. 4). Buenos Aires: Kapelusz. Recuperado el 2022, de http://biblioteca.unae.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=54434&query_desc=su%3A%22Did%C3%A1ctica%22

Lillo Zuñiga, F. G. (2013). Aprendizaje Colaborativo en la Formación. *Revista de Psicología-Universidad Viña del Mar*, 2(4), 109-142. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.uvm.cl/bitstream/handle/20.500.12536/537/04-05-Lillo2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Maturana Romesin, H. (2019). *Biología De La Cognición y Epistemología* (Vol. 1). Chile: Ediciones Universidad de la Frontera. Recuperado el 2022, de



<https://idoc.pub/download/humberto-maturana-biologia-de-la-cognicion-y-epistemologiapdf-x4e6qwyweyn3>

Medina Córdoba, J. J., & Mora, D. A. (2019). *Secuencias Didácticas Para Fortalecer El Aprendizaje De Las Funciones Racionales En El Grado Noveno Por Medio De La Modelización Interdisciplinaria*. Universidad Surcolombiana, Neiva. Recuperado el 2022, de <https://repositoriotesiscomplejidad.blogspot.com/2021/04/secuencias-didacticas-para-fortalecer.html>

Moore, E., & Nussbaum, L. (2013). La Lingüística Interaccional y La Comunicación En Las Aulas. *Revista Textos*(63), 43-50. Recuperado el 2022, de https://www.academia.edu/download/49234685/Moore-Nussbaum_Textos63_3.pdf

Mora Teruel, F. (26 de Abril de 2017). Gobierno de España. Ministerio de Educación y Formación Profesional. España. Recuperado el 2022, de <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/neurociencia-educativa/formacion/jornadas-congresos/2017/i-congreso-nacional/materiales/que-es-neuroeducacion.html>

Moreira, M. A., Rodríguez Palmero, M. L., Caballero Sahelices, M. C., & Ileana, M. G. (2008). *La Teoría Del Aprendizaje Significativo En La Perspectiva De La Psicología Cognitiva* (Primera ed.). Ediciones Octaedro. Recuperado el 2022, de <https://cmappublic3.ihmc.us/rid=1H30ZSRPG-1HGWM5F-QZQ/Teor%C3%ADa%20del%20Aprendizaje%20Significativo%20a%20partir%20de%20la%20Perspectiva%20de%20la%20Psicolog%C3%ADa%20Cognitiva.pdf>

Ocaña, A. O. (2015). *Neuroeducación ¿Cómo Aprende El Cerebro Humano y Cómo Deberían Enseñar Los Docentes?* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de



https://www.academia.edu/32204378/Libro_Neuroeducaci%C3%B3n_C%C3%B3mo_aprende_el_cerebro_humano_y_c%C3%B3mo_deber%C3%ADan_ense%C3%B1ar_los_docentes?from=cover_page

Ortiz Alonso, T. (2018). *Neurociencia En La Escuela* (Vol. 25). (E. S. España, Ed.) España:

Biblioteca Innovación Educativa. Recuperado el 2022, de

<https://www.storytel.com/gt/es/books/neurociencia-en-la-escuela-713838>

Quesada Quintero, C. H., Calderón, D. A., & Medina, A. F. (2021). *Potenciamiento del*

Pensamiento Computacional Mediante la Resolución de Problemas en Estudiantes de

Greado Tercero y Octavo. Tesis , Universidad Surcolombiana, Huila, Neiva. Recuperado

el 2022, de [https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-](https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=46402)

[detail.pl?biblionumber=46402](https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=46402)

Ramírez, K. J. (2021). *Prácticas Pedagógicas Para La Innovación Desde La Teoría Del Caos*

Para La. Universidad Surcolombiana , Neiva . Recuperado el 2022, de

<https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=46400>

Redolar Ripoll, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. Editorial Medica Panamericana. Recuperado

el 2020, de

https://www.academia.edu/24666500/NEUROCIENCIA_COGNITIVA_PANAMERICANA

NA

Silva, R. S. (2003). ¿Does Education Really Need Neurosciencie? *Estudios Pedagógicos*, 29,

155-171. Recuperado el 2022, de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07052003000100011&script=sci_arttext&tlng=en)

[07052003000100011&script=sci_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07052003000100011&script=sci_arttext&tlng=en)



Zambrano Leal , A. (2006). El Concepto de Pedagogía en Philippe Meirieu. Un Modelo, Un Concepto y Unas Categorías Para Su Comprensión. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(44), 33-50. Recuperado el 2022, de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6070/5476>



Capítulo 7

Anexos

Anexo A: Formato Encuesta Caracterización Familiar

La presente encuesta tiene como objetivo recopilar información sobre aspectos básicos de convivencia de los estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Municipal Guacacallo. Esta información se utilizará de manera estadística en un proyecto de maestría que busca implementar una estrategia didáctica, por tal motivo, la información recolectada será reservada exclusivamente para el diseño de este proyecto y será tratada de manera confidencial.

De antemano, agradecemos responder de manera sincera a cada una de las siguientes preguntas:

1. Nombre completo de quien diligencia la encuesta:

2. parentesco con el estudiante: _____
3. Edad de quien diligencia la encuesta: _____
4. Marcar con "X" el nivel de escolaridad alcanzado por quien diligencia la encuesta:
 - Ninguno ____
 - primaria ____
 - secundaria ____
 - Técnico/Tecnólogo ____
 - Universitario ____
5. Nombre completo del estudiante:

6. Grado al que pertenece el estudiante: _____
7. ¿Según ustedes, se nota que su hijo si está aprendiendo en el colegio?
Si _____ No _____
porque?



8. Desde su vivencia en el trabajo y en la casa, ¿qué otros temas creen ustedes que deberían aprender los estudiantes en el colegio? _____

9. En casa el apoyo que ofrecen ustedes a los estudiantes es suficiente para el logro de sus actividades escolares, o por el contrario, sienten que necesitan más apoyo del colegio en este aspecto?

10. De acuerdo a las experiencias que ha tenido con el colegio, ¿lo recomendaría?

Si _____ No _____ Probablemente _____
porque?

11. marque con "X" como califican la convivencia entre ustedes y el estudiante:

- Excelente ____
- Buena ____
- Regular ____
- Deficiente ____

¿Porqué?

¡Muchas gracias!

Responsables del proyecto pedagógico:

Profesor: Pablo Cesar Vargas Diaz, Docente de Tecnología.

Profesor: Juan Miguel Ramos Tejada, docente de matemáticas.

Anexo B: Modelo de Fichas de Misión Para Secuencia Didáctica

Misión 1

CONSTRUYAMOS A HERMES "EL MENSAJERO GALÁCTICO"

La comunicación es parte vital del éxito de las misiones colonización intergaláctica, de aquí que sea necesario construir un módulo de comunicaciones que permita enviar y recibir mensajes tanto desde el centro de mando como entre los equipos de trabajo en cada estación.

Preguntas esenciales

¿Tienen idea de por qué el mensajero a construir se le llamará "Hermes"?

¿Qué es micro:bit?, ¿Sabén qué cosas se pueden hacer con las micro:bit?

¿Qué significa la palabra digital?

¿Sabén qué es Bluetooth?, ¿Para que se utiliza?

¿Qué se necesita para que haya comunicación?

¿Por qué es importante un módulo de comunicaciones?

Misión

Comprender el funcionamiento del mensajero galáctico de nombre "Hermes", programarlo, probar su funcionamiento y usarlo para enviar y recibir información durante todas las misiones

Preguntas guía

¿Qué es un cable jumper?

¿Para qué sirve makecode?

¿Qué significa 3V?

¿Qué significa GND?

¿Qué son los leds?

¿Qué es una pantalla LCD?

Actividades guía

- Abrir la carpeta misión 1, localizar el programa "microbit-HERMES-V3---EQUIPO--_hex" y descargarlo a la tarjeta microbit.
- Probar la comunicación presionando el botón A de la microbit. (deben recibir mensaje de confirmación).

Tomar 3 fotos como evidencia en el diario de misión del equipo.

Solución Implementación

usando la tabla de señales de comunicación, interpretar el significado de cada símbolo, texto o color de luz. Para ello, desde la mesa el consejo galáctico, se enviará una señal y el grupo que la identifique primero oprime el botón A y socializa su respuesta. si no es correcta, será el segundo equipo en la lista quien tendrá la oportunidad de descifrar el significado de la señal enviada.

Recursos

- Computador portátil
- Microbit
- Programa del hermes
- Retablo
- Pantalla LCD
- Botones adicionales
- Anillo de leds
- Jumpers
- Cable USB

Reflexión de los estudiantes

Cada tripulante (individualmente) debe realizar un video con sus propias observaciones y reflexiones sobre la misión.

Responder la encuesta sobre reflexión de trabajo en la misión en el siguiente enlace:

- ENCUESTA DE REFLEXIÓN

Realizar las siguientes rúbricas de autoevaluación en los siguientes enlaces:

- Contribución individual al aprendizaje grupal
- Transferencia aula-familia de los saberes



Anexo C: Matriz de Datos (diagnóstica) Para Árbol de Decisión No. 1

VIDEO	BEBRAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12
TRISTEZA	25	MPH	EX	CN	MV	AV	S	LABORATORIO	M	45	SEC	EX
EMPATIA	44	MPH	EX	S	MV	CS	S	CAMPO	M	45	SEC	EX
REBELDIA	25	MH	BU	CN	CN	AV	CS	CAMPO	M	51	SEC	BU
FAMILIA	31	MHPT	EX	MV	MV	S	S	LABORATORIO	M	40	PRI	RE
TRISTEZA	25	MPH	EX	MV	MV	CS	S	NIN	P	42	PRI	EX
EMPATIA	44	MPHAB	MA	MV	MV	AV	AV	JUEGOS	M	47	SEC	BU
FELICIDAD	38	MHPT	BU	MV	S	AV	S	PADRES	H	18	TEC	EX
FELICIDAD	44	MH	AC	CN	S	CS	S	CAMPO	M	37	PRI	EX
FAMILIA	31	MP	BU	S	S	S	S	CLASE	M	36	SEC	BU
FELICIDAD	56	MP	EX	S	S	CS	S	JUEGOS	M	36	PRI	BU
EMPATIA	63	MPHAB	MA	S	MV	CS	CS	LABORATORIO	P	48	PRI	EX
REBELDIA	25	MPH	EX	MV	MV	CS	S	FUTBOL	M	40	SEC	BU
REBELDIA	50	MPH	BU	MV	MV	AV	CS	JUEGOS	M	39	SEC	BU
TRISTEZA	50	MPH	BU	MV	MV	CS	CS	LABORATORIO	M	53	PRI	BU
REBELDIA	31	MH	MA	S	S	S	CS	PADRES	M	33	PRI	EX
EMPATIA	44	MOF	AC	MV	MV	CS	CS	CAMPO	M	36	PRI	EX
TRISTEZA	50	MHPT	EX	MV	S	S	CS	CLASE	M	34	PRI	EX
FAMILIA	19	MPH	BU	N	MV	N	N	PADRES	M	42	PRI	EX
FELICIDAD	38	MOF	AC	MV	MV	CS	CS	CAMPO	M	31	SEC	BU
FAMILIA	50	MPH	AC	MV	S	CS	S	CLASE	M	32	SEC	BU



Anexo D: Convenciones Para Árbol de Decisión No. 1

MPH	MAMA, PAPA, HERMANOS	S	SIEMPRE
MHPT	MAMA, HERMANOS, PADRASTRO	CS	CASI SIEMPRE
MPHAB	MAMA, PAPA, HERMANOS, ABUELOS	AV	A VECES
MH	MAMA, HERMANOS	N	NUNCA
MP	MAMA, PAPA	CN	CASI NUNCA
MH	MAMA, HERMANOS		
MOF	MAMA, OTROS FAMILIARES	EX	EXCELENTE
		BU	BUENA
CN	CASI NUNCA	MA	MALA
S	SIEMPRE	AC	ACEPTABLE
MV	MUCHAS VECES	RE	REGULAR
N	NUNCA		
AV	A VECES		
LABORATORIO	Realizar actividades de laboratorio en el colegio		
CAMPO	Ir al campo y ver de cerca lo que me enseñan		
NIN	NINGUNA		
JUEGOS	Juegos con mis compañeros relacionados con las clases		
PADRES	Realizar actividades donde mis padres tengan que estar presentes		
CLASE	Desarrollo de una clase tradicional en el aula		
FUTBOL	jugar futbol con mis amigos		
SEC	SECUNDARIA		
PRI	PRIMARIA		
TEC	TECNICO		

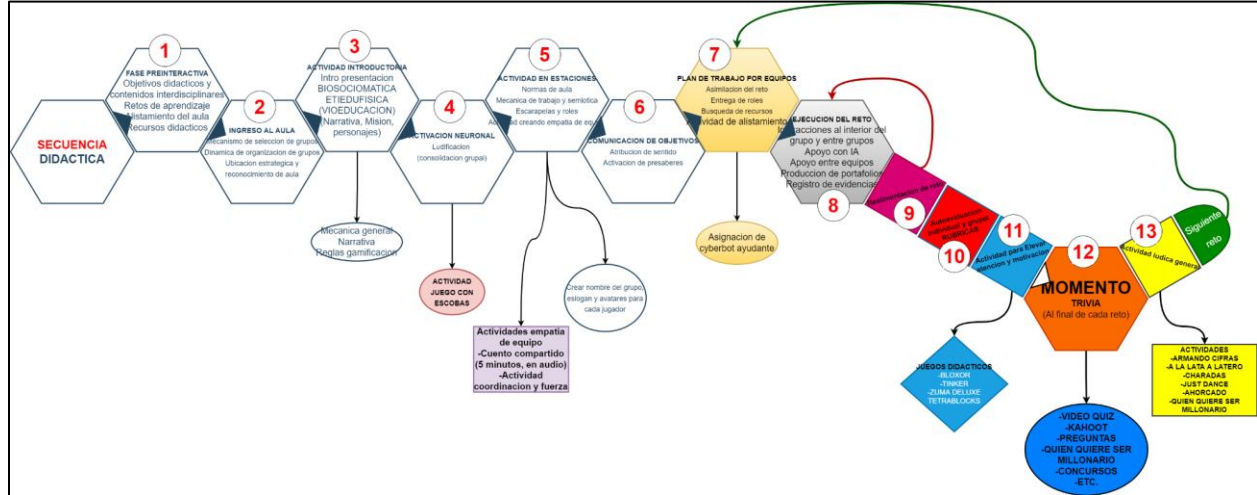
Anexo E: Convenciones Para Preguntas Árbol de Decisión No. 1

P1	Actualmente con quien vives? (puedes marcar varias opciones)
P2	Consideras que la convivencia con quien vives es:
P3	¿Te sientes acogido, respetado y aceptado por tus compañeros de clase?
P4	¿Te sientes acogido, respetado, aceptado por tus profesores?
P5	Entiendo adecuadamente los contenidos desarrollados en cada una de las clases:
P6	Considero útiles los aprendizajes recibidos en cada asignatura:
P7	De las siguientes, ¿Qué actividades te atraen más?
P8	De los siguientes temas, ¿Cuál es el que mas te gustaría aprender?
P9	PARENTESCO DE QUIEN DILIGENCIA
P10	EDAD DE QUIEN DILIGENCIA
P11	NIVEL DE ESCOLARIDAD DE QUIEN DILIGENCIA
P12	CONVIVENCIA ENTRE EL ESTUDIANTE Y LA FAMILIA

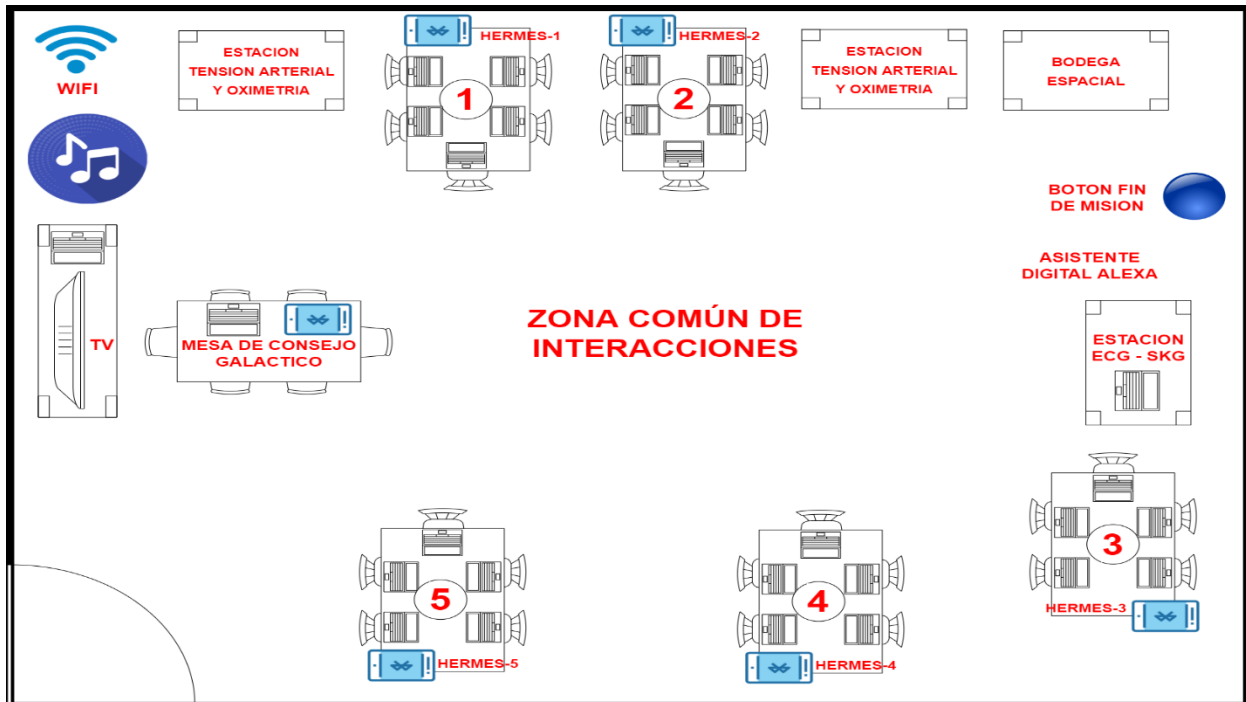


Anexo F: Secuencia didáctica

Imagen panorámica de la secuencia



Anexo G: Imágenes de la Secuencia Didáctica por Secciones



Anexo H: Infografía Roles de las Misiones

Roles de Misión

Esta guía describe los roles de cada astronauta durante las misiones.
(Los astronautas cambian de rol en cada nueva misión)

Piloto de misión

- Supervisa el tono de voz.
- Vigila el nivel de ruido.
- Da el turno de palabra.
- Controla el tiempo.
- Mantiene el orden y la limpieza.
- Buscador de recursos.

Oficial científico

- Fomenta la participación.
- Crea un buen ambiente.
- Organiza las actividades.
- Anima al grupo.
- Ofrece soporte.
- Media en los conflictos.

Especialista de misión y comunicaciones

- Comprueba que todos hayan entendido las explicaciones.
- Recoge las aportaciones.
- Plantea preguntas.
- Representa al equipo en la asamblea.
- Asegura que el producto final reúna las contribuciones de cada miembro del equipo.
- Verifica que el resultado final esté cuidado.

Comandante de misión

- Dirige las actividades y la evaluación grupal.
- Revisa los compromisos y las tareas pendientes.
- Anima a mejorar.
- Conduce las discusiones.
- Actúa en nombre del grupo.

CyberBot

- Soporte tecnológico
- Asesoría didáctica
- Apoyo Explicativo
- Comunicaciones con mesa de control
- Apoyo en organización de evidencias
- Actualización de evidencias del equipo



Anexo I: Logo de la Misión



Anexo J: Infografía Evidencias de la Misión

NASA

Evidencias de Misión

Esta guía describe los tipos de evidencia y como almacenarlos para posterior análisis según su propósito en la misión.



Diario de Misión

Es una carpeta en la nube (internet) para el registro del trabajo en equipo, usando google drive, donde se cargarán durante las misiones los datos y evidencias de todas las actividades del equipo, para su uso cuentan con el apoyo del Cyberbot asignado.



Bitacora de Misión

Es un cuaderno de notas, de uso individual de cada tripulante, donde llevarán los apuntes ordenados, por fechas y hora, todas las notas, datos, propuestas, reflexiones, conclusiones, graficas, calculos, etc. donde se verifique la participación activa durante la misión. Esta bitacora se debe fotografíar luego de cada misión y subir las evidencias en el portafolio de misiones.



Portafolio de Misión

Es una carpeta ubicada en la red, es asignada de manera individual a cada tripulante, en esa carpeta deben almacenar los siguientes entregables como evidencia de su participación en cada misión:

- Fotografías del cuaderno llamado bitacora de misiones.
- Ficha antropométrica
- Pantallas de mediciones biométricas
- Video de reflexión final de cada misión
- Fotografías de participación en la misiones



Anexo K: Escarapelas Especiales Para Secuencia Didáctica



Anexo L: Escarapelas Visitantes Para Secuencia Didáctica





Anexo M: Escarapelas Astronautas



Anexo N: Escarapelas Para Los Oficiales de la Misión

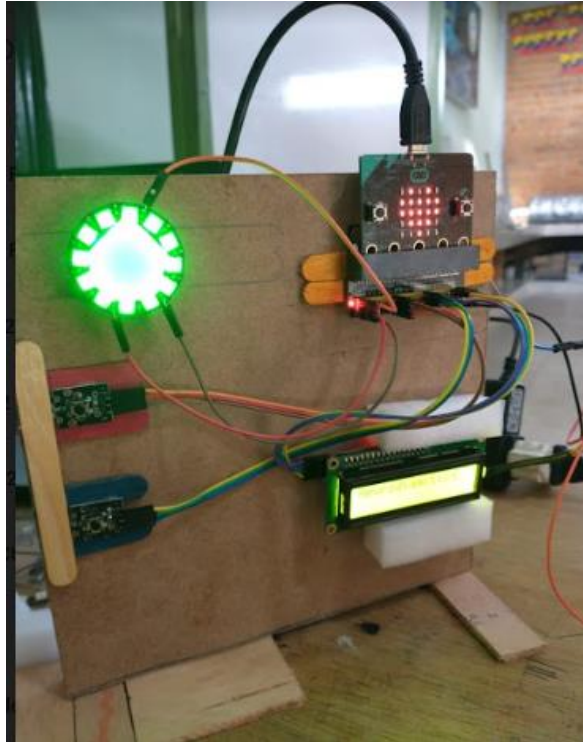




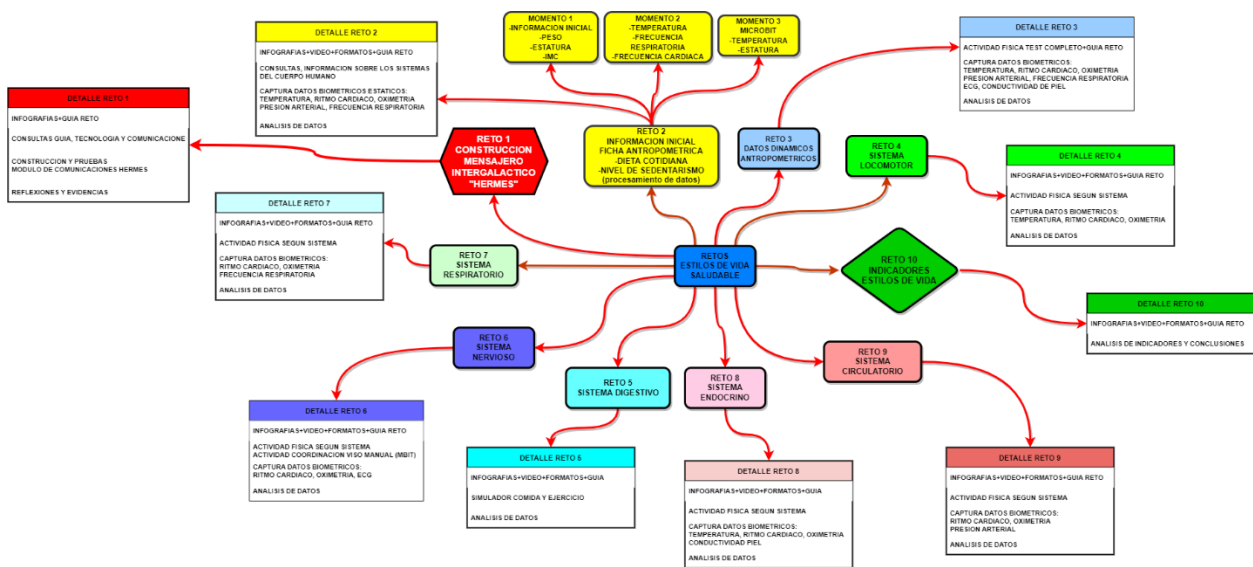
Anexo Ñ: Cronograma

CRONOGRAMA PROYECTO DE TESIS				
No	Actividad	fecha inicio	Fecha fin	tareas
1	fase 1 de caracterizacion de actores educativos	1 de junio	13 agosto	aplicacion test resolusion de problemas
				aplicacion test inteligencias multiples
				aplicacion test inteligencia emocional
				aplicacion test conociendo a los estudiantes
				aplicacion encuesta caracterizacion docente
				aplicacion encuesta caracterizacion administrativos
				aplicacion encuesta caracterizacion padres de familia
				adecuacion de equipos tecnologicos
2	Fase de diseño de la propuesta neurodidactica compleja	14 agosto	4 septiembre	diseño de secuencias didacticas con estudiantes
				preparacion de aula para aplicacion de la estrategia neurodidactica
				continuacion adecuacion de equipos tecnologicos
3	Fase de aplicacion de secuencias neurodidacticas complejas	5 septiembre	25 septiembre	aplicacion de 3 secuencias neurodidacticas complejas en el aula con los estudiantes
4	Fase de analisis de resultados	26 septiembre	15 octubre	Tabulacion y analisis de resultados - conclusiones de la investigacion
5	revisión de documento escrito y diseño de infografía	16 octubre	1 noviembre	escritura de resultados de la investigacion y redaccion de conclusiones
				diseño de infografía con la estrategia neurodidactica
6	Trabajo preparatorio de sustentacion de tesis	2 noviembre	11 noviembre	preparacion de sustentacion de tesis
7	Ajustes a la propuesta de investigacion y diseño de ponencia	12 noviembre	8 diciembre	ajustes a documento escrito
				diseño de material para presentacion de la ponencia
8	Ponencia de tesis	9 diciembre	17 diciembre	desarrollo de la ponencia en el congreso de la complejidad en Neiva

Anexo O: Sistema de Comunicación Inalámbrica Hermes



Anexo P: Mapa de Misiones





Anexo Q: Sistema de Puntuación Para la Estrategia Neurodidáctica

Reglas para gamificación

Para el desarrollo de la estrategia neurodidáctica compleja, las reglas para el protocolo de desarrollo de la misma son:

Cada equipo contará con el apoyo de un cyberbot (estudiante de un grado superior, quien será el encargado de subir a la nube en tiempo real la información que produce cada grupo

En la *actividad en estaciones*, deben crear un nombre para el grupo relacionado con ambientes del espacio, un eslogan y los avatares para cada jugador

Para acumulación de puntos:

- Participación inicial (actividad en estaciones) 5 puntos
- Tiempo empleado en la actividad inicial: 1 puntos
- Socialización (nombre y eslogan): 2 puntos

Cantidad de medallas para este evento: 1

Condición para obtener medallas: el nombre del equipo y el eslogan deben estar relacionados con temas del espacio.

Además, cumplida esta primera actividad, el grupo recibirá su primer sol por parte de la mesa de consejo galáctico (Insignia).

Se dará una medalla adicional al mejor avatar, mejor eslogan y mejor nombre. (Lo define la mesa de consejo galáctico, conformada por los docentes presentes en la actividad)

Durante la *ejecución de los retos*, los eventos, reglas y puntuación serán las siguientes:



Cada grupo debe abrir desde su portátil la carpeta correspondiente al reto número 1.

- Deben seguir las instrucciones para este reto, deben recoger el material necesario y disponerse para trabajar de manera cooperativa y colaborativamente
- Durante la ejecución de cada reto, se abre un espacio de 5 minutos para que uno de los integrantes de cada equipo pueda visitar y consultar otros grupos.
- Puntos obtenidos por reto cumplido: 10 puntos, se darán 5 puntos adicionales para el equipo que termine primero, 3 puntos para el segundo

Medallas por reto cumplido:

Puntos por ayudas o colaboraciones entre grupos: 1 punto siempre y cuando el apoyo sea significativo y efectivo. El mecanismo o medio para verificar la eficacia de las ayudas ofrecidas entre grupos será el siguiente: El grupo que recibió el apoyo, debe usar a Hermes (mensajero) para informar si la ayuda recibida fue significativa. solo así se dará 1 punto al grupo que prestó la ayuda. caso contrario, no ganara punto por esta actividad.

Puntos por trivias: 10 puntos.

Reglas durante la gamificación (Normas de convivencia):

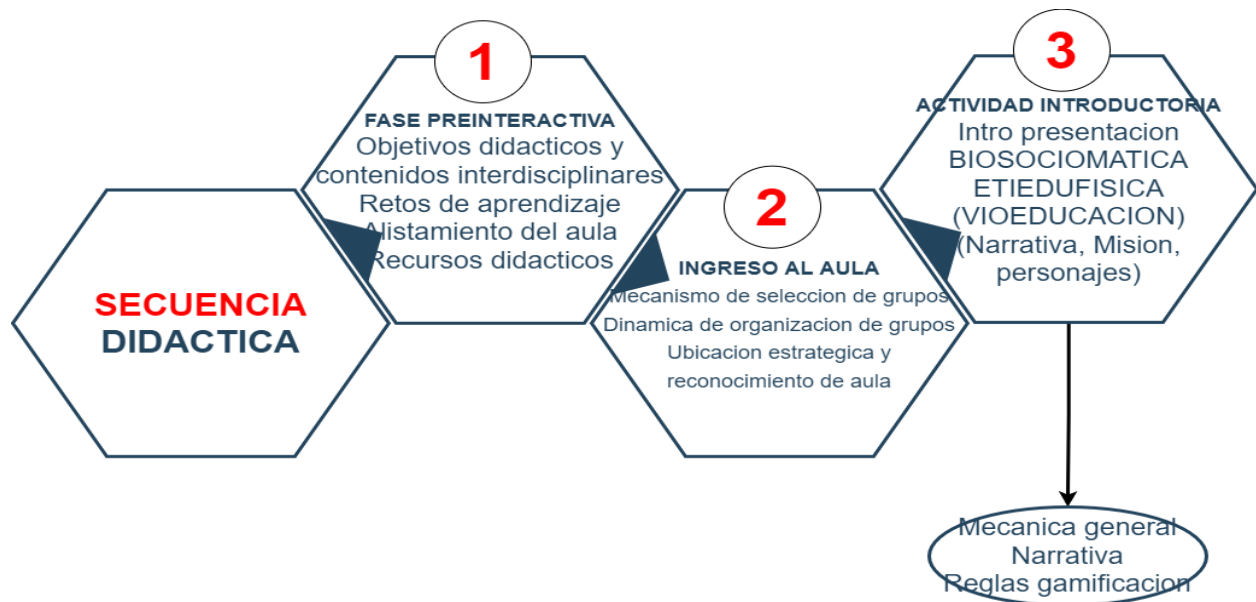
- Debe haber comunicación con respeto, buen vocabulario, sin apodos o seudónimos.
- Deben siempre mantener su espacio de trabajo sin basura.
- No interferir el trabajo de otros grupos a menos que sea parte del trabajo colaborativo
- No se deben consumir alimentos durante la actividad.



Sistema de penalización y restitución de derechos durante la gamificación:

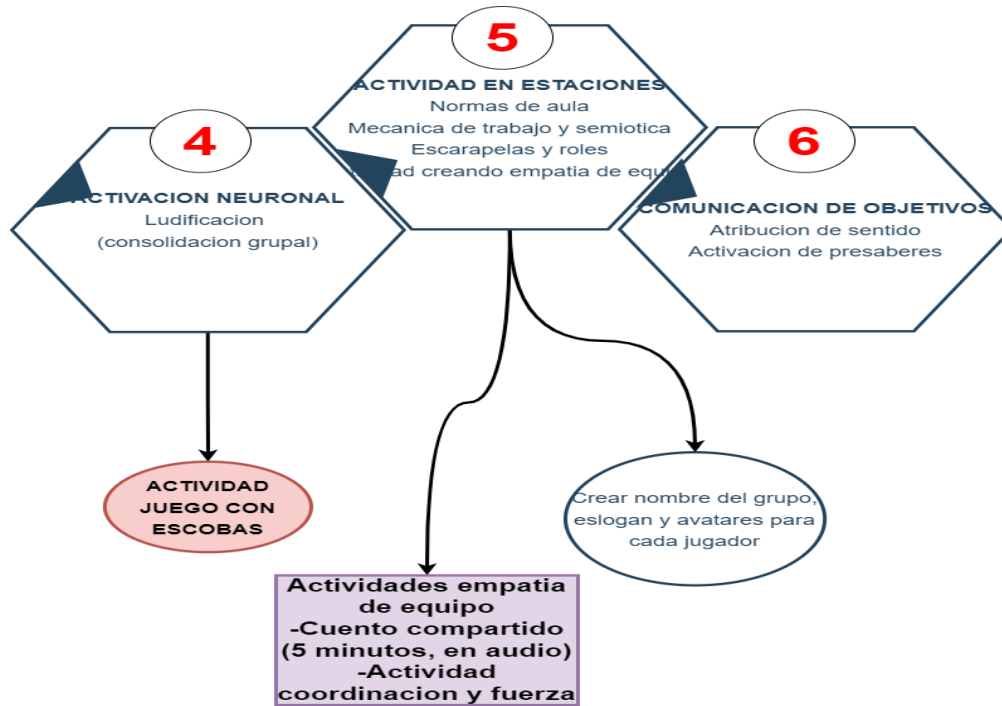
- Cada equipo que infrinja alguna de las normas de trabajo será penalizado bajo el siguiente procedimiento:
- La falta a las normas de convivencia por primera vez reducirá 1 punto de los obtenidos por el grupo.
- La reincidencia en una falta contra las normas de convivencia será penalizada con 2 puntos menos.
- Los grupos tienen la posibilidad de restituir los puntos penalizados. Para ello, usando a Hermes deben avisar a la mesa de consejo galáctico que desean hacer la actividad de restitución de puntos.

Anexo R: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Primera Parte)

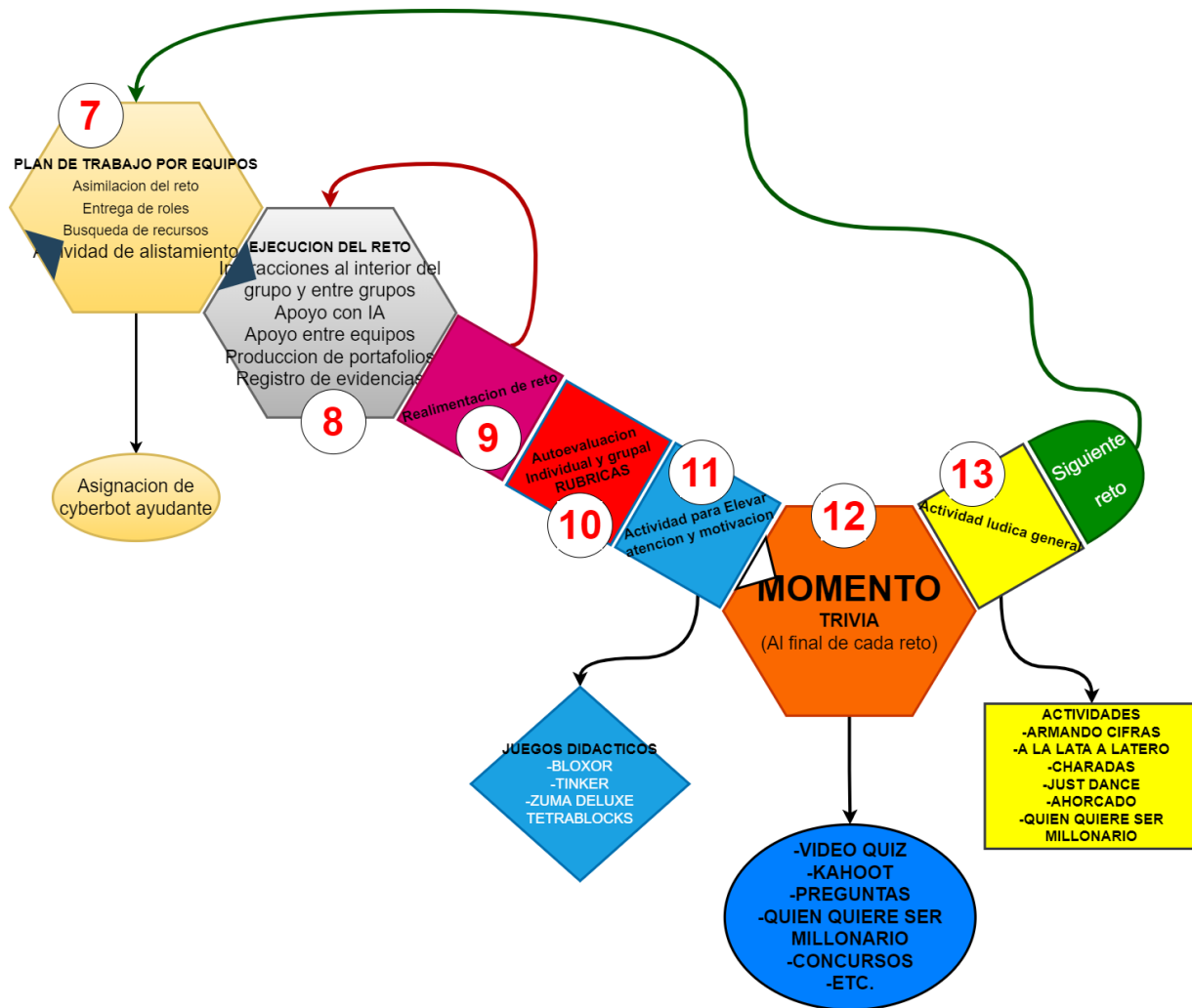




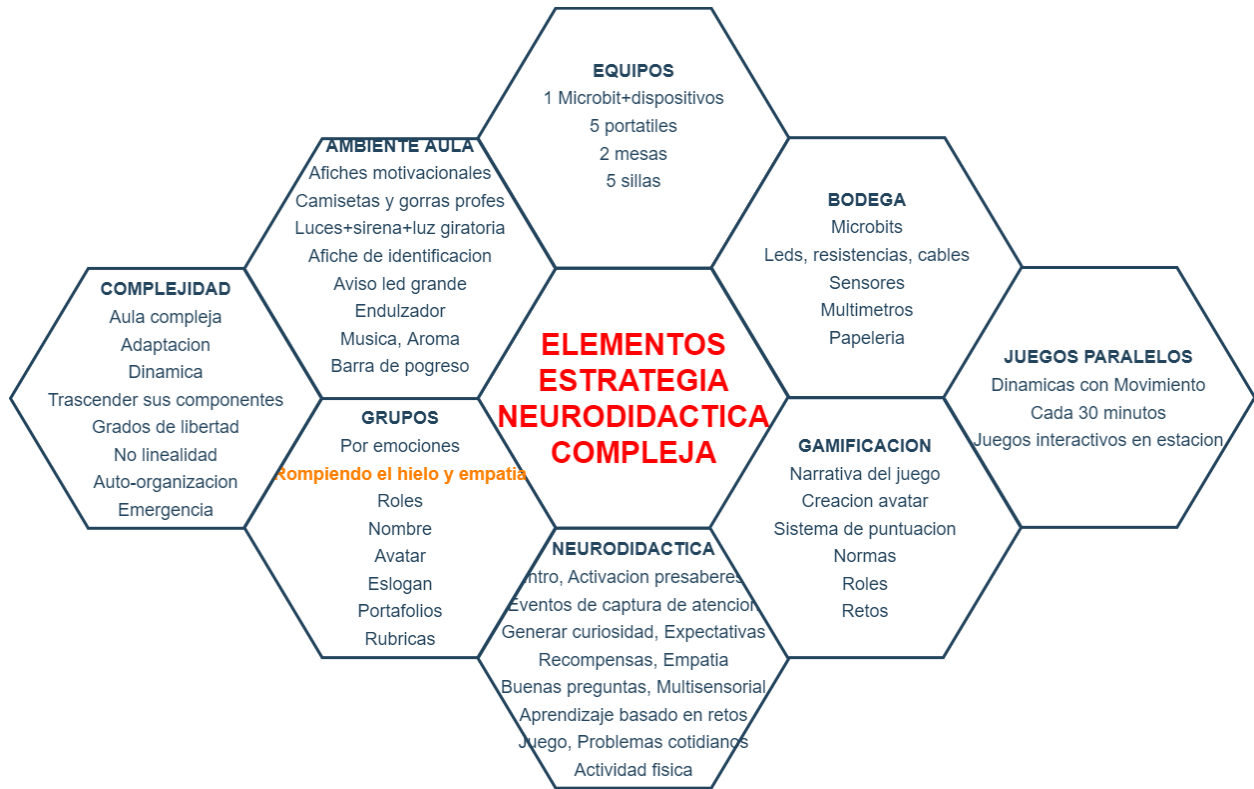
Anexo S: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Segunda Parte)



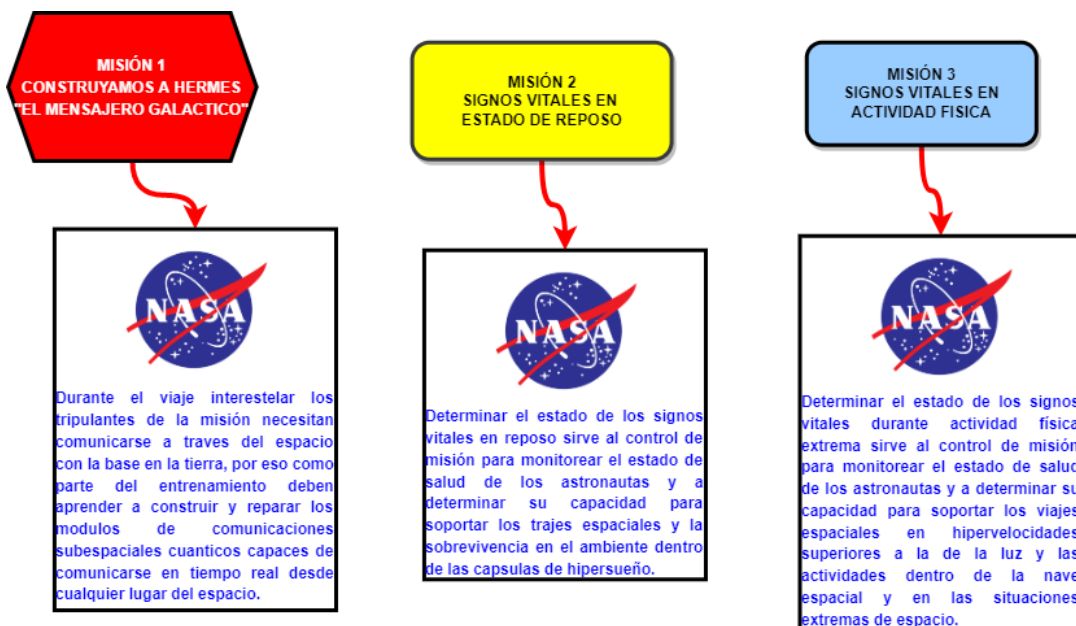
Anexo T: Imagen de la Secuencia Didáctica Detallada y por Sección (Tercera Parte)



Anexo U: Imagen de Elementos de la Secuencia Didáctica Detallada



Anexo V: Narrativas de Misiones 1, 2 y 3





Anexo W: Narrativas de Misiones 4, 5 y 6

<p>MISION 4 SISTEMA LOCOMOTOR EN EL ESPACIO</p>	<p>MISION 5 SISTEMA DIGESTIVO EN EL ESPACIO</p>	<p>MISION 6 SISTEMA NERVIOSO EN EL ESPACIO</p>
<p>El sistema locomotor humano da soporte motriz y capacidad de fuerza al cuerpo, este entrenamiento biofisico especial sirve al control de misión para monitorear el estado de salud de los astronautas y determinar su capacidad para soportar los momentos de despegue y aterrizaje, las aceleraciones extremas, así como la gravedad del planeta destino, la cual es superior a la de la tierra, por lo tanto deben entrenar y probar su capacidad para cargar y desplazar materiales y equipos en la superficie del exoplaneta Kepler-22b.</p>	<p>El sistema digestivo humano da capacidad al organismo para ingerir y asimilar nutrientes, este entrenamiento especial sirve al control de misión para evaluar la capacidad de los astronautas para reconocer y administrar los alimentos que pueden consumir, así como las actividades que deben realizar para su asimilación durante su largo viaje espacial, también permite enfocarlos en la producción de nuevas fuentes de alimentación cuando estén explorando Kepler-22b.</p>	<p>El sistema nervioso humano da capacidad al cuerpo para recibir y procesar información, este entrenamiento biofisico especial sirve al control de misión para monitorear el estado de salud de los astronautas y determinar su capacidad para soportar el estrés mental en las maniobras y momentos de alto riesgo durante el viaje espacial, además de coordinar y calcular adecuadamente sus movimientos en actividades de precisión física y el control adecuado de sus funciones corporales durante las caminatas espaciales de mantenimiento y reparación de la nave.</p>

Anexo X: Narrativas de Misiones 7, 8 y 9

<p>MISION 7 SISTEMA RESPIRATORIO EN EL ESPACIO</p>	<p>MISION 8 SISTEMA ENDOCRINO EN EL ESPACIO</p>	<p>MISION 9 SISTEMA CIRCULATORIO EN EL ESPACIO</p>
<p>El sistema respiratorio humano da capacidad al cuerpo para recibir y suministrar el oxígeno en la sangre, este entrenamiento biofisico especial sirve al control de misión para monitorear el estado de salud de los astronautas y determinar su capacidad para soportar los diferentes ambientes de bajo oxígeno, así como a regular sus actividades para optimizar el consumo de oxígeno y su correcta asimilación en el organismo, también estimar su capacidad para tolerar la atmósfera de aire enrarecido del exoplaneta Kepler 22b, el cual según las primeras estimaciones puede ser respirable durante ciertos periodos de tiempo, bajo entrenamiento.</p>	<p>El sistema endocrino humano gracias a su sistema glandular da la capacidad al cuerpo para regular impulsos, emociones, temperatura y autoreparación, este entrenamiento biofisico especial sirve al control de misión para monitorear el estado de salud de los astronautas y determinar su capacidad para soportar los cambios extremos de temperatura, así como regular sus estados de ánimo y emociones básicas, lo cual es suma importancia para la convivencia dentro de la nave espacial durante el viaje y posteriores actividades del equipo de exploración sobre el exoplaneta Kepler 22b.</p>	<p>El sistema circulatorio humano da capacidad al cuerpo para transportar a través de la sangre, oxígeno y nutrientes a todo el cuerpo, este entrenamiento biofisico especial sirve al control de misión para monitorear el estado de salud de los astronautas y determinar su capacidad para soportar los cambios drásticos de presiones atmosféricas, así como los cambios súbitos de actividad física, esperando su rápida recuperación del sistema. Además, el cuerpo debe soportar largos periodos sin gravedad realizando actividades físicas extremas con bajos niveles de oxígeno en el cuerpo durante la misión.</p>



Anexo Y: Matriz Momento Inicial

Table with columns for agents (est1-est20, her0, her1-her5, cyb1-cyb5, doc-tec, doc-mat, doc-eduf, doc-etl, doc-bio, est-ecg, est-piel, bod, est-toxi, est-pres, alexa) and rows for each agent, showing interaction values (0 or 1).

- Matriz de interacciones del momento inicial de la aplicación de la estrategia didáctica, esta matriz es la utilizada para la construcción y análisis de redes complejas en el software Gephi.
- La matrix está compuesta por todos los agentes que intervinieron en la secuencia didáctica, los "1" significan interacción dirigida bidireccional.
- Los agentes de las matrices son:
- est1, est2, est3, est4, est5, est6, est7, est8, est9,est10, est11, est12, est13, est14, est15, est16, est17, est18, est19, est20: se refieren a los 20 estudiantes del grado 803.
- her0: dispositivo llamado "Hermes" de comunicación bluetooth para la interacción en la gamificación, para uso desde la "mesa de consejo galáctico".



- her1, her2, her3, her4, her5: son los dispositivos llamados “Hermes” de comunicación bluetooth para la interacción en la gamificación, uno para cada equipo de misión de 4 estudiantes del grado 803
- cyb0: estudiante de grado décimo en apoyo de comunicaciones en la gamificación, identificado como Cyberbot 0, ubicado en la mesa de consejo galáctico.
- cyb1, cyb2, cyb3, cyb4, cyb5: estudiantes del grado décimo en apoyo didáctico, cada uno asignado a un equipo de misión del grado octavo.
- doc-tec: docente de tecnología.
- doc-mat: docente de matemáticas.
- doc-soc: docente de sociales.
- doc-eduf: docente de educación física.
- doc-eti: docente de ética.
- doc-bio: docente de biología.
- est-ecg: estación con sensor de medición de electrocardiograma (ECG).
- est-piel: estación con sensor de medición de conductividad de la piel (GSR).
- bod: punto de suministro de elementos para los equipos de misión, denominado “bodega espacial”
- est-toxi: estación con sensor de temperatura infrarrojo y medidor de oximetría y frecuencia cardiaca.
- est-pres: estación con equipos de medición de presión arterial manual y digital.
- alexa: estación con asistente digital (Inteligencia Artificial) para consulta, Alexa de Amazon.



- cyb0: estudiante de grado décimo en apoyo de comunicaciones en la gamificación, identificado como Cyberbot 0, ubicado en la mesa de consejo galáctico.
- cyb1, cyb2, cyb3, cyb4, cyb5: estudiantes del grado décimo en apoyo didáctico, cada uno asignado a un equipo de misión del grado octavo.
- doc-tec: docente de tecnología.
- doc-mat: docente de matemáticas.
- doc-soc: docente de sociales.
- doc-eduf: docente de educación física.
- doc-eti: docente de ética.
- doc-bio: docente de biología.
- est-ecg: estación con sensor de medición de electrocardiograma (ECG).
- est-piel: estación con sensor de medición de conductividad de la piel (GSR).
- bod: punto de suministro de elementos para los equipos de misión, denominado “bodega espacial”
- est-toxi: estación con sensor de temperatura infrarrojo y medidor de oximetría y frecuencia cardíaca.
- est-pres: estación con equipos de medición de presión arterial manual y digital.
- alexa: estación con asistente digital (Inteligencia Artificial) para consulta, Alexa de Amazon.



Anexo AA: Matriz Misión 3

Table with columns for agents (est1-est20, her0-her5, cyb0-cyb3, doc-ecg, bod, est-alex) and rows for interactions. The table shows a complex network of interactions between these agents.

Matriz de interacciones del momento Misión 3 de la aplicación de la estrategia didáctica, esta matriz es la utilizada para la construcción y análisis de redes complejas en el software Gephi.

La matriz está compuesta por todos los agentes que intervinieron en la secuencia didáctica, los “1” significan interacción dirigida bidireccional.

Los agentes de las matrices son:

- est1, est2, est3, est4, est5, est6, est7, est8, est9, est10, est11, est12, est13, est14, est15, est16, est17, est18, est19, est20: se refieren a los 20 estudiantes del grado 803.
- her0: dispositivo llamado “Hermes” de comunicación bluetooth para la interacción en la gamificación, para uso desde la ”mesa de consejo galáctico”.
- her1, her2, her3, her4, her5: son los dispositivos llamados “Hermes” de comunicación bluetooth para la interacción en la gamificación, uno para cada equipo de misión de 4 estudiantes del grado 803



- cyb0: estudiante de grado décimo en apoyo de comunicaciones en la gamificación, identificado como Cyberbot 0, ubicado en la mesa de consejo galáctico.
- cyb1, cyb2, cyb3, cyb4, cyb5: estudiantes del grado décimo en apoyo didáctico, cada uno asignado a un equipo de misión del grado octavo.
- doc-tec: docente de tecnología.
- doc-mat: docente de matemáticas.
- doc-soc: docente de sociales.
- doc-eduf: docente de educación física.
- doc-eti: docente de ética.
- doc-bio: docente de biología.
- est-ecg: estación con sensor de medición de electrocardiograma (ECG).
- est-piel: estación con sensor de medición de conductividad de la piel (GSR).
- bod: punto de suministro de elementos para los equipos de misión, denominado “bodega espacial”
- est-toxi: estación con sensor de temperatura infrarrojo y medidor de oximetría y frecuencia cardíaca.
- est-pres: estación con equipos de medición de presión arterial manual y digital.
- alexa: estación con asistente digital (Inteligencia Artificial) para consulta, Alexa de Amazon.